

ENGENHARIA DE USABILIDADE: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA



Walter de Abreu Cybis
Laboratório de Utilizabilidade de Informática

Florianópolis, Maio de 2003

ENGENHARIA DE USABILIDADE: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
USABILIDADE E A ERGONOMIA.....	2
ENGENHARIA DE USABILIDADE.....	4
INTERFACE COM O USUÁRIO.....	5
ESTA APOSTILA.....	5
PRIMEIRA PARTE : FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA ENGENHARIA DA USABILIDADE.....	7
1. O TRABALHO E SUAS PERSPECTIVAS	7
1.1 FUNCIONAMENTO E UTILIZAÇÃO.....	7
1.2 TAREFA E ATIVIDADE	8
1.3 A DINÂMICA DO TRABALHO	9
1.4 O CONTEÚDO DO TRABALHO	10
2. A PSICOLOGIA COGNITIVA.....	13
2.1 OS MODELOS MENTAIS.....	13
2.2 A PERCEPÇÃO.....	15
2.2.1 <i>A percepção visual</i>	16
2.2.2 <i>A percepção auditiva</i>	16
2.2.3 <i>A percepção da fala</i>	16
2.2.4 <i>Atenção e Vigilância</i>	17
2.3 A MEMÓRIA	18
2.3.1 <i>Modelos cognitivos para a memória</i>	19
2.4 O RACIOCÍNIO E O APRENDIZADO	20
2.5 O CURSO DAS AÇÕES	21
2.5.1 <i>A análise de uma situação</i>	21
2.5.2 <i>A planificação das ações</i>	22
2.5.3 <i>O Controle das ações</i>	23
3. A COMUNICAÇÃO E A SEMIÓTICA	24
3.1 A TEORIA DE COMUNICAÇÃO	24
3.1.1 <i>Indicação e Significação</i>	25
3.2 A SEMIÓTICA	26
3.3 OS COMPONENTES DE UM SINAL	26
3.4 A FORMAÇÃO DE UM SINAL	27
3.5 A SEMIÓTICA COMPUTACIONAL.....	28
3.5.1 <i>Sinais Computacionais</i>	29
SEGUNDA PARTE: FERRAMENTAS PARA A ENGENHARIA DE USABILIDADE	31
4. QUALIDADES ERGONÔMICAS PARA IHC	31
4.1 A CONDUÇÃO	31
4.1.1 <i>Presteza</i>	31
4.1.2 <i>Feedback Imediato</i>	32
4.1.3 <i>Legibilidade</i>	32
4.1.4 <i>Agrupamento/Distinção de Itens</i>	32
4.1.4.1 <i>Agrupamento/Distinção por Localização</i>	33
4.1.4.2 <i>Agrupamento/Distinção por Formato</i>	33
4.2 A CARGA DE TRABALHO	33

4.2.1	Brevidade	34
4.2.1.1	Concisão.....	34
4.2.1.2	Ações Mínimas.....	34
4.2.2	Densidade Informacional.....	34
4.3	O CONTROLE EXPLÍCITO	35
4.3.1	Ações Explícitas do Usuário	35
4.3.2	Controle do Usuário.....	35
4.4	A ADAPTABILIDADE	35
4.4.1	Flexibilidade	36
4.4.2	Consideração da experiência do usuário.....	36
4.5	A GESTÃO DE ERROS.....	36
4.5.1	Proteção contra os erros.....	37
4.5.2	Qualidade das mensagens de erro	37
4.5.3	Correção dos erros.....	37
4.6	A HOMOGENEIDADE/COERÊNCIA	37
4.7	O SIGNIFICADO DOS CÓDIGOS E DENOMINAÇÕES.....	38
4.8	A COMPATIBILIDADE.....	38
5.	MODELO DE COMPONENTES DE IHC.....	39
5.1	INTRODUÇÃO AO MODELO LINGÜÍSTICO	39
5.2	OS COMPONENTES DA INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR	40
5.2.1	Os diálogos.....	43
5.2.1.1	Ações.....	43
5.2.1.2	As Tarefas	43
5.2.1.3	Os Estilos dos Diálogos.....	44
5.2.1.4	Estruturas de interações.....	45
5.2.2	Os Objetos de Interação.....	46
5.2.2.1	Os Painéis de Controle	47
5.2.2.2	Os controles compostos.....	51
5.2.2.3	Os grupos de controles	58
5.2.2.4	Os controles simples.....	59
5.2.2.5	Os campos de entrada.....	61
5.2.2.6	Os mostradores estruturados	63
5.2.2.7	Os Mostradores Simples.....	68
5.2.2.8	As Orientações	68
5.2.3	Os Sistemas de Significado.....	71
5.2.4	As Primitivas	76
5.2.4.1	As formas visuais	76
5.2.4.2	Formas sonoras.....	78
	TERCEIRA PARTE: O CICLO DA ENGENHARIA DE USABILIDADE	79
6.	ABORDAGEM PARA A ENGENHARIA DE USABILIDADE	79
6.1	O ENVOLVIMENTO DO USUÁRIO NO PROJETO	80
6.1.1	As formas de envolvimento.....	81
6.1.2	Organização para o envolvimento do usuário	82
6.2	O CICLO DA ENGENHARIA DA USABILIDADE	82
7.	A PERSPECTIVA DA ANÁLISE	85
7.1	DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO SISTEMA.....	85
7.2	ANÁLISE DO USUÁRIO	85
7.3	ANÁLISE DO TRABALHO	86
7.3.1	Análise das Tarefas.....	87
7.3.1.1	Entrevistas com gerentes	87
7.3.1.2	Entrevistas com usuários	88
7.3.1.3	Descrição das tarefas.....	88
7.3.2	Análise do Ambiente.....	88
7.3.3	Análise das atividades.....	89
7.3.3.1	Análise de situações de normalidade.....	89
7.3.3.2	Análise de Situações Críticas	90
7.3.3.3	Análise de situações de Erros e Incidentes	90
7.3.4	A elaboração do Relatório de Análise.....	90

7.4	ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES E RESTRIÇÕES TECNOLÓGICAS	91
8.	A PERSPECTIVA DA SÍNTESE	92
8.1.1	<i>Especificação do Contexto de Uso</i>	<i>92</i>
8.1.2	<i>Definição da nova estrutura do trabalho</i>	<i>92</i>
8.1.3	<i>Especificação da usabilidade esperada</i>	<i>93</i>
8.1.4	<i>O Projeto da Interface</i>	<i>94</i>
8.1.4.1	The Bridge - Projeto de IHC orientado à objetos	94
8.1.4.2	Usage-Centered Design (Constantine, 1999)	98
8.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE IHC	104
9.	A PERSPECTIVA DA AVALIAÇÃO	106
9.1	PROBLEMA DE USABILIDADE	106
9.1.1	<i>Contexto de um problema de usabilidade</i>	<i>106</i>
9.1.2	<i>Efeitos de um problema de usabilidade</i>	<i>107</i>
9.1.3	<i>A descrição de um problema de usabilidade</i>	<i>107</i>
9.1.4	<i>Tipos de problemas de usabilidade</i>	<i>108</i>
9.2	OBJETIVOS DE UMA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	109
9.3	TÉCNICAS PROSPECTIVAS	110
9.4	TÉCNICAS PREDITIVAS OU DIAGNÓSTICAS	111
9.4.1	<i>Avaliações Analíticas</i>	<i>111</i>
9.4.2	<i>Avaliações Heurísticas</i>	<i>112</i>
9.4.2.1	Avaliações Heurísticas de Usabilidade	112
9.4.2.2	Inspeção Cognitiva da Intuitividade	114
9.4.2.3	Inspeções preventivas de erros	115
9.4.3	<i>Inspeções Ergonômicas via Checklists</i>	<i>115</i>
9.5	TÉCNICAS OBJETIVAS	117
9.5.1	<i>Ensaio de interação</i>	<i>117</i>
9.5.1.1	As características dos ensaios	117
9.5.1.2	Montagem de um ensaio de interação	121
9.5.2	<i>Os sistemas de monitoramento</i>	<i>126</i>
9.6	COMPROMISSO ENTRE TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO	127
9.7	PROJETO DE AVALIAÇÃO	128
9.8	PLANO DE TESTES	129
10.	A NORMA ISO 9241	131
10.1	VERIFICANDO AS QUALIDADES ERGONÔMICAS ATRAVÉS DA ISO-9241	134
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136

ENGENHARIA DE USABILIDADE: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA

Introdução

No início, os usuários de programas de *software* eram os seus próprios desenvolvedores. Mais tarde estes programas passaram a ser destinados a um pequeno público de usuários externos, que recebiam treinamento pesado. Até aí, tudo ia relativamente bem com as interfaces humano-computador, mas quando os programas de computadores passaram a ser destinados a um público mais amplo e menos treinado, e os sistemas passaram a ser propostos como produtos, destinados ao mercado consumidor, a coisa começou a não dar certo. A falta de interesse pela lógica de utilização, fazia com que as interfaces com os usuários fossem sempre deixadas como última coisa no desenvolvimento. Interfaces difíceis, feitas às pressas, contribuíram para a famosa "barreira da informática", que nos anos 80, fez com que a disseminação dos computadores e de produtos de *software* ficasse só como uma promessa.

Muita coisa evoluiu de lá para cá, mas mesmo nos nossos dias, são frequentes casos de interfaces que se colocam como barreiras. Veja um exemplo de uma interface engessada, pois inadequada para quem tenha trocado de endereço e ainda não tenha decorado o novo CEP.

sair | ambiente seguro

Escolha o Serviço:
Atualizar endereço ▼

Atualização de Endereço

O seu endereço atual para envio de fatura é:

DADOS	
Logradouro (rua/av)	PREFEITO PEIXOTO
Número	102
Complemento	
Bairro	CENTRO
Cidade	FLORIANÓPOLIS
Estado	SC
CEP	88100-010

Para atualizar seu endereço preencha o campo abaixo:

CEP

O endereço será alterado para todos os seus contratos vinculados a este cadastro. A próxima conta poderá ser enviada para o endereço anterior.

Este exemplo mostra que quando um novo dispositivo, sistema interativo ou ferramenta informatizada é introduzido em um sistema de trabalho, ele causa um forte impacto na maneira como os usuários desenvolvem as estratégias que irão utilizar em suas atividades.

As consequências de experiências negativas variam desde pequenos aborrecimentos e frustrações. No exemplo apresentado, o usuário pode sentir-se diminuído perante os outros e se culpará por não conseguir interagir ou não entender o que todo mundo usa. Em outras interfaces, de uso mais frequente e profissional, os aborrecimentos e frustrações podem levar a ansiedade e ao estresse, devido a sequência de experiências negativas, da pressão pela obrigação do uso imposta pela chefia. Em casos mais agudos, o estresse não liberado pode levar a psicopatologias, em um processo pelo qual o usuário apresenta-se inicialmente irritado, deprimido, estúpido com os colegas, mais tarde sente-se perseguido, apresenta dores de cabeça constantes, cólicas abdominais. Em casos extremos, ele pode desenvolver ansiedade generalizada, comportamento compulsivo, crises de pânico...

Pelo lado da empresa, interfaces difíceis, que aumentam a carga de trabalho do usuário, trazem consequências negativas que vão desde a resistência ao uso, passando pela subutilização, chegando ao abandono do sistema. Dependendo da escala em que o software é empregado os prejuízos para a empresa podem ser expressivos.

As causas de fatos negativos como estes continuam a ser: o desconhecimento da atividade, o desconhecimento do cognitivo humano, o desinteresse pela lógica de utilização e a falta de ferramentas lógicas para o desenvolvimento da *usabilidade*.

O desenvolvimento de sistemas com boa usabilidade irá impactar a tarefa no sentido da eficiência, eficácia, produtividade da interação. O usuário irá atingir plenamente seus objetivos com menos esforço e mais satisfação. Eventualmente, uma interface poderá ter fins terapêuticos e contribuir para aliviar as frustrações e o stress do dia a dia. (Picard, 2002) A usabilidade irá impactar positivamente o retorno do investimento para a empresa. Ela será argumento de vendas, passará uma imagem de qualidade, evitará prejuízos para os clientes, ligados ao trabalho adicional e ao retrabalho de correções freqüentes, por exemplo. A empresa desenvolvedora irá certamente economizar custos de manutenção e de revisões nos produtos, como mostra o texto sobre Engenharia de Usabilidade (Nielsen, 1993).

Usabilidade e a Ergonomia

Usabilidade é definida como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas, de maneira eficaz, eficiente e agradável (ISO 9241). A intuitividade, a facilidade e a eficiência de uso em um dispositivo informatizado contribuem para sua usabilidade, e a Ergonomia têm muito em comum com isso tudo. Afinal, esta disciplina visa a adaptação do trabalho ao

homem, por meio de sistemas e dispositivos que estejam adaptados a maneira como o usuário pensa e trabalha. Para a construção de interfaces amigáveis ou ergonômicas, o engenheiro de usabilidade deve, entre outras coisas, conhecer muito bem o usuário e o seu trabalho.

Primeiro, porque as pessoas têm formas particulares de pensar e trabalhar, que em geral são muito mais elaboradas do que as imaginadas por projetistas de interfaces, que não consideram estratégias de aprendizado, de erros e de economia, por exemplo. Segundo, porque a maneira de pensar e trabalhar é consequência direta das características do dispositivo que é introduzido no local de trabalho do usuário. A atividade tem que ser pensada como uma evolução, na medida em que ao perceberem completamente o dispositivo, as pessoas passam a usá-lo de forma diferente. Terceiro porque o computador e sua interface representam uma ferramenta cognitiva, uma extensão da memória, uma prótese cognitiva que permite tratar melhor a informação. É importante que se conheça como os processos cognitivos humanos se desenvolvem para a concepção de próteses cognitivas compatíveis com eles.

A usabilidade é uma qualidade de uso, ou seja, ela se define quando do uso do sistema. Isto quer dizer que ela é definida ou medida para um contexto em que um sistema é operado. Assim, um sistema pode proporcionar boa usabilidade para um usuário experiente, mas péssima para novatos, ou vice e versa. Pode ser fácil de operar se o sistema for usado esporadicamente, mas difícil, se for utilizado frequentemente, no dia a dia. Uma interface bonita pode dar prazer se o site for acessado por conexões rápidas, mas causar ansiedade insuportável se ele for acessado de casa, via modem.

Mas como conceber algo amigável em tantas situações diferentes? A adaptabilidade é uma, entre as qualidades de uma interface com o usuário. Um interface adaptável permitirá que diferentes usuários, em diferentes estágios de competência, em diferentes tarefas e em diferentes ambientes físicos, tecnológicos e organizacionais, possam alcançar seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação.

É evidente, a construção da usabilidade vai deixar o sistema mais caro. As empresas precisam implementar um esforço sistemático para garantir esse desenvolvimento. Jacob Nielsen, o guru da usabilidade mundial, fala, em seu primeiro livro sobre o assunto, do retorno extremamente lucrativo de investimentos no desenvolvimento de boas interfaces com o usuário (economia de custos, facilidade nas vendas, imagem da empresa, etc...). Isso pode ser feito a partir de uma perspectiva de engenharia, ligada a idéia da otimização (maximizar os resultados e minimizar os recursos necessários). A Engenharia de Usabilidade surge como esforço sistemático das empresas e

organizações para o desenvolvimento da usabilidade dos sistemas interativo.

Engenharia de Usabilidade

Os sistemas interativos podem ser decompostos segundo dois subsistemas básicos:

- Núcleo funcional ;
- Interface com o usuário

O núcleo funcional é formado por programas aplicativos, algoritmos e base de dados, principalmente.

A interface com o usuário é formada por *apresentações*, de informações, de dados, de controles e de comandos. É esta interface também que solicita e recebe as *entradas* de dados, de controles e de comandos. Finalmente, ela *controla o diálogo* entre as apresentações e as entradas. Uma interface tanto define as estratégias para a realização da tarefa, como conduz, orienta, recebe, alerta, ajuda e responde ao usuário durante as interações.

Até a algum tempo atrás, o desenvolvedor tinha muito mais chances de sucesso ao construir programas de aplicação, do que interfaces com o usuário. De fato, ele recebia treinamento sobre métodos e técnicas e possuía ferramentas que o auxiliavam na construção de um código eficaz.

Ele já não possuía as mesmas facilidades em relação ao desenvolvimento de uma interface com o usuário, tarefa que exige abordagens, métodos, conhecimentos e treinamento que os engenheiros de software não recebiam nos bancos da faculdade. No início do processo eles desconsideravam o usuário (que só atrapalhava) e o trabalho que estes efetivamente realizavam e baseavam-se em informações passadas por gerentes e responsáveis pelos sistemas. Pela falta de apoio, deixavam para última hora a definição da lógica de operação e a construção das interfaces com o usuário. Fundamentalmente, deixavam de envolver o usuário (que só atrapalhava), na concepção e teste de protótipos.

A partir do final dos anos 80 e sobretudo nos anos 90, foram desenvolvidos as primeiras abordagens, métodos, técnicas e ferramentas destinadas a apoiar a construção de interfaces intuitivas, fáceis de usar e produtivas. A Engenharia de Usabilidade, saía dos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa e começava a ser implementada, como função nas empresas desenvolvedoras de *software* interativo.

Hoje são numerosos os livros, revistas, normas e relatórios técnicos que nos apresentam métodos, técnicas e ferramentas para a montagem de uma capacidade em termos de engenharia de usabilidade nas empresas.

Existem publicações que orientam a como especificar, construir e testar a usabilidade, como qualidade de uso e qualidade externa de um sistema de software interativo. Especialmente as normas ISO da série 9241. Outras nos informam de centenas de técnicas participativas ou documentais, para o projeto e a avaliação da usabilidade de interfaces. Livros e normas orientam a montagem de um processo de desenvolvimento centrado no usuário, como a norma ISO 13407. No momento atual, trata-se da engenharia de usabilidade como uma área de processo (modelo CMMI) no qual as empresas de software capacitam-se à difícil tarefa de produzir interfaces humano-computador com usabilidade.

Interface com o Usuário

A dificuldade no desenvolvimento de interfaces com usabilidade se deve ao fato delas constituírem fundamentalmente, sistemas abertos, probabilísticos, não determinísticos, sujeitos as influências do ambiente e as interpretações dos usuários. Suas entradas e saídas podem significar coisas diferentes para pessoas diferentes, em função de seu conhecimento, do momento, do ambiente que as cercam. Se, por um lado, os programas das aplicações são construídos por meio de linguagens de programação inequívocas, uma interface humano-computador, é construída por meio de um conjunto aberto de símbolos ambíguos, que devem poder ser interpretados de diferentes formas pelos usuários, em função de seu contexto dinâmico. Assim, pode-se afirmar que a experiência da interação humano-computador é individual e única, no sentido de que cada pessoa é única em sua bagagem de conhecimento e experiência. Difícilmente uma mesma interface vá significar a mesma coisa para dois usuários distintos. Menor é ainda, a chance dela ter um significado compartilhado entre usuários e seus projetistas.

Esta apostila

Esta apostila tem o objetivo de ajudar na mudança de uma realidade que no Brasil, que coloca o desenvolvimento de interfaces humano-computador mais próximo da arte do que da engenharia. Ele vem disponibilizar os conhecimentos e as ferramentas lógicas que caracterizam a abordagem ergonômica para Interfaces Humano-Computador desenvolvida pelo LabUtil desde sua criação em 1995.

A primeira parte se refere aos fundamentos da abordagem ergonômica para engenharia de usabilidade de IHC. São assim apresentadas, nos capítulos 1, 2 e 3 suas bases teóricas, advindas das perspectivas sobre o trabalho, a psicologia cognitiva e da semiótica. A segunda parte se refere ao ferramental da abordagem, apresentando nos capítulos 4 e 5 duas ferramentas lógicas para o projeto e avaliação de sistemas

interativos: os critérios de qualidade das IHC ergonômicas e um modelo de componentes de IHC. Os capítulos 6, 7 e 8 referem-se ao ciclo da engenharia de usabilidade, abordado a partir das perspectivas de análise, síntese e avaliação.

A abordagem ergonômica para a engenharia da usabilidade de Interfaces Humano-Computador é caracterizada pela consideração dos conhecimentos disponíveis sobre habilidades e capacidades cognitivas humanas e dos aspectos ligados ao trabalho como ele é, efetivamente realizado. Os dispositivos de software interativo assim realizados, centrados nos usuários e suas tarefas, têm chances reais de serem adaptados aos usuários e adequados a suas tarefas. Seguindo os preceitos da abordagem ergonômica, estes aplicativos forneceria condução e feedback nas interações sempre falando a língua do usuário. As taxas de erros na realização da tarefa cairiam em função destas qualidades, mas também devido a apresentações e diálogos consistentes entre si e pela garantia do controle da interação ao usuário. A carga de trabalho diminuiria por meio de diálogos e telas compatíveis com as necessidades dos usuários em suas tarefas e por uma maior flexibilidade na interação.

Primeira parte : FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA ENGENHARIA DA USABILIDADE

1. O TRABALHO E SUAS PERSPECTIVAS

A análise do trabalho é inevitável para uma intervenção ergonômica, seja para a especificação, construção ou avaliação da usabilidade. Uma interface com o usuário, segundo a perspectiva ergonômica, deve proporcionar a realização de tarefas de modo eficaz, eficiente e agradável a seu operador. Na análise de uma situação de trabalho, o ergonomista ou o engenheiro de usabilidade, deve considerar os seguintes aspectos:.

- O Conteúdo do Trabalho: é caracterizado por objetivos, estratégias, informações, ferramentas, etc que podem ser analisados segundo as seguintes linhas de corte:
- Linhas de Corte:
 - Funcionamento e Utilização : a que separa lógica de funcionamento e lógica de operação do sistema;
 - Tarefa e Atividade : a que distingue o que deve ser realizado do que efetivamente é realizado;
 - A Dinâmica do Trabalho : a que diferencia o que é do que será...

1.1 Funcionamento e Utilização

Qualquer sistema ou dispositivo informatizado pode ser descrito segundo duas lógicas: a de seu funcionamento e a de sua operação ou utilização. A *lógica de funcionamento* descreve as inter-relações entre os componentes internos ao sistema, uma vez que as funções dos sistemas tenham sido acionadas ou solicitadas pelo usuário. A *lógica de operação* se refere ao uso do sistema pelo usuário para realizar suas atividades. Ela descreve os relacionamentos existentes entre objetivos dos usuários em suas tarefas e as entradas e saídas do sistema. A lógica de utilização é a desenvolvida através do conhecimento da interação com o sistema. Essa última é baseada na chamada imagem operativa; representação que se tem da realidade do

ambiente de trabalho, modificada e simplificada pelo que é funcionalmente significativo. A imagem operativa amplia os elementos pertinentes e elimina os secundários.

Enquanto a lógica de funcionamento baseia-se no conhecimento das funções e de seus mecanismos internos, a de utilização baseia-se nas repercussões visíveis do sistema. Os conflitos entre as duas lógicas evidenciam os pontos problemáticos, onde as pessoas desenvolvem mecanismos de regulação que podem ser custosos, tanto para elas como para a empresa.

Uma preocupação importante no projeto da interface de um sistema interativo é a mostrar claramente ao usuário os elementos da lógica de operação definida para o sistema. Por exemplo, apresentar corretamente na interface, o estado habilitado e desabilitado de opções de comando ou mostrar a necessidade do usuário criar pacotes (Zips) para guardar arquivos antes de compactá-los..

1.2 Tarefa e atividade

Uma outra distinção importante é a que divide o trabalho entre tarefa e atividade. Tarefa é o trabalho prescrito, e refere-se àquilo que a pessoa deve realizar, segundo sua chefia, seus colegas ou segundo ela mesmo. A atividade é trabalho como efetivamente realizado e refere-se ao modo como a pessoa realmente realiza sua tarefa.

O conteúdo da análise da tarefa é descrito em termos de metas e objetivos, procedimentos, regras e restrições, etc.. A coleta de informações é feita através de entrevistas, análise da circulação e tratamento da documentação, análise da organização do trabalho, das ligações entre os serviços, das características dos postos de trabalho, etc.. Em suma, busca-se compreender como o dispositivo funciona e como ele deve ser operado.

A análise da atividade visa entender como o sistema é efetivamente operado, e é feita através das observações "in loco" de sessões de trabalho real. As observações das interações estabelecidas entre operadores reais e o sistema podem ser organizadas de modo a cobrir situações de normalidade (i), de aprendizado (ii) e de incidentes (iii). A análise destas situações vai revelar aspectos importantes como

- as operações efetuadas, seu encadeamento, suas dificuldades, além dos tipos, freqüências, causas e condições de aparecimento dos incidentes.
- uma visão geral da utilização da informação, isto é, conhecer as informações realmente utilizadas e sua ordem, as informações que faltam, as inúteis e as que induzem a erros.

- as denominações dadas pelos usuários para as informações e operações por ele realizadas (linguagem operativa).

As diferenças existentes entre o que é previsto e o que se verifica na prática, tanto no que se refere ao funcionamento, como a operação do sistema, está certamente na origem de erros e incidentes ou de custosas estratégias de acomodação (jeitinho) desenvolvidas pelos operadores.

1.3 A Dinâmica do trabalho

Um dos princípios básicos da abordagem ergonômica para o desenvolvimento de sistemas de trabalho, sejam eles informatizados ou não, é o de "conhecer para modificar". É importante salientar que esta máxima se refere tanto aos usuários como a seu trabalho. Uma nova ferramenta vai implicar em novas formas de realizar o trabalho e em novas exigências sobre o usuário e sobre seu ambiente. As novas exigências sobre o usuário se referem em geral a mais formação e mais experiência na tarefa, na operação do sistema e da informática em geral. Elas podem representar também a necessidade de ampliação de suas habilidades motoras (velocidade de digitação, precisão de movimentos manuais), perceptivas (acuidade visual e sonora), cognitivas (memorização e recuperação) e psicológicas (sociabilidade e motivação para aprender). Sob o ponto de vista da tarefa, um novo sistema representa freqüentemente uma nova repartição de trabalho, uma nova arquitetura de objetivos, novas possibilidades ou limitações técnicas. Sob o ponto de vista do ambiente, a introdução de um novo sistema representa freqüentemente novas instalações, nova infra-estrutura, novos equipamentos, novos dispositivos, etc.

É preciso conhecer as exigências atuais e futuras, de modo a tornar tranqüila a transição entre os contextos de operação do velho para o novo sistema, e em conseqüência, evitar problemas de usabilidade.. A introdução de uma nova ferramenta terá um impacto maior ou menor, dependendo da compatibilidade entre as novas e as velhas exigências sobre o usuário e suas formas de realizar o trabalho.

A análise e especificação de sistemas inovadores é dificultada pela aparente inexistência de um quadro de comparação entre o que é e o que será o contexto de realização da tarefa. Freqüentemente, este fato é citado como justificativa para a não realização de uma boa análise do existente. Entretanto, e antes de negar a pertinência da análise do trabalho, propõe-se que se busque analisar a tarefa com sistemas relacionados ao sistema pretendido (estado-da-arte), que na maioria dos casos existem efetivamente. Por traz desta

proposta esta a constatação de que em geral a inovação se dá pela evolução, e não pela revolução face o existente. Assim é possível aplicar o princípio de "conhecer para modificar" sobre uma *tarefa futura*, apoiada por um sistema ou interface análoga ao que se pretende desenvolver. De fato, entrevistar, observar e analisar, usuários de sistemas representando o estado-da-arte do projeto é uma estratégia válida para conhecer, com uma apreciável antecedência, as vantagens e inconvenientes de lógicas de operação que poderia ser adotadas no novo sistema. Esta atividade pode ser vista como o primeiro ciclo de prototipagem & teste do desenvolvimento de um sistema. Com efeito, a análise do estado da arte assume no desenvolvimento da usabilidade, uma pertinência bem maior do que a usual em engenharia de software.

1.4 O conteúdo do trabalho

Além de conhecer sobre a natureza das lógicas, perspectivas e dinâmica de um sistema de trabalho, é fundamental conhecer o seu conteúdo em termos de objetivos, métodos, condições, estruturas, etc.. Para sistematizar as análises, o engenheiro de usabilidade pode adotar alguma ferramenta, como o formalismo M.A.D. (Scapin, 1993), que permitirá recolher de forma sistemática os elementos que descrevem ou especificam o trabalho em diversas situações de análise, nas quais tanto uma tarefa, como uma atividade, podem ser descritos por meio dos seguintes elementos :

- Objetivo último a alcançar (o que o operador deve realizar);
- Decomposição em sub-tarefas/sub-objetivos;
- Relações entre as sub-tarefas (sequenciais, paralelas, alternativas, facultativas, etc);
- Nomes, denominações e definições das sub-tarefas;
- Objetivos a alcançar nas sub-tarefas;
- Métodos ou a sequência de ações que o operador utiliza em cada sub-tarefa para alcançar seus objetivos (como o operador realiza sua tarefa);
- Estados inicial e final do sistema para cada sub-tarefa (quais informações são utilizadas e quais as informações que são produzidas em cada etapa);
- Pré- e pós-condições das sub-tarefas, que se referem a atributos dos elementos pertencentes aos estados inicial e final do sistema, que devem ser satisfeitos para autorizar o início de determinada ação.

Além desses elementos, as tarefas individualmente apresentam atributos:

- FAC (facultativa) : a tarefa não é obrigatoriamente executada, mas que ela pode ser observada em certas condições. Ela não indispensável para a tarefa mas, assim mesmo, merece ser anotada, sobretudo numa perspectiva de concepção.
- @ (repetitiva) : a tarefa pode-se repetir várias vezes.
- PRIOR (prioritária) : tarefa que pode interromper outras. Permite atribuir níveis de prioridade entre as tarefas e saber que tarefas podem interromper a tarefa em curso.
- INTER (interruptível) : a tarefa é ou não interruptível. Este atributo permite exprimir que uma tarefa pode ser interrompida ou não pelos eventos externos. Assim que a tarefa termina, a tarefa interrompida é repetida nas condições explicitadas pelo valor do atributo.

Por outro lado, as tarefas e as atividades compostas apresentam componentes inter relacionadas logicamente, formando uma estrutura hierarquizada. Os construtores das estruturas de tarefas segundo M.A.D. são os seguintes:

- -SEQ (estrutura seqüencial): subtarefas são executadas em seqüência, i.e., uma após a outra, numa dada ordem. Enquanto a primeira tarefa não esteja determinada, fica certo de que a segunda não será feita. As subtarefas de uma seqüência não podem interromper uma às outras.
- -PAR (estrutura paralela): exprime que a ordem das subtarefas não foi imposta à priori e que podem existir tarefas de interrupção. Cada subtarefa tem um nível de prioridade. As pré-condições das subtarefas de mais alta prioridade são testadas. A ordem de execução de várias subtarefas de mesma prioridade é determinada ao acaso. Enquanto uma tarefa interruptível é executada as tarefas de prioridade superior são ditas de interrupção
- -ALT (estrutura alternativa): estrutura que permite indicar uma tarefa que se pode executar de várias maneiras, mas apenas uma das subtarefas é efetuada. Para determinar qual subtarefa se efetua, as pré-condições detonadoras de cada uma delas serão testadas.
- -SIM (estrutura simultânea): é uma estrutura em que que um ou mais operadores possam executar duas ou mais tarefas ao mesmo tempo. O funcionamento é o mesmo que o de PAR com a diferença de que várias tarefas podem ser executadas ao mesmo tempo. Uma tarefa SIM termina quando todas as subtarefas não facultativas foram executadas ao menos uma vez ou então quando as pós-condições fim de tarefa estão verificadas.

Um passo importante da análise do conteúdo do trabalho refere-se à validação das descrições e informações que foram coletadas e que compõem as representações sobre o trabalho. Para tanto esta etapa deve prever a realização de observações “in-loco” do trabalho do usuário. É especialmente recomendado que seja solicitado aos operadores que verbalizem sobre quais os objetivos, critérios, diagnósticos e razões das decisões tomadas. Pode-se prever meios de registro em vídeo, áudio e um bloco de anotações para capturar os aspectos citados em três tipos de situações; situação de normalidade, situações consideradas críticas e situações de erros e incidentes.

- Situação de Normalidade: A análise de atividades normais é feita através de observações contínuas procurando abranger toda a duração do trabalho. Em especial deve-se confrontar a descrição da tarefa realizada na etapa anterior de análise com o que é realmente realizado pelo usuário em termos de objetivo último a alcançar, decomposição da atividade em sub-atividades/sub-objetivos, relações entre as sub-atividades (sequenciais, paralelas, alternativas, facultativas, etc). Deve-se verificar em particular, os graus de dificuldades na realização das atividades.
- Situações críticas A partir do que foi levantado na etapa de análise da tarefa, algumas situações podem ser consideradas problemáticas ou críticas e devem ser observadas com maior atenção. A observação destas situações se faz então por amostragem de períodos escolhidos. Nelas deve-se confrontar a descrição da tarefa prescrita com a atividade realizada pelo usuário em termos de métodos empregados e do fluxo de informação nesta parte do sistema.
- Situações de Erros e Incidentes As situações de erros e incidentes são de difícil observação, tanto pela dificuldade de prever sua ocorrência como pela dificuldade de seguir seu processo. Recomenda-se então que sejam preparadas simulações, in-loco (no local de trabalho) ou em laboratório. Dependendo do sistema, as do primeiro tipo podem ser dispendiosas para empresa, operador e analista. Portanto sua realização deve ser alvo de uma estudo custo X benefício cuidadoso. Um outro tipo de simulação poder ser realizado em um cenário fora da situação de trabalho. Uma situação hipotética deve ser apresentada verbalmente ao usuário que deverá descrever os procedimentos para a recuperação da situação de normalidade.

Assim, a visão geral da tarefa, é complementada por um levantamento em termos das informações envolvidas com a sua realização efetiva. Desta forma pode-se conhecer quais são;

- as informações necessárias e a ordem em que tornam-se disponíveis;
- as informações que são difíceis de obter;
- as informações que são inúteis (não são utilizadas);
- as informações que são impertinentes (que atrapalham e induzem a erros de interpretação).

Também pode-se obter informação complementar sobre as tarefas e sub-tarefas;

- quais são as mais frequentes
- quais são os horários (duração) e modo de utilização
- quais as deficiências, problemas e incidentes encontrados. Em particular deve-se identificar suas causas, condições de aparecimento, frequência e os procedimentos para a sua recuperação.

2. A PSICOLOGIA COGNITIVA

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. Considerar o usuário significa conhecer, além das informações provenientes da análise ergonômica do trabalho (idade, sexo, formação específica, conhecimentos, estratégias, etc...), também aquelas ligadas as suas habilidades e capacidades em termos cognitivos. Na medida em que se pretende o computador como uma extensão do cérebro humano, é fundamental conhecer como se processam os tratamentos cognitivos na realização de uma tarefa informatizada.

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados em psicologia sobre o tratamento da informação. A descrição das leis gerais sobre o comportamento (behaviorismo) é complementada, não sem controvérsias, pela descrição dos mecanismos que explicam o seu funcionamento (cognitivismo). Em suas intervenções para a concepção e avaliação de interfaces humano-computador, os ergonomistas devem valer-se dos resultados de ambos os tipos de estudos; os enfocando comportamentos humanos e os centrados nas estruturas cognitivas humanas

2.1 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 modelos mentais ou representações que montam a partir de uma realidade. Esses modelos, que condicionam totalmente o comportamento do indivíduo, constituem a sua visão da

realidade, que é modificada e simplificada pelo que é funcionalmente significativo para ele. O sujeito amplia os elementos pertinentes e elimina os secundários estando apresentação resultante intimamente ligada aos conhecimentos já adquiridos e a compreensão que o indivíduo tem de um problema. Os modelos mentais relativos a um sistema interativo, por exemplo, variam de indivíduo para indivíduo, em função de suas experiências passadas, e evoluem no mesmo indivíduo, em função de sua aprendizagem.

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

- os modelos mentais relativos a uma interface correspondem a um conjunto de conhecimentos semânticos (conceitos) e procedurais (procedimentos) que é particular a cada usuário.
- os modelos mentais desenvolvidos por projetistas e por usuários se diferenciam grandemente;
- os modelos mentais desenvolvidos por indivíduos, que exercem diferentes funções com o sistema, gestão ou de operação, por exemplo, se diferenciam grandemente. Neste caso são evidentes as diferenças nas representações mentais de quem opera um sistema assídua e freqüentemente, de quem o faz de maneira esporádica ou intermitente;
- os modelos mentais desenvolvidos por usuários novatos e por experientes se diferenciam grandemente;

A interface humano-computador deste sistema, deve ser flexível o suficiente, para adequar-se aos diferentes tipos de usuários, ao mesmo tempo em que possa adaptar-se à evolução das características de um usuário específico durante seu processo de aprendizagem com o sistema.

As teorias cognitivas descrevem dois tipos básicos de modelos mentais, os que representam procedimentos e os que representam conceitos. Ambos se organizam em redes hierárquicas de conhecimentos, semânticos e procedurais sobre, por exemplo, os significados das funções do sistema interativo e sobre como se operam estas funções. As lógicas de funcionamento (conceitos) e de operação (procedimentos) de um dispositivo estão associadas à natureza destes dois tipos de representações mentais e contribuem igualmente para o seu entendimento. Daí a necessidade dos textos de ajuda explorarem estas duas perspectivas de um software interativo; como funcionam e como se operam suas funções.

Para o projeto de interfaces humano-computador, além da variabilidade, nos indivíduos e no tempo, é importante saber o que favorece ou limita a elaboração, armazenagem e a recuperação destas representações em estruturas de memória e

por meio da percepção da realidade. Isto será tratado nos tópicos sobre a memória.

2.2 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 a sua adaptação e a sua sobrevivência.

A percepção está delimitada pelo conjunto de estruturas e tratamentos pelos quais o organismo impõe um significado as sensações produzidas pelos órgãos perceptivos.

Gagné (1962) distingue, na atividade de percepção três níveis distintos de processos:

- processos de detecção ou neuro-fisiológico: constatar a existência de um sinal;
- processos de discriminação (de identificação) ou perceptivo: classificar as informações em categorias. Esta função só é possível se anteriormente houve a detecção e se já existirem categorias memorizadas;
- processos de interpretação (tratamento das informações) ou cognitivo: dar um significado às informações. Esta função só é possível se anteriormente houve a detecção, a discriminação e se já existirem conhecimentos memorizados.

Inicialmente, pode-se distinguir *sensação* da *percepção* que, nas atuais obras de psicologia, são tratadas como dois níveis 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 e de coordenação, 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, interessa menos as condições do estímulo que permitem a percepção, e mais o significado correspondente à um certo estímulo, isto é, o conhecimento do “objeto”, tal como ele é percebido.

A *cognição* caracteriza-se por um processo ou um caminho de duas vias : de baixo para cima (botton-up) e de cima para baixo (Up-down). Com efeito, o percebido não é uma fotografia fiel do ocorrido, pois a informação que resulta do processo de detecção é muitas vezes incompleta, e é integrada com uma informação 'parecida' que desce da memória. Assim, é possível uma atribuição de significado rapidamente, ainda que de forma equivocada. De fato, uma informação "parecida" guardada na memória nem sempre corresponde a realidade. Assim, no processo da percepção humana, ganha-se em rapidez, mas perde-se em precisão.

Estes processos se verificam, com maior ou menor variação no conjunto de *sistemas autônomos* que caracterizam a percepção, e que são apresentados a seguir.

2.2.1 A percepção visual

O sistema visual humano é organizado segundo os níveis neuro-sensorial, perceptivo e cognitivo.

O nível neuro-sensorial envolve a transformação dos traços elementares da estimulação visual em primitivas visuais.

A nível perceptivo, estas primitivas são estruturadas seguindo diversos mecanismos conhecidos como Leis da Gestalt. Estas leis descrevem as condições de aparecimento de grupamentos e incluem os princípios básicos de: proximidade, similaridade, continuidade e conectividade. A percepção de contornos, a segregação figura-fundo e a ocorrência de ilusões óptico-geométricas são fenômenos da estruturação pré-semântica. Mesmo que possam corresponder à aparência de um objeto, elas ainda não permitem sua identificação.

Para tanto é necessário montar uma representação espacial (3D) e recuperar os conhecimentos prévios sobre o significado do objeto.

2.2.2 A percepção auditiva

O sistema auditivo humano recebe as informações de fontes sonoras simultâneas de maneira seletiva. As representações acusticamente coerentes, denominados objetos ou "imagens" auditivas, são organizadas em processos perceptivos (organizadores) paralelos e seqüenciais. Os processos paralelos organizam os eventos sonoros segundo sua amplitude, freqüência, forma espectral e posição. Os processos seqüenciais lidam com sucessões de eventos acústicos percebidos na forma de um fluxo. Os componentes de um fluxo sonoro apresentam continuidade, como em uma melodia, e são classificados por relações de freqüência, cadência, intensidade, conteúdo espectrais, etc.

2.2.3 A percepção da fala

A percepção da linguagem falada está organizada na forma de uma série de sucessivos processos de codificação.

A nível neuro-sensorial ocorre a codificação neuronal dos estímulos fonéticos. A informação sobre a estrutura espectral destes índices é extraída e estocada numa memória sensorial de curtíssimo termo.

Isto permite a análise dos índices acústicos pertinentes que são confrontados com os traços fonéticos característicos de uma linguagem específica. Ocorre então a filtragem das variações

fonéticas que não são características, de maneira a isolar as unidades silábicas pertencentes aos idiomas dominados pelos indivíduos.

A nível lexical se dão os tratamentos de acesso ao léxico e de identificação das palavras. À nível sintático ocorre a integração das informações lexicais e sintáticas com a interpretação da mensagem recebida, à nível semântico.

2.2.4 *Atenção e Vigilância*

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.

A *atenção* e a *vigilância* desempenham um importante papel de regulação de todas as entradas de informações, tanto para as detecções dirigidas pelo sujeito (voluntárias e conscientes), como para as recepções impostas pelas estimulações externas. O meio ambiente é analisado e explorado, de forma seletiva. A exploração é dirigida por esquemas antecipatórios, que determinam a disponibilidade frente a diferentes tipos de configurações (ópticas, sonoras, etc.) e a planificação da ação perceptiva. Esses esquemas são desenvolvidos a partir da história pessoal e profissional de cada indivíduo. O resultado da exploração perceptiva modifica o esquema inicial que, por sua vez, modifica a exploração e, assim, sucessivamente.

A orientação perceptiva se traduz por uma filtragem considerável dos sinais, sobre os quais a percepção não é focalizada. Ela está ligada ao curso da ação no qual o sujeito encontra-se engajado, num determinado momento e, em particular, aos objetivos que ele persegue. Da mesma forma, ela depende da competência do sujeito, a qual permite um conhecimento da probabilidade do aparecimento de certos sinais, e do significado de uma série de eventos.

Por exemplo, a representação que um usuário de um provedor de acesso à Internet tem sobre o processo de conexão por linha telefônica comporta um conhecimento sobre os objetivos desta fase, uma previsão sobre a evolução esperada com os ruídos produzidos pela linha telefônica e pelo modem, a antecipação dos sinais e mensagens apresentados na interface e a preparação para o curso da ação seguinte (efetuar o login, por exemplo).

Os processos de atenção e vigilância podem acarretar na ocorrência de sinais que, por não serem esperados, não são percebidos, mesmo que estejam dentro do campo perceptivo. Por outro lado, pode ocorrer a percepção de sinais esperados, mesmo que não sejam exatamente eles, os detectados. Para

evitar estes fatos, é preciso que estes sinais se imponham ao que está sendo esperado, através de características físicas diferenciadas (nível ou frequência sonora, luminosidade, cor, etc.). O projetista de uma interface, consciente deste fato, deve diferenciar sinais ligados a situações de anormalidade para que escapem dos processos antecipatórios da atenção e vigilância.

2.3 A memória

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

A capacidade de memorização humana pode encadear os seguintes processos:

- Reconhecimento: é a capacidade humana de reencontrar no seu campo perceptivo elementos anteriormente memorizados (reconhecer o nome de uma opção de menu após algum tempo sem vê-la).
- Reconstrução: é a capacidade humana de recolocar os elementos memorizados na sua organização anterior (qual é o caminho na estrutura de menus e as ações nas caixas de diálogo para a configuração de uma tabulação de parágrafo definida?). Esta capacidade representa um misto entre reconhecimento, de uma parcela do modelo mental considerada válida e a lembrança de novos elementos para complementar o todo.
- Lembrança: é a capacidade humana de recuperar, de forma integral, uma situação anteriormente vivenciada, sem a presença de nenhum dos elementos dessa situação (lembrar-se da sintaxe correta de comandos a serem entrados em uma linha de comando).

Os conhecimentos científicos atuais não permitem definir, de forma exata, os “custos fisiológicos” associados a estes processos. Entretanto, no que se refere a uma pessoa que se vale de um aplicativo de produtividade, como um editor de textos ou planilha, de forma intermitente, é possível considerar que a lembrança do nome exato de um comando, para entrada em uma linha, seja mnemonicamente mais custosa em relação a seu reconhecimento em um painel de menu.

O armazenamento e a recuperação da informação podem ser explicados a partir de fenômenos em dois níveis de atividades: as neuro-fisiológicas e as cognitivas (tratamento da informação).

2.3.1 Modelos cognitivos para a memória

Os modelos cognitivos descrevem a memória humana a 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 tempo (MCT) e a memória de longo tempo (MLT).

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

A parte do registro sensorial que é pertinente face o curso das ações dos usuários é selecionada para um tratamento mais elaborado, sendo armazenada em uma estrutura de memória denominada memória de curto termo -MCT- ou memória de trabalho – MT-.

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 volátil e limitado, indiferente ao formato da informação e passivo em relação ao nível de evocabilidade exigido. Já o modelo de memória de trabalho – MT – define esta memória intermediária como um centro de tratamentos, composta de dois sub-sistemas especializados, um nos tratamentos auditivos e outro nos tratamentos visuais-espaciais, com capacidade, volatilidade e acessibilidade diferentes, variando para tipos de indivíduos. Para muitos indivíduos a memória de trabalho visual é maior e menos volátil ao contrário da memória de trabalho sonora, mais volátil e com menor capacidade. 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 registros permanentes, os esquemas, que representam a base de conhecimentos do indivíduo. A permanência da informação na memória de longo termo – MLT – não está sujeita à limitações de ordem temporal, o que não implica em uma acessibilidade permanente. O esquecimento, nesta memória é descrito como incapacidade de recuperação e é causado pelo aumento em número e semelhança dos conhecimentos declarativos (conceitos), e pela incompatibilidade entre os contextos de codificação e de recuperação dos conhecimentos procedurais (procedimentos). Para favorecer estes processos, os projetistas de IHC devem investir na organização, categorização, diferenciação e discriminação das informações apresentadas sobre estas interfaces.

Na correlação com os modelos mentais, existem dois tipos de esquemas de memória (de trabalho e permanente); os episódicos e os semânticos.

A memória episódica guarda o conhecimento de ordem procedural, essencialmente dinâmico e automatizável, como seqüência de diálogo, ou caminhos em uma interface. O efeito do contexto (intrínseco, interativo, psicológico) é o fator determinante da recuperação da episódios. Um bom desempenho depende da compatibilidade entre as situações no momento do registro e no momento da recuperação da informação.

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 aos nós vizinhos. Aqui, a organização, classificação e diferenciação das informações apresentadas nas IHC garantem um bom desempenho humano.

2.4 O Raciocínio e o Aprendizado

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 conhecimentos 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 dedutiva, como o tratamento do tipo algorítmico é dirigido por programas e corresponde a procedimentos pré-determinados, mais ou menos automatizados.
- A inferência é indutiva quando se parte de premissas verdadeiras, chegando-se à uma conclusão mais geral, não necessariamente verdadeira (generalização). A analogia é uma forma de raciocínio indutivo que baseia-se em conhecimentos estocados na memória para compreensão de uma situação desconhecida. Trata-se de um tipo de raciocínio que visa a estabelecer uma relação de similaridade entre dois objetos ou situações diferentes.

Na repartição homem-máquina, os projetistas de IHC devem considerar que os humanos têm dificuldades para o raciocínio algorítmico, dedutivo, tendo melhores possibilidades em analogias e deduções.

Segundo uma abordagem cognitivista, a aprendizagem pode ser entendida como o processo de modificação das representações acumuladas nos esquemas declarativos e procedurais, fruto das inferências internas ou de atividade perceptiva. A nível de conhecimentos, a aprendizagem define a competência (saber), e à nível de comportamento, ela define o desempenho (saber-fazer).

O progresso na aprendizagem não acontece exclusivamente pela acumulação de conhecimentos (mudanças quantitativas), mas também pela eliminação de hipóteses falsas, de restrições inoportunas e pela substituição de procedimentos (mudanças qualitativas).

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.

2.5 O Curso das Ações

O curso das ações dos indivíduos para a realização de uma tarefa encadeia processos ou atividades cognitivas em três etapas principais: análise da situação, planificação e controle das ações.

2.5.1 A análise de uma situação

A fase de análise inicia-se pela percepção orientada, sendo composta das seguintes etapas:

- ativação: um sinal chama a atenção do indivíduo, levando-o à orientar seus sentidos na direção da fonte desta informação, o que provoca um estado de alerta;
- observação: a partir do estado de alerta, o indivíduo coleta dados sobre o ambiente, sistema de produção e meios de trabalho;
- categorização: o indivíduo dispõe agora de um conjunto de dados que pode ser decodificado e coordenado no sentido de elaborar uma representação do estado do sistema;
- interpretação: nesta etapa, o indivíduo determina as causas e as consequências do estado do sistema sobre a evolução da situação de trabalho.

2.5.2 A planificação das ações

Tendo sido montada uma representação da situação, as próximas etapas de tratamentos cognitivos se referem a avaliação de quais são as possibilidades de ações, selecionar uma e planejar a sua realização:

- avaliação das possibilidades: a partir das características técnicas, organizacionais e humanas, o indivíduo avalia as diferentes soluções possíveis e escolhe a “estratégia ótima”, aquela que melhor lhe permite satisfazer à um conjunto de critérios contraditórios, como custo para o sistema de produção e custo para ele próprio;
- definição da tarefa: o indivíduo, segundo esta estratégia, fixa os objetivos e determina os meios necessários para atingí-los;
- definição de procedimentos: consiste na definição de numa seqüência ordenada de operações a serem efetuadas;

A definição ou seleção de uma tarefa a ser realizada garante a alocação dos recursos cognitivos necessários para a sua planificação e para o seu controle. Este processo de seleção é guiado por mecanismos motivacionais (motivação), envolvendo o produto de três fatores: a importância da tarefa do ponto de vista das motivações do indivíduo, a esperança de sucesso nesta tarefa e o custo cognitivo para a sua realização. A importância é um parâmetro que evolui no tempo e depende também da urgência da tarefa. A esperança de sucesso depende não somente da freqüência de sucessos anteriores, mas também da crença que tem o indivíduo de que o sucesso está sob o seu controle. A tarefa escolhida é a de custo cognitivo mais baixo, para a qual a força de intenção é a mais forte.

Assim, se pode identificar tarefas e situações custosas:

- quando o número de informações a serem detectadas e tratadas é elevado;
- quando a redundância ou semelhança entre as informações a serem memorizadas ou recuperadas for elevada;
- quando o tempo de apresentação das informações for reduzido;
- quando os prazos para elaboração de respostas motoras em relação à percepção das informações forem diminutos, etc..

A planificação das atividades se refere a fixação de objetivos e elaboração de planos e se baseia em uma representação hierárquica de espaços abstratos. A estrutura

geral do problema é representada, mas os detalhes menores são abstraídos. Resolve-se o problema por refinamentos sucessivos, introduzindo-se os detalhes dos espaços abstratos dos níveis inferiores. A planificação não passa de uma hipótese de trabalho, pois ela necessita de avaliações e de ajustes constantes.

2.5.3 O Controle das ações

A fase de planificação termina com a execução dos procedimentos, isto é, na realização da tarefa. Uma vez executadas, as ações são controladas e avaliadas em termos dos resultados obtidos.

A partir das entradas e saídas possíveis na realização e controle das ações Rasmussen (1981) propõe uma formalização de três diferentes tipos de comportamentos humanos; os baseados em habilidades, os baseados em regras; os baseados em conhecimentos.

Os comportamentos baseados em habilidades (skills) são 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 em paralelo com outras atividades. Um exemplo de um encadeamento sensório-motor complexo é o digitar. Dentro de certos limites, as variações do estado do teclado, ou as mudanças de velocidade, são tratadas sem intervenção da consciência para assegurar a continuidade da progressão da tarefa.

Os comportamentos baseados em regras (rules) são sequências 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. As atividades conscientes de um usuário experiente na realização de tarefas rotineiras com um software editor de textos pertencem a este tipo de tratamento.

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 a própria tarefa. Uma tarefa pode ser familiar para um indivíduo, mas totalmente nova para outro.

A avaliação dos resultados da ação é um componente fundamental na modificação da representação que se tem do problema. Ela necessita 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.

3. A COMUNICAÇÃO E A SEMIÓTICA

"A civilização humana depende dos sinais e dos sistemas de sinais; a inteligência humana é inseparável do funcionamento dos sinais."

Morris, C. -Fundamentals of the theory of signs.

A comunicação interação humano-computador pode ser vista como um processo de comunicação entre dois sistemas cognitivos que fazem tratamento de informação simbólica. De um lado, o ser humano, cujas estruturas cognitivas examinadas no capítulo anterior, tratam representações, portanto simbólicas, da realidade. De outro, o computador, visto como uma máquina simbólica que realiza tratamentos de sinais produzidos pelos programadores para produzir os sinais que os usuários interpretam e manipulam em suas interfaces.

Para poder apoiar as decisões de projeto da interação humano-computador, o ergonomista deve conhecer as bases de funcionamentos destes dois sistemas de tratamentos simbólicos e a forma como eles se comunicam.

Neste tópico são apresentadas as bases da comunicação humana e das estruturas dos sistemas de sinais, a semiótica.

3.1 A Teoria de Comunicação

Os componentes da teoria da comunicação são um emissor, uma mensagem, um contexto de referência, um código e um receptor. Algumas funções se estabelecem a partir das relações entre estes componentes. Uma mensagem carrega um significado, mas também a atitude do emissor frente ao objeto. Assim, uma mensagem muitas vezes é ambígua e são as relações entre mensagem e seu contexto de referência que podem estabelecer uma comunicação lógica e objetiva. Relações objetivas e afetivas, são as bases, ao mesmo tempo complementares e concorrentes da comunicação.

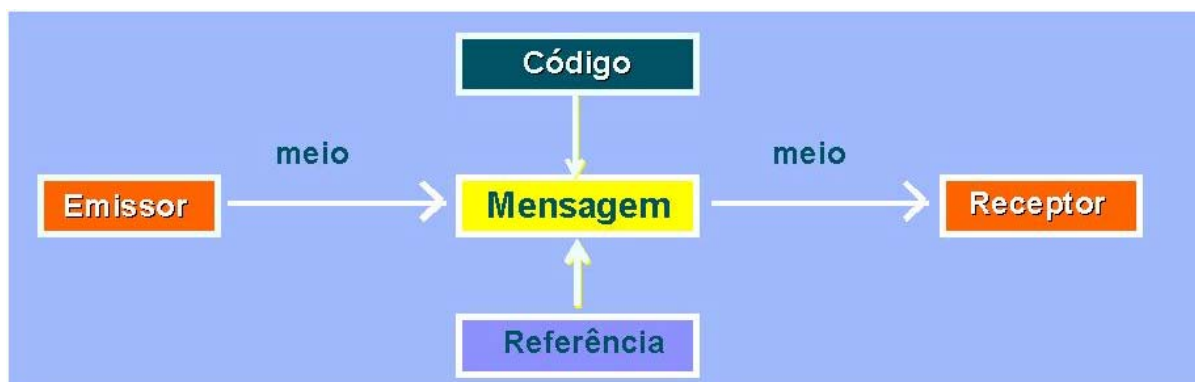


Fig. 3.1 O Modelo de Comunicação de Prieto

Um código define convenções entre significantes e significados. Ele resulta de um acordo entre os usuários de um sistema de sinais que reconhecem esta relação e a respeitam no emprego do sinal. Este acordo pode ser mais ou menos explícito, o que separa dois grandes tipos de relações: as motivadas (implícitas) e as arbitrárias (explícitas). Os códigos motivados se verificam quando existe uma relação natural entre mensagem e referência. É o caso das analogias que emprestam aos símbolos e ícones (imagens), de um modo mais ou menos abstrato, a aparência dos objetos ou das funcionalidades que eles representam. Nos formalismos das ciências exatas os códigos são geralmente arbitrários e funcionam por pura convenção estabelecida que é conhecida pelos usuários do sistema de código. Além disto sua eficácia é garantida por uma correspondência unívoca entre mensagem e referência (monosemia). Nos chamados códigos estéticos ou poéticos verifica-se em geral uma convenção enfraquecida por uma polissemia uma expressão ligada à diversos conteúdos. Cabendo ao receptor escolher um sentido entre os diversos possíveis. A ambigüidade do sinal polisêmico geralmente desaparece quando se considera o contexto da mensagem.

Uma outra categoria de códigos, os sensoriais (Ware, 1992), estão ligados às primeiras etapas do processamento sensorial da informação. Eles tendem a ser estáveis frente à indivíduos e culturas. Os elementos básicos da gramática sensorial estão baseados em estruturas fisicamente presentes no mundo. As leis da Gestalt, derivadas dos próprios mecanismos da percepção de objetos, fornecem exemplos de sinais cujo significado é definido nas primeiras etapas da cognição. Os fatos dos objetos possuírem superfícies, estarem sujeitos à lei da gravidade e da luz se propagar em linha reta independem de uma cultura específica. O interesse na identificação de uma gramática sensorial envolve a naturalidade e a facilidade de utilização de um esquema representacional que seja válido em uma grande variedade de contextos.

3.1.1 *Indicação e Significação*

Os atos simbólicos são de dois tipos: notificativos e significativos. Um ato notificativo simplesmente indica ao receptor que o emissor se propõe a emitir um sinal. Um ato significativo informa ao receptor que a classe à qual pertence a mensagem que chega é uma classe familiar, isto é, capaz de ser tratada. A operação final consiste na seleção de uma entre todas as mensagens que compõem a classe de significados para a sua interpretação. Para Prieto cada ato comunicativo carrega em si uma intensão por parte do emissor. Sem intensão não haveria comunicação. Já para Eco, o critério da intencionalidade é irrelevante.

3.2 A semiótica

Os sistemas de sinais começaram a ser estudados no início do século XX, quando Peirce e Saussure lançaram as bases de duas disciplinas dedicadas aos sinais; respectivamente, *semiótica* e *semiologia*. Peirce enfocou a lógica da função chamada sinal e Saussure enfocou sua função social. Este capítulo, é dedicado à semiótica, a ciência que estuda a lógica dos sistemas de sinais: linguagens, códigos, sinalização, etc.

3.3 Os componentes de um sinal

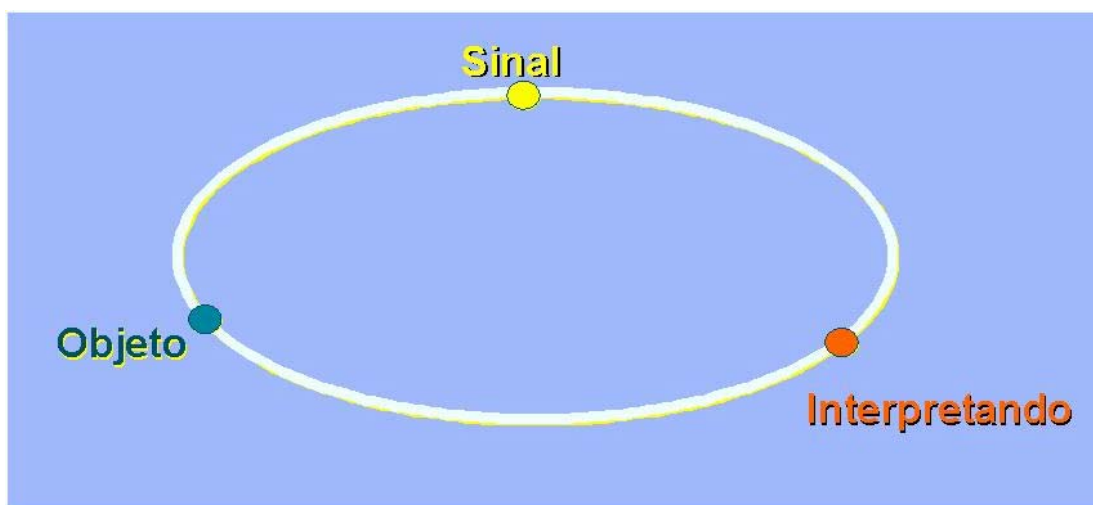


Fig.3.2 – A tríade de Pierce

A tríade de Peirce mostrada na figura 3.2, é uma representação dos componentes dos sinais e de suas inter-relações. Ele envolve um sinal (ou expressão) **S**, um objeto de referência (ou conteúdo) **R**, e uma pessoa que o interpreta (interpretando) **I**.

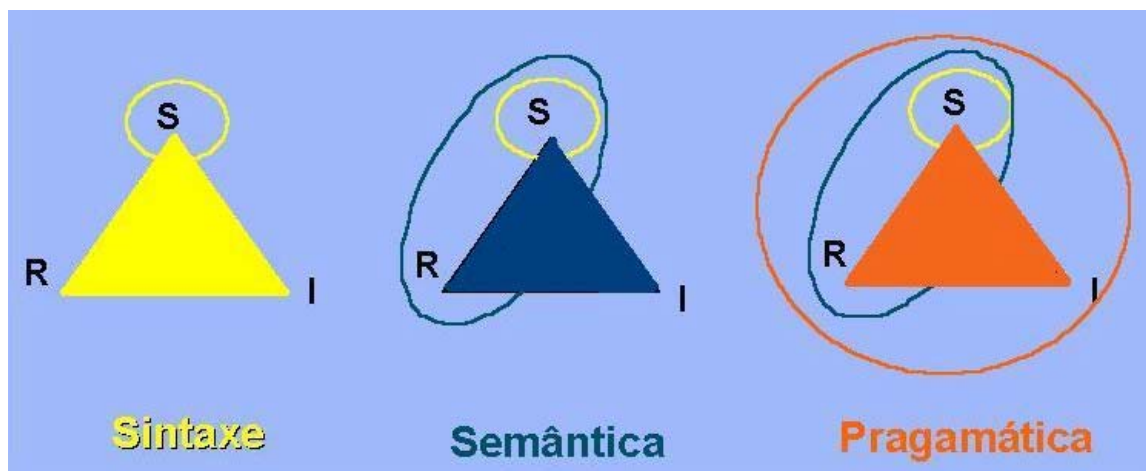


Fig. 3.3 - As relações semióticas

Segundo este esquema, um sinal ocorre somente quando ele for interpretado na mente de uma pessoa. As relações envolvendo os três fatores de um sinal definem as dimensões pragmática, semântica e sintática da semiótica (fig. 3.3)

. A relação entre sinais (expressão) define a sintaxe de um sistema, que é descrita por um conjunto de regras do tipo; *tal sinal "determina" ou "é determinado" por outro, ou "é independente" em relação a outro*. A semântica associa sinais (expressões) aos objetos (conteúdos) que eles representam, e é descrita por um conjunto de regras (arbitrárias ou naturais) do tipo; *um sinal "designa" ou "denota" um objeto*. A relação pragmática relaciona sinais e objetos com seus interpretandos e é descrita em termos de; *um sinal "exprime" ou "significa" um objeto para mim*. É quando uma pessoa conhece as regras que permitem entender as relações entre os sinais (sintaxe) e destes com seus objetos (semântica). Uma palavra pode ter diversos designações previstas, mas apenas uma é a que se encaixa em um determinado contexto (ex. Capital – cidade sede de um governo, quantia em dinheiro, algo importante,...)

3.4 A formação de um sinal

Hjelmslev estudou o sinal como uma relação ou uma função, que associa um conteúdo à uma expressão na mente da pessoa que o interpreta (fig. 3.4).

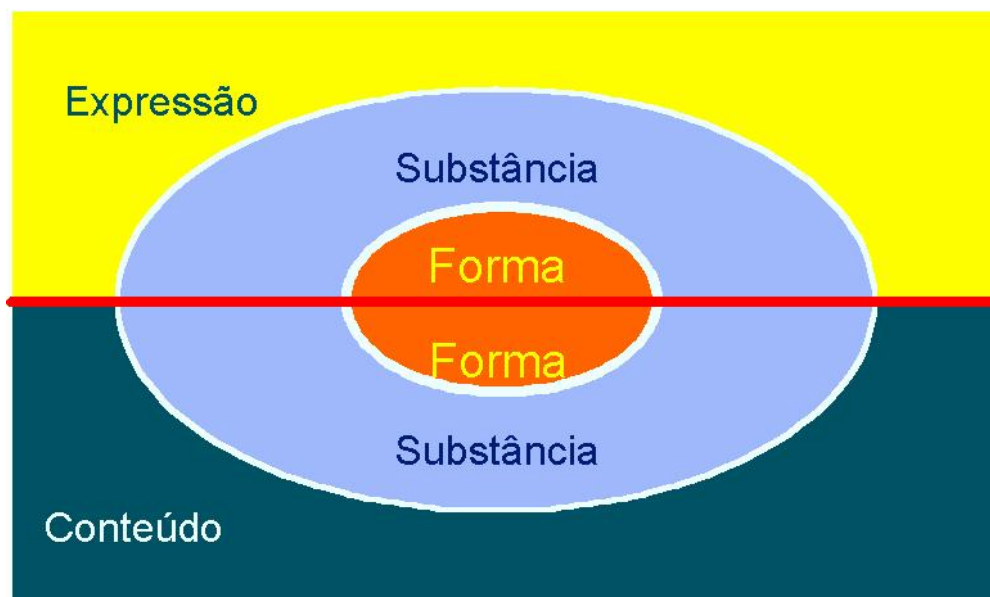


Fig. 3.4 – A Semiosis ou formação de um sinal

A expressão é a dimensão manifesta de um ato simbólico. Ela pode envolver diversas substâncias, por exemplo: gestos, movimentos, sons, pontos no papel, pixels na tela, etc. O conteúdo de um sinal se realiza na mente da pessoa que o interpreta e corresponde a um conhecimento sobre um objeto ou

propriedade do mundo. As dimensões conteúdo e expressão são interdependentes, o que significa que um sinal não existe sem uma delas.

Conteúdo e expressão apresentam forma e substância. A substância representa uma característica do contínuo que é instanciada por uma forma. A forma surge no momento do ato simbólico quando a substância instanciada passa a ser diferenciável em relação a uma outra instância e pertinente em relação ao conteúdo ou a expressão. Desta forma, os fatores decisivos em um sinal são suas formas. O significado de um sinal denota uma classe formada por todas as mensagens que um sinal admite. Inversamente, por significante entende-se a classe formada por todas as mensagens que uma mensagem admite. Mensagem e sinal são instâncias de significado e significante (fig. 2.5). O procedimento de análise denominado "teste de comutação" permite a identificação destas duas classes de variantes.

Por outro lado, as formas de sinais podem ser articuladas. A primeira articulação se verifica quando existe uma correspondência simbólica entre os fatores (partes) da forma da expressão e os fatores (partes) da forma do conteúdo de um sinal. Estes fatores são denominados *signos*. Por exemplo, o número 201 indica um apartamento localizado no segundo andar (2), de frente e à direita da fachada (01). A segunda articulação se verifica em um sinal já articulado cujos signos não são formados por outros signos. Neste caso estes fatores são denominados de *figuras*. As figuras ocorrem quando não existe uma correspondência entre os fatores da forma de expressão e de conteúdo de um sinal ou de um signo. Os sinais da linguagem escrita ou falada apresentam dupla articulação, na medida em que grafemas ou fonemas, os componentes elementares das palavras, constituem figuras.

3.5 A semiótica computacional

A semiótica computacional é proposta por Andersen (1991) a utilização de sinais computacionais na sociedade atual. Suas propostas são baseadas em duas das interpretações do esquema semiótico apresentadas no tópico anterior: o esquema estruturalista elaborado por Hjelmslev e a tríade de Peirce. No centro de sua perspectiva está o indivíduo, considerado como o criador, o intérprete e a referência dos sinais. Ele usa a produção semiótica de outros para (re)produzir conhecimento comum. Um sinal é uma relação entre formas de expressão e de conteúdo que só ocorre quando ele é interpretado. Assim, o sistema informatizado é visto como um sistema de expressões "vazias", pois dependem do usuário para se realizarem como sinais. Os projetistas podem influenciar fortemente estas interpretações ao conceberem seus candidatos à sinais computacionais. Assim, sua atividade possui o caráter de criação de proposição de

significados. Não se pode dizer que um projetista conceba sinais, ele propõe sinais, que em algumas circunstâncias se realizam, mas que em muitas outras nunca atingem a realização prevista. Programar, no sentido semiótico do termo é, segundo Andersen (Andersen, 1993) usar o computador para tentar dizer algo às pessoas. Deste modo, os sinais computacionais são definidos como sinais candidatos. Eles dependem do usuário para se realizarem como sinais. Entretanto o projetista, e é este o seu papel, deve poder influenciar sua interpretação.

Desta forma, o computador é visto essencialmente, como um meio para a comunicação. Em um sistema informatizado é o projetista quem define os limites da comunicação criando os sinais que o usuário pode manipular. Para Andersen, o computador não possui as faculdades de um emissor ou de um receptor, ao contrário de pessoas, que articulam uma linguagem mesmo sem conhecer seu "programa" ou gramática. As pessoas, ao contrário de um computador, possuem a capacidade de modificar uma linguagem naturalmente, pois as linguagens humanas não foram construídas por um grupo de projetistas, mas evoluíram naturalmente com o uso.

3.5.1 Sinais Computacionais

A interface humano-computador é vista como uma coleção de sinais computacionais, isto é, toda a parte do processo do sistema que é detectada, utilizada e interpretada por uma comunidade de usuários. Ela deixa de ser vista como componente e passa a ser entendida como processo de um sistema. Segundo esta definição pode-se afirmar que um sistema informatizado possui inúmeras interfaces, uma vez que cada usuário entra em contato com uma coleção diferente de sinais os quais ele interpreta de uma maneira particular. A relação que se estabelece entre o usuário e as partes perceptíveis do sistema faz com que uma nova interface emerga do sistema informatizado cada vez ele é utilizado.

Os sinais computacionais são definidos como um tipo especial de sinais cujo plano de expressão se manifesta no processo de mudança da substância dos dispositivos de entrada e de saída do sistema informatizado. Seu conteúdo está no sistema de referência. Os sinais computacionais formam estruturas de propriedades manipuláveis, permanentes e transitórias que podem realizar ações sobre os outros sinais do sistema. As propriedades manipuláveis são produzidas pelo usuário com o objetivo de articular suas ações e incluem o pressionar de uma tecla, os movimentos do "mouse", etc. As propriedades permanentes, geradas pelo computador, são aquelas que permanecem constantes durante o ciclo de vida ativa do sinal e que servem para diferenciá-lo de outros sinais. As transitórias, também geradas pelo computador, são as que se

modificam durante a vida do sinal. Elas simbolizam os diferentes estados que sua referência pode assumir.

Em um sistema interativo os sinais podem aparecer juntos ou se seguirem no tempo. O primeiro tipo de situação define uma cadeia concorrente que representa o ambiente estático de trabalho. Este é formado pelo elenco de objetos de trabalho, máquinas, ferramentas, controles, etc. A cadeia seqüencial, definida pelo segundo tipo de relação, representa o aspecto dinâmico do sistema. Elas representam as possibilidades e os padrões em termos de ações.

O principal sinal composto concorrente refere-se a "cena". As cenas correspondem a noção teatral do termo, que define um local com os objetos e os atores necessários para a realização de ações. Leia-se o conjunto de objetos e ferramentas necessários para a execução de um grupo de tarefas concorrentes. Andersen sugere que a descrição de um sistema interativo baseada em cenas deve ser feita em dois níveis. O primeiro descreve cenas genéricas, como por exemplo aquelas ligadas ao gerenciamento do sistema de janelas, da manipulação de arquivos, dos dispositivos de entrada e saída, etc. Num segundo nível ocorre a descrição das cenas associadas às tarefas específicas de um aplicativo. Assim a concepção de um sistema interativo pode se realizar como um processo de inserção de novas cenas em um livro já escrito e comercializado, como aquelas definidas nos sistemas MS-Windows, X-Windows, MacApp, etc.

Os sinais compostos seqüenciais são as "ações e tarefas simbólicas que resultam da manipulação de sinais.

SEGUNDA PARTE: FERRAMENTAS PARA A ENGENHARIA DE USABILIDADE

4. QUALIDADES ERGONÔMICAS PARA IHC

O sucesso de qualquer atividade de concepção ou de avaliação depende do emprego de critérios bem definidos. A abordagem ergonômica proposta neste livro está baseada em um conjunto de critérios definidos por Scapin e Bastien, pesquisadores do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique da França) em sua versão de 1993. Trata-se de um conjunto de 8 critérios principais que se subdividem de modo a minimizar a ambigüidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos do software interativo.

4.1 A Condução

O software ergonômico aconselha, orienta, informa, e conduz o usuário na interação com o computador (mensagens, alarmes, rótulos, etc.), possibilitando:

- a localização do usuário, ou seja, que saiba, a qualquer hora, onde se encontra, numa seqüência de interações ou na execução de uma tarefa;
- conhecimento das ações permitidas, bem como suas conseqüências;
- obtenção de informações suplementares (eventualmente por demanda).
-

O software prestativo proporciona aprendizado rápido e fácil utilização permitindo que o usuário melhore seu desempenho e diminua o número de erros na operação do sistema. Esta qualidade pode ser analisada a partir de duas dimensões: a *presteza* e o *feedback imediato*.

4.1.1 Presteza

A *presteza* diz respeito as informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual se encontra, bem como as ferramentas de ajuda e o modo de acesso, incluindo todos os mecanismos ou meios que permitam ao usuário conhecer as alternativas, em termos de ações, conforme o estado ou contexto no qual ele se encontra. Esta qualidade elementar engloba os meios utilizados para levar o usuário a realizar determinadas ações.

O software prestativo guia o usuário e poupa, do aprendizado de uma série de comandos, permitindo ao usuário saber o modo ou o estado e onde se encontra no diálogo, bem como o que fez para se encontrar nessa situação. Uma boa presteza facilita a navegação no aplicativo e diminui a ocorrência de erros.

4.1.2 *Feedback Imediato*

Feedback imediato diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário. Estas entradas podem ir do simples pressionar de uma tecla, até uma lista de comandos. As respostas do computador devem ser fornecidas, de forma rápida, com um tempo de resposta apropriado e consistente para cada tipo de transação. Uma resposta rápida deve ser fornecida com informação sobre a transação solicitada e seu resultado.

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 o usuário tenha um melhor entendimento do funcionamento do sistema.

A ausência de feedback ou sua demora podem ser desconcertantes para o usuário. Os usuários podem suspeitar de uma falha no sistema, e podem tomar atitudes prejudiciais para os processos em andamento.

4.1.3 *Legibilidade*

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 do que texto escrito somente com maiúsculas.

Legibilidade diz respeito às características lexicais das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar a leitura desta informação (brilho do caracter, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.).

4.1.4 *Agrupamento/Distinção de Itens*

A compreensão de uma tela pelo usuário depende, entre outras coisas, da ordenação, do posicionamento, e da distinção dos objetos (imagens, textos, comandos, etc.) que são apresentados. Os usuários vão detectar os diferentes itens ou grupos de itens, e aprender suas relações mais facilmente, se,

por um lado, eles forem apresentados de uma maneira organizada (e.g., ordem alfabética, frequência de uso, etc.), e por outro lado, os itens ou grupos de itens forem apresentados em formatos, ou codificados de maneira a indicar suas similaridades ou diferenças. Além disso, a aprendizagem e a recuperação de itens ou de grupos de itens será melhorada.

Esta qualidade diz respeito à organização visual dos itens de informação, relacionados uns com os outros, levando em conta a topologia (localização) e algumas características gráficas (formato) para indicar as relações entre os vários itens mostrados, apontando se pertencem ou não, a uma dada classe, ou indicando diferenças entre classes. Esta qualidade também diz respeito à organização dos itens de uma classe. O critério *agrupamento/distinção de itens* está subdividido em dois critérios elementares: *agrupamento/distinção por localização* e *agrupamento/distinção por formato*.

4.1.4.1 *Agrupamento/Distinção por Localização*

A qualidade de *agrupamento/distinção por localização* diz respeito ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes, e o posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe.

4.1.4.2 *Agrupamento/Distinção por Formato*

Será mais fácil para o usuário perceber relacionamento(s) entre itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou diferentes códigos ilustrarem suas similaridades ou diferenças. Tais relacionamentos serão mais fáceis de aprender e de lembrar.

A qualidade de *agrupamento/distinção por formato* diz respeito mais especificamente às 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.

4.2 A Carga de Trabalho

Quanto maior for a carga de trabalho cognitivo para o usuário, maior será a probabilidade de cometer erros, além disso, quanto menos o usuário for distraído por informação desnecessária, mais será capaz de desempenhar suas tarefas eficientemente, pois quanto menos ações são necessárias, mais rápidas as interações.

O critério *Carga de Trabalho*, que define o software econômico, diz respeito a todos elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário, e no aumento da eficiência do diálogo.

O critério *Carga de Trabalho* está subdividido em dois critérios: *Brevidade* (que inclui *Concisão* e *Ações Mínimas*) e *Densidade Informacional*.

4.2.1 Brevidade

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, e quanto mais numerosas e complexas forem as ações necessárias para se chegar a uma meta, maior será a carga de trabalho e a probabilidade de ocorrência de erros.

O software Breve respeita a capacidade de trabalho perceptivo e cognitivo do usuário, tanto para entradas e saídas individuais, quanto para conjuntos de entradas (i.e., conjuntos de ações necessárias para se alcançar uma meta). *Brevidade* corresponde ao objetivo de limitar a carga de trabalho de leitura e entradas, e o número de passos. O critério *Brevidade* se divide em duas qualidades elementares: *Concisão* e *Ações Mínimas*.

4.2.1.1 Concisão

O critério concisão diz respeito à carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais.

4.2.1.2 Ações Mínimas

Quanto mais numerosas e complexas forem as ações necessárias para se chegar a uma meta, maior será a carga de trabalho e a probabilidade de ocorrência de erros.

A qualidade Ações Mínimas diz respeito à carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa. Trata-se de limitar, tanto quanto possível, o número de passos pelos quais o usuário deve passar.

4.2.2 Densidade Informacional

A carga de memorização do usuário deve ser minimizada. Usuários não devem ter que memorizar listas de dados ou procedimentos complicados. Eles não devem, também, precisar executar tarefas cognitivas complexas quando estas não estão relacionadas com a tarefa em questão.

Na maioria das tarefas, a performance dos usuários é diminuída quando a densidade da informação é muito alta ou muito baixa, nestes casos, a ocorrência de erros é mais provável. Itens que não estão relacionados à tarefa devem ser removidos.

A qualidade Densidade Informacional diz respeito à carga de trabalho do usuário, de um ponto de vista perceptivo e cognitivo, com relação ao conjunto total de itens de informação

apresentados aos usuários, e não a cada elemento ou item individual.

4.3 O Controle Explícito

Com um software obediente o usuário tem o controle explícito sobre os processamentos do sistema. Quando os usuários definem explicitamente suas entradas, e quando estas entradas estão sob controle, os erros e as ambigüidades são limitados. Além disso, o sistema será melhor aceito pelos usuários se eles tiverem controle sobre o diálogo.

O software obediente se define em dois critérios elementares: *Ações Explícitas do Usuário* e *Controle do Usuário*.

4.3.1 Ações Explícitas do Usuário

O critério *Ações Explícitas do Usuário* se refere às relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário. Esta relação deve ser explícita, i.e., o computador deve processar somente aquelas ações solicitadas pelo usuário e somente quando solicitado a fazê-lo.

Quando o processamento pelo computador resulta de ações explícitas dos usuários, estes aprendem e entendem melhor o funcionamento da aplicação, e menos erros são observados.

4.3.2 Controle do Usuário

O critério *Controle do Usuário* se refere 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.

O controle sobre as interações favorece a aprendizagem e assim diminui a probabilidade de erros. Como consequência, o computador se torna mais previsível.

4.4 A Adaptabilidade

A adaptabilidade de um sistema diz respeito a sua capacidade de reagir conforme o contexto, e conforme as necessidades e preferências do usuário. Dois sub-critérios participam da adaptabilidade: a *flexibilidade* e a *consideração da experiência do usuário*.

Uma interface não pode atender ao mesmo tempo a todos os seus usuários em potencial. Para que não tenha efeitos negativos sobre o usuário, a interface deve, conforme o contexto, se adaptar a ele. Por outro lado, quanto mais variadas são as maneiras de realizar uma tarefa, maiores são as chances do usuário de escolher e dominar uma delas no curso de seu

aprendizado. Deve-se portanto fornecer ao usuário procedimentos, opções, comandos diferentes permitindo alcançar um mesmo objetivo.

4.4.1 *Flexibilidade*

A flexibilidade se refere aos meios colocados à disposição do usuário que permite personalizar a interface a fim de levar em conta as exigências da tarefa, de suas estratégias ou seus hábitos de trabalho. Corresponde também ao número de diferentes maneiras à disposição do usuário para alcançar um certo objetivo, e portanto, da capacidade da interface se adaptar as variadas ações do usuário.

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

4.4.2 *Consideração da experiência do usuário*

A consideração da experiência do usuário diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite o nível de experiência do usuário.

O grau de experiência dos usuários pode variar, pois podem se tornar especialistas, devido a utilização continuada, bem como menos especialistas, depois de longos períodos de não utilização. A interface deve também ser concebida para lidar com as variações dos níveis de experiência. Usuários experientes não têm as mesmas necessidades informativas que novatos. Todos os comandos ou opções não precisam ser visíveis o tempo todo. Os diálogos de iniciativa somente do computador, entediam e diminuem o rendimento do usuário experiente. Os atalhos, ao contrário, podem permitir rápido acesso as funções do sistema. Pode-se fornecer aos usuários inexperientes diálogos bem conduzidos, ou mesmo passo à passo. Portanto, meios diferenciados devem ser previstos para lidar com diferenças de experiência, permitindo que o usuário delegue ou se aproprie da iniciativa do diálogo.

4.5 A Gestão de Erros

A gestão de erros diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros, e quando eles ocorrem, que favoreçam sua correção. Os erros são aqui considerados como entrada de dados incorretas, entradas com formatos inadequados, entradas de comandos com sintaxes incorretas, etc. Três sub-critérios participam da manutenção dos erros: a *proteção contra os erros*, a *qualidade das mensagens de erro* e a *correção dos erros*.

As interrupções provocadas pelos erros têm consequências negativas sobre a atividade do usuário. Geralmente, elas

prolongam as transações e perturbam o planejamento. Quanto menor é a possibilidade de erros, menos interrupções ocorrem e melhor é o desempenho.

4.5.1 *Proteção contra os erros*

A 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.

É preferível detectar os erros no momento da digitação do que no momento da validação. Isto pode evitar perturbações no planejamento da tarefa.

4.5.2 *Qualidade das mensagens de erro*

A qualidade das mensagens refere-se a pertinência, a legibilidade e a exatidão da informação dada ao usuário sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.), e sobre as ações a executar para corrigi-lo.

A qualidade das mensagens favorece o aprendizado do sistema indicando ao usuário a razão ou a natureza do erro cometido, o que ele fez de errado, o que ele deveria ter feito e o que ele deve fazer.

4.5.3 *Correção dos erros*

O critério *correção dos erros* diz respeito aos meios colocados a disposição do usuário com o objetivo de permitir a correção de seus erros.

Os erros são bem menos perturbadores quando eles são fáceis de corrigir.

4.6 A Homogeneidade/Coerência

O critério *homogeneidade/coerência* refere-se à forma na qual as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas em contextos idênticos, e diferentes para contextos diferentes.

Os procedimentos, rótulos, comandos, etc., são melhor reconhecidos, localizados e utilizados, quando seu formato, localização, ou sintaxe são estáveis de uma tela para outra, de uma seção para outra. Nestas condições o sistema é mais previsível e a aprendizagem mais generalizável; os erros são 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.

A falta de homogeneidade é também uma razão importante da recusa na utilização.

4.7 O Significado dos Códigos e Denominações

O critério *significado dos códigos e denominações* diz respeito a adequação entre o objeto ou 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 onde ele pode ser levado a selecionar uma opção errada.

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 para o contexto, lhes conduzindo a cometer erros.

4.8 A Compatibilidade

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

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

A eficiência é aumentada quando: os procedimentos necessários ao cumprimento da tarefa são compatíveis com as características psicológicas do usuário; os procedimentos e as tarefas são organizadas de maneira a respeitar as expectativas ou costumes do usuário; quando as traduções, as transposições, as interpretações, ou referências a documentação são minimizadas.

Os desempenhos são melhores quando a informação é apresentada de uma forma diretamente utilizável (telas compatíveis com o suporte tipográfico, denominações de comandos compatíveis com o vocabulário do usuário, etc.).

5. MODELO DE COMPONENTES DE IHC

5.1 Introdução ao Modelo Lingüístico

A interface humano-computador é entendida como um subsistema do software interativo que como tal, possui estrutura e processos. A estrutura é representada por seus componentes, e os processos se estabelecem na interação entre estes componentes e os usuários do sistema. Assim um único sistema de *interface* humano-computador permite inúmeras *interações* humano-computador, cada uma associada aos diferentes percursos (processos) realizados pelos diferentes usuários.

Sob outro ponto de vista, a interface humano-computador é vista como uma linguagem (sistema de sinais) cuja estrutura lexical e sintática é conhecida pelo usuário e pelo sistema informatizado. Durante o diálogo, esses agentes articulam os elementos do léxico através de regras de sintaxe para montar e interpretar as mensagens trocadas.

A analogia entre interfaces com o usuário e um sistema de linguagem é detalhada no modelo de camadas de abstração proposto por Nielsen (Nielsen, 1984 - citado em Bodart & Vaderdonck, 1993)

- Nível de Objetivos: refere-se aos objetivos dos usuários independentemente do sistema informatizado;
- Nível Pragmático: refere-se as funções e estruturas de dados, associados aos conceitos do mundo real, como implementados no sistema;
- Nível Semântico: refere-se aos significados que o usuário desenvolve sobre a operação das funções e estruturas de dados do sistema em associação com o mundo real;
- Nível Sintático: refere-se tanto aos diálogos como as telas, janelas e caixas de diálogo individuais. Trata das relações entre os objetos de interação apresentados numa seqüência de telas, e de modo concorrente, em uma única tela;
- Nível Lexical: refere-se aos nomes dos comandos e desenhos de ícones. Trata dos significados das unidades veiculando os itens de informações;
- Nível de Primitivas: refere-se as fontes, linhas, texturas, cores e sons, que representam o conjunto de unidades construtivas dos itens de informação;
- Nível Físico: trata dos dispositivos de entrada e saída do sistema.

Esse modelo lingüístico proporciona a diretriz mais utilizada para a organização dos elementos das interfaces humano-computador e do raciocínio ergonômico para sua seleção, configuração e avaliação.

5.2 Os Componentes da Interação Humano-Computador

Os Critérios Ergonômicos de Scapin e Bastien (1993) apresentados no capítulo anterior referem-se as qualidades de diferentes tipos de componentes de interfaces humano-computador como mensagens de erro, códigos, denominações, ações do usuário, itens, localizações, formatos, etc. O modelo de componentes das interfaces humano-computador que é apresentado nesse livro, representa uma maneira de organizar a estrutura dessas interfaces e os conhecimentos para selecionar, configurar e avaliar/inspecionar os elementos apresentados na tabela 5.1. Eles foram definidos a partir do exame de recomendações ergonômicas¹ e se referem aos níveis Sintático, Lexical e de Primitivas do modelo lingüístico de Nielsen.

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

Os *diálogos*, vistos como seqüências de interações entre o homem e o sistema podem ser analisados segundo perspectivas de função, forma e estrutura. As funções dos diálogos definem as classes de *tarefas*, e representam o nível pragmático das interações homem-sistema. Elas estão associadas às maneiras de apoiar os objetivos práticos dos usuários nas interações com o sistema. Assim por exemplo, para um editor de texto existem funcionalidades que apóiam tarefas específicas do tipo “procurar/substituir” cadeias de caracteres ou para realizar a revisão ortográfica e gramatical do texto. As aplicações com planilhas proporcionam facilidades de definir relações matemáticas entre as células. O modelo de características de interfaces humano-computador propõe alguns tipos de tarefas genéricas definidas nas relações com diversos tipos de programas aplicativos. A componente elementar de classes de *tarefa* é uma “*ação*”.

Os estilos de diálogo representam a sintaxe seqüencial do modelo, que propõe as classes de; preenchimento de formulários, diálogo por menu, diálogos de manipulação direta e diálogos de questão x resposta.

¹ A Base de Recomendações Ergonômicas LablUtil, foi implementada em Microsoft Access versão 2.00 e é formada por cerca de 200 recomendações selecionadas de diversas fontes (Smith & Mosier, 1986; Bodart & Vanderdonckt, 1993; Brown, 1988; ISO 9241-10,14 e 17, 1995). Cada recomendação apresenta uma estrutura de informação com enunciados, justificativas, exceções, exemplos positivos e negativos, glossário e referências bibliográficas.

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

As classes de *objetos de interação* representam as relações estáticas que se estabelecem nas telas, janelas, caixas de diálogo, etc. Elas foram agrupadas segundo uma perspectiva funcional-estrutural, definindo as classes de painéis de controles, controles complexos, grupos de controles, controles simples, campos de entrada, dados complexos, dados simples e as informações.

TABELA 2 - Modelo de Componentes de Interfaces Humano-computador		
Organização das Componentes		Classes de Componentes
Ações	Ações de Entrada	Entrada de dados e comandos
Interações	Tarefas Estilos Estruturas	Tarefa de Diagnóstico, Tarefa Corretiva Tarefa Destrutiva Diálogo por Menu Diálogo por Preenchimento de Formulário Diálogo por Linguagem de Comando Diálogo por Manipulação Direta Estrutura Sequencial (Passo à passo) Estrutura Paralela Estrutura Repetitiva
Objetos de Interação	Painéis de Controles Controles Compostos Grupos de Controles Controles Simples Campos de Entrada Mostradores Estruturados Mostrador simples Mostrador de Informações	Tela, Janela, Caixa de Diálogo, Caixa de Ação/Tarefa, Tela de Consulta, Formulário, Caixa de Mensagem Barra de Menu, Painel de Menu, Página de Menu, Barra de Ferramentas, Lista de Seleção, Lista de Combinação Grupo de Botões de Comando, Grupo de Botões de Rádio, Grupo de Caixas de Atribuição Grupo de campos/mostradores de dados Botão de Comando, Caixa de Atribuição, Cursor do Dispositivo de Apontamento, Escala, Dial Campo de Texto, Campo de Dado, Campo Gráfico, Linha de Comando Lista de Dados, Tabela de Dados, Texto, Gráfico, Diagrama de figura, Diagrama de Texto, Mapa Mostrador de Dados Rótulo, Mensagem de Orientação, de Ajuda, de Alerta, Aviso, Mensagem de Erro, Indicador de Progressão, Efeito Sonoro, Motivo Melódico, Locução, Fala
Sistemas de Significado	Motivados Arbitrários	Denominação, Abreviatura, Ícone Código Alfanumérico, Código de Cores, Código de Textura, Código de Intermitência, Código de Vídeo-Reverso
Primitivas	Visuais Sonoras	Cor, Fonte, Linha, Arranjo Som

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

modelo de características das interfaces humano-computador poderia ainda abrigar as classes de *mídias* se estivesse relacionado com recomendações ergonômicas sobre os aspectos físicos dos dispositivos de entrada e saída.

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

5.2.1 Os diálogos

5.2.1.1 Ações

A ação corresponde à uma interação elementar. Ela compreende a menor entrada significativa do usuário acompanhada de uma resposta também significativa do sistema.

5.2.1.1.1 Ação de entrada de dados ou comandos

Em uma ação o sistema deve sempre aguardar pelo término da entrada e fornecer feedback imediato e significativo para ela. Se necessário, o sistema deve considerar como equivalentes as letras maiúsculas e minúsculas, além de preencher automaticamente zeros decimais e vírgulas. O sistema deve também avisar o usuário sobre os erros nas entradas através de um sinal sonoro. No caso de entrada de dados codificados, o sistema deve sempre fornecer a lista dos códigos definidos.

Nas ações de entrada que envolvem tratamento demorado pelo sistema, deve ser dada atenção redobrada às questões de feedback, informando ao usuário sobre:

- a indisponibilidade do sistema;
- o tempo esperado do tratamento;
- o estado atual do sistema;
- o resultado (sucesso ou fracasso) alcançado.

Uma opção para a interrupção do tratamento deve estar disponível ao usuário.

5.2.1.2 As Tarefas

Uma tarefa é vista como uma seqüência de ações ou interações elementares.

5.2.1.2.1 Tarefa de diagnóstico

Nesse tipo de interação, o objetivo do usuário é de elaborar um diagnóstico visando a recuperação de incidentes a nível de sistema de produção. O sistema de controle informatizado deve apoiar o usuário apresentando-lhe os dados críticos de modo diferenciado e lhe propondo um tipo de ajuda on-line, de obtenção direta e com orientações redigidas em linguagem simples, objetiva e contextualizada.

5.2.1.2.2 Tarefa corretiva

Nas tarefas corretivas, a qualidade das mensagens de erro é um requisito importante. Recomenda-se que as mensagens tenham um nível de detalhe configurável, de modo a que sejam adaptadas ao tipo de usuário, e que tenham um conteúdo dinâmico, variando no caso da reincidência de erros. As funcionalidades de ajuda, de desfazer e de refazer devem sempre estar habilitadas. No que se refere a essas últimas, elas não devem ser mescladas em uma única opção.

5.2.1.2.3 Tarefa destrutiva

Na tarefa destrutiva o sistema deve proporcionar uma adequada proteção aos dados do usuário, através:

- da definição de opções de comando default não destrutivas,
- da apresentação antecipada de avisos sobre as repercussões das ações do usuário e

da solicitação de confirmação das ações destrutivas.

5.2.1.3 *Os Estilos dos Diálogos*

5.2.1.3.1 Diálogo por menu

A estrutura de menu proporciona um estilo de diálogo adequado para entrada de comandos por usuários intermitentes com o sistema, que não tenham possibilidades de memorizar um grande número de opções de comando e cujas habilidades de datilógrafos sejam moderadas. Estas opções de comando podem ser agrupadas logicamente segundo critérios como ordem cronológica da tarefa ou frequência de uso. Recomenda-se este estilo também quando a tarefa principal for fortemente baseada no mouse como dispositivo de interação. Este estilo deve proporcionar a minimização das ações do usuário através do balanço entre a largura (número de opções existentes) e a profundidade (número de passos necessários para disparar as opções). No diálogo de entrada de comandos a partir de um menu o usuário deve poder primeiro indicar a opção desejada e, em um segundo momento, comandar sua ativação. O feedback dessas ações deve ser adequado.

5.2.1.3.2 Diálogo por linguagem de comando

A linguagem de comando proporciona um estilo de diálogo adequado para entrada de comandos por um usuário que utiliza o sistema freqüentemente e recebe treinamento assíduo. Em sua tarefa, a seqüência lógica dos comandos é imprevisível. Quanto a suas características, uma linguagem de comando deve manter acessível a lista de comandos de base da linguagem, bem como o histórico dos comandos entrados pelo usuário. Deve considerar a experiência do usuário ao permitir processar múltiplas entradas e interpretar sinônimos de comandos. A estrutura da linguagem de comandos deve também permitir o reaproveitamento de entradas equivocadas e mais ainda, aceitá-las no caso de erros de digitação mais comuns

5.2.1.3.3 Diálogo por preenchimento de formulário

Este estilo de diálogo se aplica quando as entradas da tarefa forem predominantemente de dados, tiverem uma estrutura rígida e com poucos comandos. Os usuários, por seu lado, não precisam ter treinamento específico e suas habilidades de datilógrafo podem ser moderadas. Para reduzir a carga de trabalho e conduzir o usuário no diálogo de preenchimento de formulário o sistema deve, além do previsto para entradas de dados simples, propor uma posição adequada para o início do diálogo, propor facilidades de navegação entre os campos (que não automatizem a tarefa), realçar o campo com o foco atual das ações e propor valores defaults adequados. O tratamento de um formulário pelo sistema deve ser comandado explicitamente pelo usuário.

5.2.1.3.4 Diálogo por manipulação direta

O diálogo por manipulação se aplica quando direta as entradas são de difícil elaboração e existe a possibilidade de construir metáforas a partir de objetos e entidades do mundo real, na forma de objetos de uma interface gráfica interativa. Neste estilo de diálogo a questão de feedback assume importância particular. Assim, o sistema deve fornecer uma indicação clara sobre o tipo de ação que está sendo executada e qual objeto é o foco das ações ou é o selecionado pelo usuário. As repercussões dessas ações, sejam em termos de mudança de atributos do objeto ou de sua movimentação também devem ser claramente indicadas.

5.2.1.4 Estruturas de interações

5.2.1.4.1 Estruturas seqüenciais (passo à passo)

Em interações seqüenciais, como as implementadas em diálogos questão x resposta e passo à passo, às tarefas é atribuída uma seqüência rígida de execução. Um passo só pode

ser realizado após o anterior ter sido concluído. Esta é uma estrutura especialmente indicada no caso em que usuários novatos na tarefa sejam confrontados a tarefas complicadas. Nestas situações, o melhor a fazer é conduzi-lo seqüencialmente, porém mantendo-os no controle sobre a interação. Isto significa que lhe deve ser possível interromper, finalizar e retomar a tarefa a qualquer instante.

5.2.1.4.2 Estruturas Paralela

Diferentemente das interações seqüenciais, em interações com estrutura paralela as tarefas podem ser realizadas em qualquer ordem. Neste caso, imprime-se uma flexibilidade à tarefa, pois supõe-se que o usuário saiba a melhor maneira de realizá-la, em função dos dados que possui, ou que tenham de ser informados. Estruturas de menus (no caso de ações de comando) ou de estruturas de formulários (no caso de entrada de dados) devem manter sempre ativas as opções que dão acesso às diversas interações da estrutura.

5.2.1.4.3 Estruturas Repetitiva

Interações pertencentes a uma estrutura repetitiva são aquelas que os usuários realizam repetidas vezes, como para a entrada de diversos dados de mesmo tipo ou para a edição de diversos objetos de mesmo tipo, etc. Para apoiar estas situações, as interfaces devem oferecer comandos de atalho, valores default, facilidades de seleção múltipla, entre outros serviços.

5.2.2 *Os Objetos de Interação*

Um objeto de interação é definido como um objeto de software cujo processamento gera uma imagem que é apresentada ao usuário e com a qual ele pode interagir. Eles preenchem as telas das interfaces com o usuário e podem se basear em metáforas de objetos do mundo não informatizado, representando botões, janelas, menus, interruptores, etc. São construídos a partir dos recursos das caixas de ferramentas ou *toolboxes* dos sistemas gerenciadores de janelas, dos quais herdaram um estilo particular de apresentação e de comportamento imediato. Assim, verifica-se uma padronização em termos de léxico e parte da sintaxe das interfaces de aplicativos construídos sobre uma mesma plataforma de desenvolvimento (Microsoft Windows, Macintosh Sistema 7, OS/2, OpenWindows, etc.).

Do ponto de vista ergonômico, o objeto de interação possui um atributo genérico, que se refere ao tipo de atenção que ele possa exigir em um determinado momento na tela. Isso porque,

o enfoque no projeto de uma determinada tela deve ser centrado sobre como salientar, agrupar e discriminar objetos de interação.

Além da demanda de atenção, o projeto de um elemento propõe a configuração dos recursos relativos a noção de *partes*. As partes de um objeto elementar variam de ambiente para ambiente, mas via de regra, são definidos como *primeiro plano*, *um plano de fundo e bordas*. Enquanto o primeiro plano recebe as palavras e ícones, o plano de fundo recebe os motivos e sombras.

Uma composição de objetos de interação apresenta como atributo genérico o controle de uma "lista de componentes" e de um "layout". Os objetos desta classe desempenham o papel de containers ao garantirem a coesão espacial na apresentação, deslocamentos e eliminação da tela de componentes. Via de regra, estes componentes têm os valores default para seus atributos definidos a nível da composição. Assim, na ausência de uma declaração explícita, todo "componente" terá as mesmas características de estilo definidas para a composição da qual fazem parte.

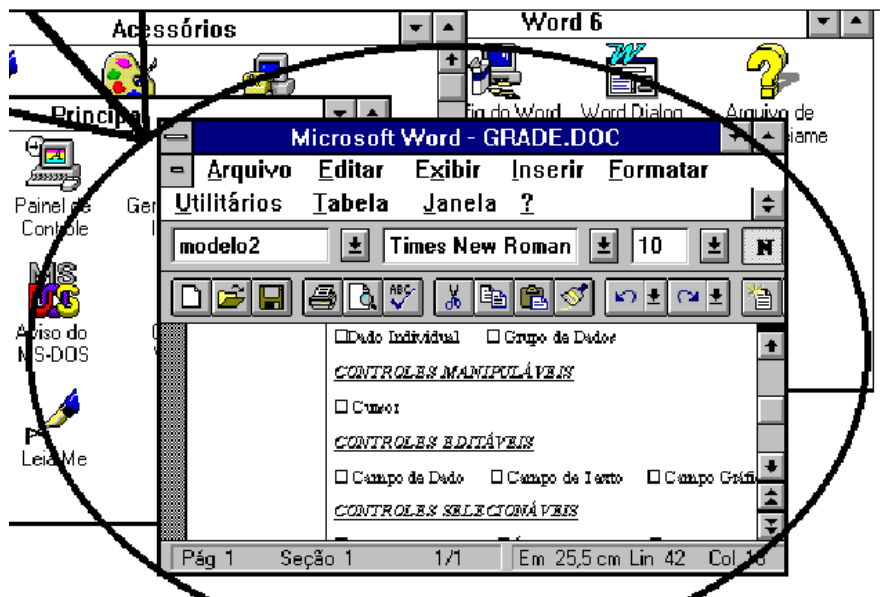
5.2.2.1 Os Painéis de Controle

Os "Painéis de Controle" são objetos compostos que fornecem ao usuário um cenário adequado, em termos dos diferentes tipos de mostradores, de controles e de comandos necessários para a realização de sua ação ou tarefa.

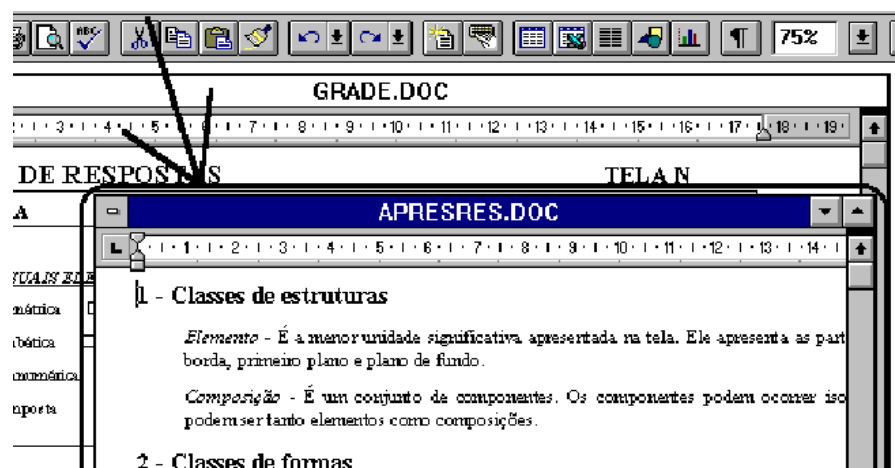
Eles estão divididos em Telas, Janelas e Caixas de Diálogo. As janelas correspondem a expressão global de aplicativos e de documentos. As Caixas de diálogo fornecem informação e apóiam as tarefas e ações individuais. As telas representam a reunião de janelas e caixas de diálogo de diversos programas aplicativos.

5.2.2.1.1 Janela

Toda a janela deve possuir um título único, curto e significativo localizado em sua barra superior, centrado ou alinhado pela esquerda. A posição do título deve ser mantida inalterada para todas as janelas do sistema. Seu layout deve ser padronizado, propondo uma diagramação equilibrada no que se refere a distribuição das áreas livres, evitando ao máximo problemas de alinhamentos e diferenciando claramente as diferentes zonais funcionais. Nesse particular, o conteúdo de informação deve ser pertinente e oportuno, sendo que os objetos principais devem estar localizados de maneira que estejam bem à vista do usuário.



A janela do aplicativo corresponde a uma área do terminal físico alocada para um programa aplicativo ou para o programa gerente de janelas (Finder, Presentation Manager, ...). Estes aplicativos podem criar diversas outras janelas de documentos que vão coexistir na tela. Em vista dessa possibilidade, esse tipo de janela deve possuir uma opção de menu para o controle da disposição das janelas secundárias. Aconselha-se estabelecer um limite para a quantidade de janelas abertas, que não deve ultrapassar de 7 janelas.



A janela do documento é subordinada a janela do aplicativo com a qual ela reparte o foco das ações do usuário. Este pode então agir sobre o documento em questão com as ferramentas disponibilizadas na janela do aplicativo.

5.2.2.1.2 Caixa de diálogo

A caixa de diálogo corresponde a uma janela especialmente destinada a apresentação de mensagens e/ou de controles para ações que lhe são específicas.

As caixas de diálogo podem ser modais ou não modais. São modais quando exigem uma resposta do usuário, que fica impedido de qualquer outra ação, até que isto aconteça. As não modais permitem que o usuário trabalhe sobre outros objetos de uma outra janela ou caixa de diálogo, enquanto que aguardam em segundo plano, uma ação sua.

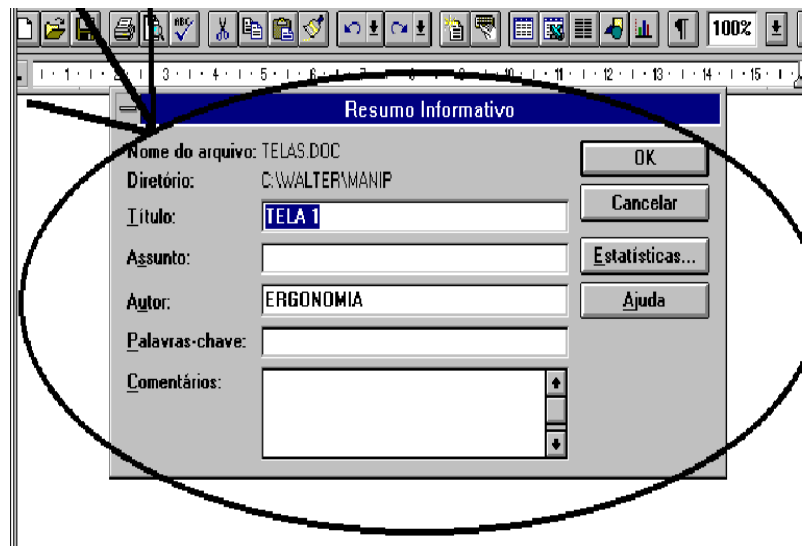
As dimensões de uma caixa de diálogo devem ser definidas em função de seus componentes, de modo que a relação entre o comprimento e altura se aproxime do chamado número de ouro; 1/1,613. Assim como para as janelas, recomenda-se que os títulos das caixas devam ser centrados na margem superior ou alinhados pela esquerda e a distribuição de seus integrantes deva seguir uma diagramação adequada. A densidade final de uma caixa de diálogo não pode exceder os 40 %. Sua aparição na tela pode ser padronizada em um mesmo local, determinada pelo objeto a que se refere ou alinhada com o título da caixa de diálogo que lhe é superior.

5.2.2.1.3 Caixa de Ação/Tarefa

A caixa de ação/tarefa proporciona os controles e comandos específicos para a introdução de parâmetros e para o acionamento da ação ou da tarefa que a define. Este tipo de caixa deve abrigar os botões de comando para validar, para aplicar imediatamente e para cancelar uma ação. Um deles deve ser definido "por default" e diferenciado apropriadamente. No caso de ações destrutivas, a opção "por default" deve recair sobre sua anulação e não sobre a própria ação. Também devem ser previstos botões de ajuda e de fechamento da caixa. A definição do layout destes botões deve minimizar os movimentos do mouse.

5.2.2.1.4 Formulário e a tela de consulta

A tela de consulta e o formulário são painéis de controle destinados especificamente às ações de consulta e entrada de conjunto de dados. Eles devem apresentar um título significativo e um layout agrupando, diferenciando e ordenando logicamente as diversas categorias de dados apresentadas. Além disso, o layout deve ser compatível com os documentos físicos, manuseados pelo usuário em sua tarefa. O mesmo ocorre em relação aos formatos dos dados apresentados e introduzidos.



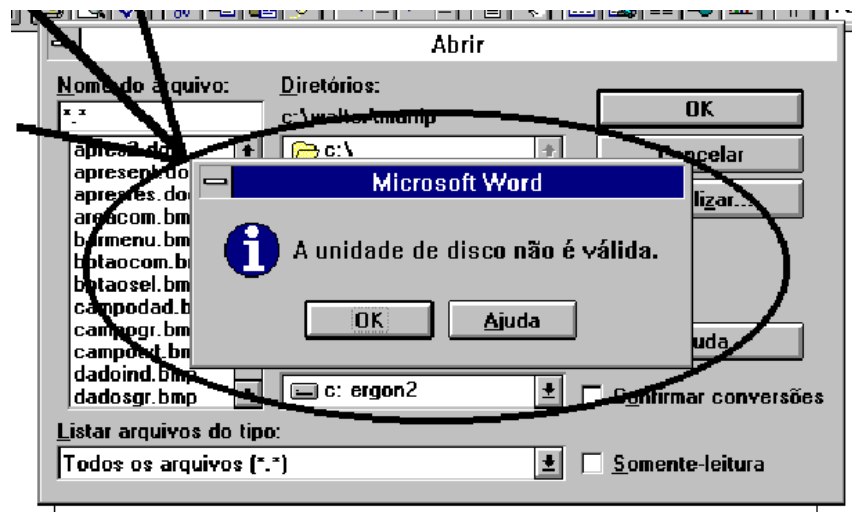
O início das ações de entrada em um formulário deve se dar a partir do campo localizado, mais ao alto e a esquerda do painel. Esta posição inicial deve ser mantida de forma consistente durante a interação. Os campos devem estar adequadamente identificados, sendo que seus rótulos devem ser visualmente diferenciados dos dados e devem conter informação sobre as unidades, valores aceitáveis e os formatos dos dados a entrar. O alinhamento dos rótulos deve ser feito pela esquerda ou pela direita, no caso deles apresentem comprimentos muito diferentes. Deve ser previsto um mecanismo de simples operação para a navegação entre os campos, geralmente através da tecla TAB. Os campos de preenchimento obrigatório devem ser diferenciados visualmente e aqueles contendo dados críticos para o sistema devem ser identificados e protegidos contra acidentes de operação. Um efeito sonoro pode ser empregado para informar sobre a proteção de um campo e/ou, sobre o seu preenchimento total. Os controles e mostradores de informações sobre o estado do sistema devem estar localizados na parte inferior do formulário. Esta mesma região deve ser reservada para a apresentação caixas de mensagens de erro. O registro dos dados entrados em um formulário não deve ser acionado como efeito colateral da ação de entrada de algum dado. O usuário deve explicitamente solicitar este registro através de um botão de comando, com uma denominação coerente. Aconselha-se que o rótulo desse botão contenha a palavra "Entre". Da mesma forma, deve ser previsto um botão para cancelar este comando. Após o registro das entradas, o sistema deve preencher com traços "----" os campos desconsiderados pelo usuário.

5.2.2.1.5 Caixa de mensagem

As caixas de mensagem fornecem informações e instruções ligadas a condução, a ajuda, as advertências, aos alarmes e aos

erros na interação. Elas são do tipo modais, exigindo que o usuário tome seu conhecimento para permitir a seqüência da interação. O botão "ok" deve ser previsto em toda a caixa de mensagem como meio de receber a confirmação do usuário.

Quando a situação for de alarme as caixas devem estar destacadas através de uma localização central da tela, do emprego da cor vermelho, da intermitência ou do acionamento de um efeito sonoro. Numa situação de advertência elas devem explorar o estereotipo do amarelo. As caixas de mensagens de erro devem propor sempre um botão "Ajuda".



5.2.2.2 Os controles compostos

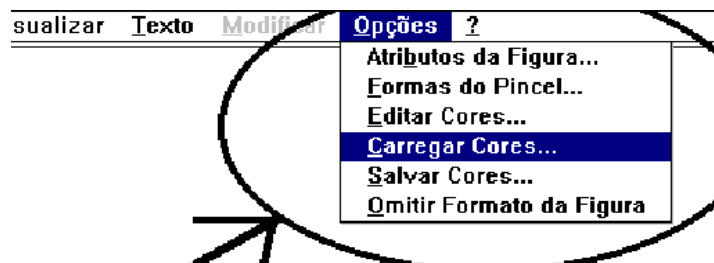
Os controles são objetos de interação sensíveis às ações do usuário, lhe proporcionando facilidades em termos de edição, seleção e manipulação direta. Tratam-se de campos, botões de comando, painéis de menus, listas de seleção e barras de ferramentas que possibilitam ao usuário tanto a entrada de dados, como o comando de acionamento de uma funcionalidade da aplicação.

Os controles complexos correspondem a objetos de interação de estrutura composta com algum tipo de navegação interna e que destinam-se especialmente à seleção de controles e comandos

5.2.2.2.1 Painel de menu

Um painel de menu destina-se a seleção de opções que acionam os comandos do programa aplicativo. Existe a possibilidade desse acionamento ser precedido da apresentação de caixas de diálogo e/ou de outros menus. Em um menu as escolhas só podem ser simples. Todas as opções de um menu devem ser apresentadas simultaneamente, não sendo recomendados a navegação por barra de rolagem.

As opções de um menu devem refletir as necessidades do usuário em sua tarefa, de modo a formar grupos e sub-grupos a partir de costumes ou convenções dos usuários (carnes, frutas, legumes, etc.), de categorias lógicas (objetos, ações) ou arbitrárias. Nesse sentido, apenas as opções pertinentes devem ser apresentadas e devem ser ordenadas segundo algum critério lógico; como sequência da tarefa, sequência lógica, frequência de uso ou ordem alfabética. Os menus muito numerosos devem ser organizados em grupos de até 7 elementos inter-relacionados logicamente e separados um dos outros por um traço simples. As opções inativas devem ser apresentadas de modo dissimulado. De modo a preservar a leveza dos painéis e a legibilidade das opções, as bordas devem ser definidas por linhas simples suficientemente afastadas dos nomes das opções.



A opção de menu corresponde a uma área de seleção preenchida com o nome correto de um comando do sistema, que é enviado para a interpretação do programa aplicativo assim que a opção seja selecionada pelo usuário.

Os diferentes estados que as opções de menu podem assumir, "inativo", "ativo", em "foco", e "selecionado", devendo ser visualmente diferenciados. No estado ativo, a opção se encontra sensível a uma ação de seleção. No estado inativo, a seleção não é possível. O estado "em foco" corresponde ao momento anterior a uma seleção, quando o usuário posiciona o cursor sobre a opção e prepara-se para selecioná-la. A desativação pode ser representada através da dissimulação do item (cor cinza dos caracteres). Para os itens em foco de seleção, o padrão é o vídeo reverso. O feedback que informa que uma seleção acaba de ocorrer é dado pelo desaparecimento do painel de menu e pelas repercussões da ação escolhida. Em painéis com múltiplas escolhas, uma opção já selecionada é indicada ao usuário através de pequenos símbolos (✓, * ou flechas).

As opções podem ser classificadas como; opção de comando, opção de diálogo e opção de sub-menu. As opções do primeiro tipo acionam um comando da aplicação. As de diálogo acionam a apresentação de uma caixa de diálogo para a entrada de parâmetros de um comando. As opções de sub-menu fazem a apresentação de outro menu, permitindo ao usuário afinar a sua

escolha em termos de opções de comandos. Estes diferentes tipos de opções devem ser apresentados diferentemente. As opções que acionam caixas de diálogo devem ser seguidas de indicadores de continuação de diálogo "...". Aquelas associadas a sub-menus devem apresentar um marcador em forma de flecha. Ambos indicadores devem ser adequadamente alinhados pela margem direita do menu.

A seleção e acionamento de uma opção de um painel pode ser feita através do teclado e de um dispositivo de apontamento (mouse, caneta ótica, ou o dedo em uma tela tátil). Na interação através de dispositivos de apontamento, a áreas de seleção devem ser suficientemente amplas. No caso de menus em telas táteis ela deve ter uma altura mínima de aproximadamente 2,0 cm. A interação por teclado possibilita dois tipos de atalhos; os aceleradores e os mnemônicos. Um acelerador é um dispositivo que permite acionar uma opção de menu, a partir de uma tecla de função ou de combinações de teclas. Isto ocorre independentemente da opção estar ou não visível na tela. Neste caso, a indicação das teclas aceleradoras associadas a uma opção deve aparecer à direita de seu nome. Já os mnemônicos só acionam opções de menu que estejam visíveis na tela. Eles são definidos a partir de uma das letras do nome da opção, que aparece sublinhada. Essa letra pode ser a inicial do nome ou uma outra que lhe seja associada. Estando o painel de menu visível na tela, o acionamento de uma opção através de seu mnemônico ocorre pela simples digitação da letra sublinhada. Os nomes das opções devem ser concisos, significativos e familiares aos usuários e não devem ser abreviados. Sua tipografia deve ser normal, com somente a primeira letra do nome da opção em maiúscula. Se uma enumeração das opções for necessária ela deve ser numérica.

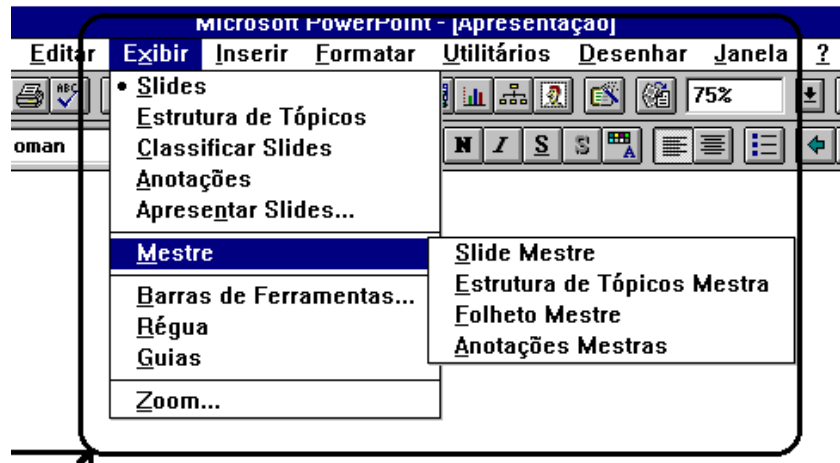
Sob o ponto de vista da tarefa, os painéis de menus podem ser principais e secundários. O menu principal representa o ponto de partida para a tarefa. Suas opções devem cobrir todas as alternativas em termos de ações básicas. Os menus secundários são acionados através de uma opção de menu, permitindo ao usuário afinar a escolha de um comando.

Quanto a dinâmica da apresentação, os painéis de menu podem ser permanentes (sempre visíveis em uma posição fixa da tela) ou transitórios (aparecerem somente quando solicitado pelo usuário). Esses últimos caracterizam os menus "de desdobrar" (pull-down), "em cascata" (cascading) e os de "sobre-apresentação" (pop-up).

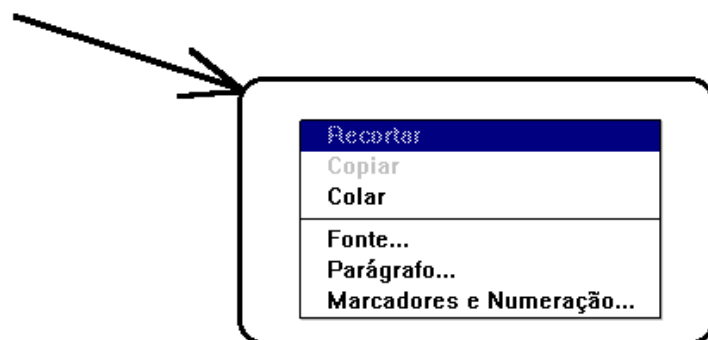
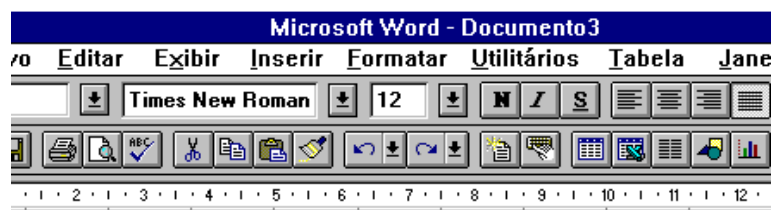
O menu de desdobrar é apresentado na tela através do acionamento de uma opção de menu principal.

O menu em cascata designa uma estrutura na qual um painel de menu secundário é apresentado a partir do

acionamento de uma opção de um outro painel menu também secundário.



O surgimento na tela de um menu em sobre-apresentação (pop-up) se dá através do acionamento do botão direito do mouse. As opções de um menu pop-up variam conforme a zona funcional da tela sobre a qual o cursor do mouse se encontra no momento em que ocorre o acionamento. O painel de menu pop-up deve ser apresentado próximo do local onde seu acionamento ocorreu.



Quanto a sua forma, os painéis de menus constituem as páginas de menu, as barras de menu e os menus imbricados (hipertexto).

5.2.2.2.2 Página de Menu

As páginas de menu são telas nas quais o elemento principal é um painel de menu permanente. As páginas de menu

encontram-se encadeadas de modo arborescente. Os aspectos principais destas estruturas de menus correspondem a largura (número de alternativas por página) e a profundidade (número de páginas por busca).

Uma página de menu deve possuir um título significativo, um elemento de convite à interação (prompt) e um sistema de enumeração das opções.

```

      MENU PRINCIPAL

[ 1 ] - REALIZAR RECOMENDACAO
[ 2 ] - OPERAR TABELAS DE FERTILIZANTES
[ 3 ] - SAIR

OPCAO : [ 1 ]

      ESCREVA A OPCAO DESEJADA E TECLUE <ENTER>

```

Na seleção por teclado, as opções da página de menu devem ser enumeradas com números e não com letras, alinhados pela direita e separados do nome da opção através de um ou dois espaços. A numeração de partir sempre do número 1 e nunca do zero. No caso das letras serem definidas para a seleção por teclado, a enumeração deve ser alinhada pela esquerda.

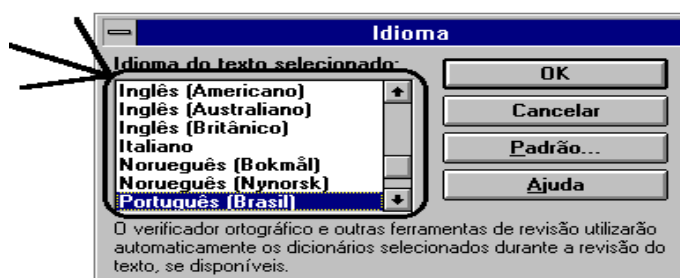
5.2.2.2.3 Barra de Menu

A barra menu é um painel de orientação horizontal. Ela deve ser posicionada no alto da tela ou da janela do programa aplicativo, apresentando os comandos de base de um sistema (não mais de oito opções). As barras não comportam qualquer tipo de navegação, e sua retirada da tela só se justifica para sistemas destinados ao grande público, ou se expressamente comandada pelo usuário. Os nomes de suas opções devem ser palavras curtas e separadas por ao menos três espaços em branco. Se a ordem relativa a tarefa ou a frequência de uso não podem ser definidas, um ordenamento alfabético deve ser empregado.

5.2.2.2.4 Hipertexto (Menu Imbricado)

O menu imbricado em um texto permite a construção de diálogos do tipo hipertexto, destinado a navegação entre páginas de textos relacionados. Esse tipo de menu deve respeitar as recomendações quanto a uma estrutura equilibrada, organizando

possível, os separadores (um traço simples) devem ser dispostos a cada 6 linhas de alternativas.

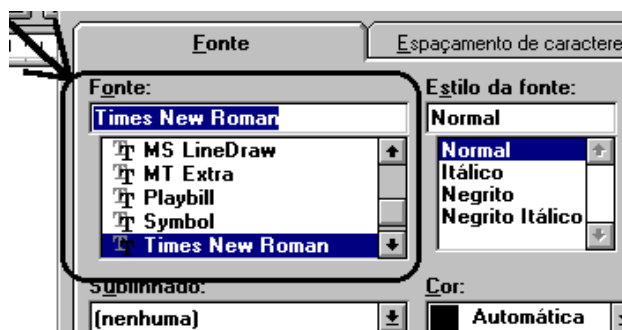


No caso de restrições de espaço as listas podem ser configuradas como desdobráveis. Desta forma somente a primeira linha da lista é apresentada inicialmente. Para visualizar as outras alternativas o usuário deve acionar o botão de desdobramento (à direita da primeira linha) que irá apresentar o restante da lista para baixo ou para acima e no primeiro plano da tela (tapando outros elementos). A largura da lista pode ser determinada pelo item mais longo se ele for menor do que 20 caracteres. Caso contrário ela deve ser definida a partir da média dos comprimentos de cada item.

A lista de seleção é composta de itens que, a semelhança com as opções de um menu, podem assumir os estados "inativo", "ativo", em "foco" e "selecionado", com representações visualmente diferenciadas.

5.2.2.2.7 Caixa de combinação

A caixa de combinação combina em um só objeto uma lista de seleção de desdobrar associada a um campo de dados. Ela proporciona mais facilidade ao usuário ao selecionar um item da lista a partir dos caracteres digitados no campo de dados.



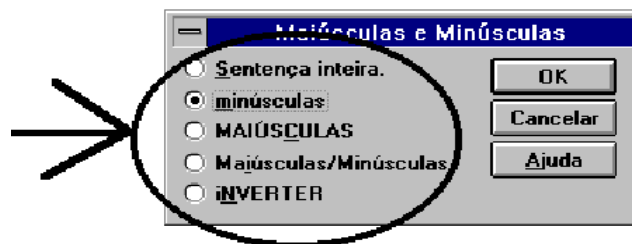
5.2.2.3 Os grupos de controles

5.2.2.3.1 Grupo de botões de comando

O grupo de botões de comando deve ser definido nas situações em que as opções de comandos possíveis forem em número reduzido. Seu arranjo pode seguir duas regras. Eles podem ser alinhados verticalmente e a direita do objeto a que fazem referência, ou horizontalmente e abaixo deste objeto. Um botão "por default" deve ser definido, visualmente diferenciado e posicionado ao alto, se a orientação for vertical, ou a esquerda, no caso de uma orientação horizontal.

5.2.2.3.2 Grupo de botões de rádio

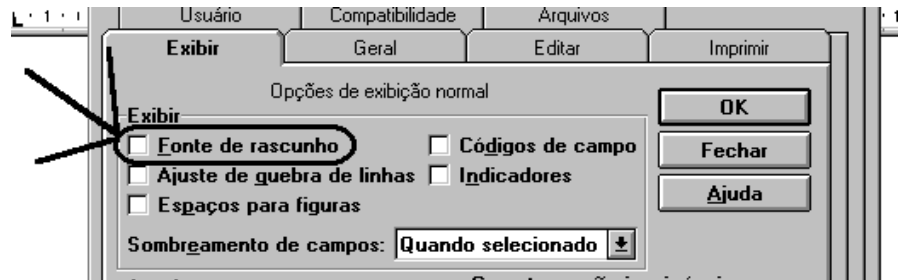
Um grupo de botões utilizado para a entrada de dados deve prever botões de rádio (radio-button), quando o conjunto de valores possíveis para um dado forem conhecidos, não excederem sete alternativas, e forem mutuamente exclusivos.



O grupo de botões rádio reúne um máximo de sete itens de seleção que devem estar distribuídos equidistantemente. Grupos maiores devem ser subdivididos logicamente e visualmente separados por uma linha simples ou um retângulo de linhas simples (caixa de grupamento)

5.2.2.3.3 Grupo de caixas de atribuição

Se os valores possíveis para uma entrada não forem mutuamente exclusivos, estando envolvidos em uma escolha múltipla, deve-se prever um grupo de caixas de atribuição (check-box).



O layout de um grupo de caixas de atribuição (check-box) está sujeito às mesmas recomendações propostas para um grupo de botões de rádio.

5.2.2.3.4 Grupo de campos/mostradores de dados

Os grupamentos de campos e mostradores de dados devem ser definidos segundo critérios lógicos de formação e de ordenamento. Assim os dados devem ser reunidos segundo critérios tradicionalmente empregados pelos usuários ou segundo as funcionalidades definidas ou ainda segundo critérios arbitrários. Em todos os casos a ordem de apresentação deve seguir critérios de sequencialidade, importância ou frequência de uso. O destaque de um campo de dados pode se dar pelo seu posicionamento ou pelo emprego das cores.

5.2.2.4 *Os controles simples*

5.2.2.4.1 Botão de comando

Em relação aos comandos editáveis, botões de comando facilitam consideravelmente a tarefa do usuário, que realiza uma atividade mental de reconhecimento e não de recuperação. Nesta última o seu rendimento humano é superior. Outro aspecto importante dos comandos selecionáveis está ligado a abstração dos detalhes da sintaxe dos comandos. O usuário é conduzido na entrada de parâmetros de acordo com a opção de comando selecionada e os parâmetros já entrados. Este fato proporciona uma redução importante de erros de sintaxe.



Os estados possíveis para um botão de comando incluem "ativo", "inativo", "default" e "ativado" que devem ser visualmente diferenciados. O botão definido por default tem o foco das ações do usuário. Dessa forma, seu acionamento é facilitado ao usuário que pode tanto usar o dispositivo de apontamento como as teclas "Enter" ou "Return". Os nomes de botões de comando devem ser concisos, significativos e familiares e quando eles acionam caixas de diálogo, devem ser seguidos de indicação de continuidade "...".

5.2.2.4.2 Botão de seleção

O botão de seleção é utilizado quando uma entrada de dados corresponder a ativação e desativação de um atributo ou entidade (on-off). Eles correspondem aos check-boxes, interruptores, radio buttons e outros interadores similares. Em grupos, os check-boxes e radio-buttons tem um comportamento estabelecido por convenção. Os primeiros permitem escolhas múltiplas enquanto que os radio-buttons trabalham com escolhas simples e mutuamente exclusivas. Segundo essa convenção a utilização de botões de rádio isolados não tem sentido e deve ser evitada.

5.2.2.4.3 Cursor do dispositivo de apontamento

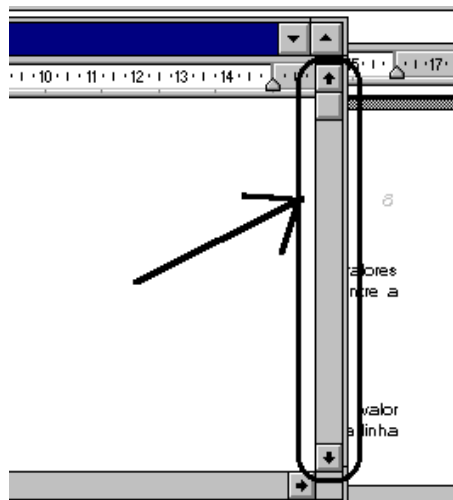


Os cursores representam a classe de controles verdadeiramente manipuláveis pelo usuário. Seu objetivo é de permitir a designação ou a indicação de uma posição na tela. É através do cursor do dispositivo de apontamento que o usuário seleciona e aciona parâmetros e funcionalidades dos diferentes objetos.

Sua forma deve ser diferenciável, ao mesmo tempo em que não prejudique a visualização dos objetos que encobre. O cursor

do mouse oferece a possibilidade de definição de diversas formas que se alternam em função de seu posicionamento ou do tipo de tarefa. Neste caso elas devem ser significativas e ao mesmo tempo fornecer um apoio ao usuário. Por exemplo, quando a tarefa exigir precisão na indicação, a forma definida pode incluir um círculo. O projetista deve definir valores para a taxa de deslocamento levando em consideração um compromisso entre a velocidade e a precisão no posicionamento.

5.2.2.4.4 Escala



A escala é um controle que permite ao usuário a introdução de um valor numérico pelo ajuste de um cursor em uma determinada posição sobre uma linha graduada. A barra de rolagem é um exemplo deste tipo de objeto.

5.2.2.4.5 Dial

O dial se apresenta como um objeto circular graduado numericamente entre dois limites a intervalos regulares. Da mesma forma que na escala, o usuário interage com o dial através do cursor.

5.2.2.5 Os campos de entrada

As possibilidades em termos de controles editáveis incluem os campos para a edição de textos e de objetos gráficos.

5.2.2.5.1 Linha e área de comando

As áreas e linhas de comando correspondem a campos de edição uni e multi-lineares, cujo conteúdo, introduzido pelo usuário, é enviado ao programa aplicativo visando acionar uma ou mais de suas funcionalidades. Neste sentido, esses comandos editáveis proporcionam grande flexibilidade ao usuário, que pode se valer de forma imediata e direta de todas as opções de comandos previstas na linguagem. A área de

comando em especial fornece recursos de histórico, para que o usuário possa avaliar e retomar estratégias de interação. Os comandos deste tipo devem ter sua localização padronizada, de preferência na parte inferior da tela e a área de comando não deve ser inferior a quatro linhas.

5.2.2.5.2 Campo de dados

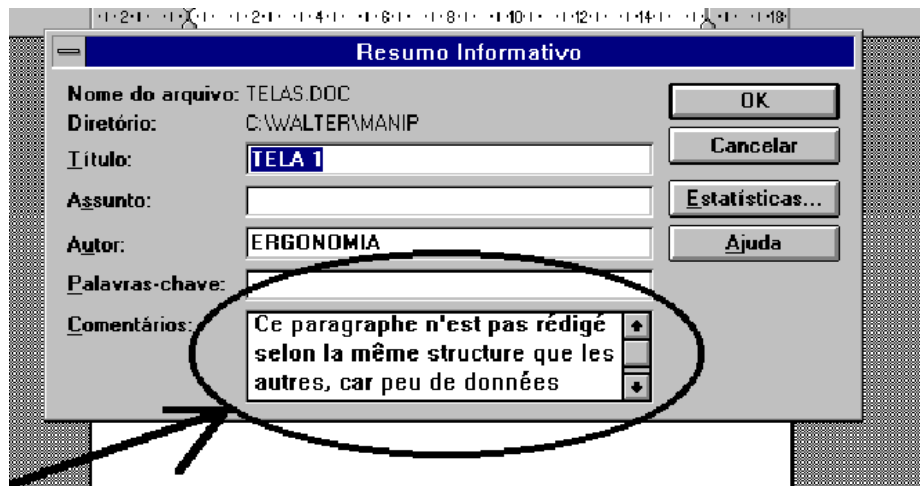
Um campo de dado é por definição uni-linear. Eles recebem dados cujos valores não podem de ante mão, ser previstos pelo projetista e cujos comprimentos não excedam os 40 ou 50 caracteres. Todo o campo de dado deve apresentar um rótulo identificativo e convidativo (prompt), para apoiar o usuário na entrada de um dado. Isso pode ser feito através da explicitação do formato (mm/dd/aa) do dado, de sua unidade (cm, pol) e dos valores possíveis (1 a 10). Um símbolo padronizado, em geral “.” deve ser empregado como explicitação do convite à entrada. O rótulo do campo de dado deve ser conciso, significativo e familiar para o usuário e ser escrito de tipografia normal (somente a inicial em maiúsculo). Em geral, o rótulo deve ser consistentemente colocado ao lado esquerdo do campo ou acima desse e alinhado pela esquerda.

Com o objetivo de minimizar as ações do usuário o projetista pode especificar um valor a ser proposto "por default" ao usuário. Na escolha de um modo de edição "inserir entre" deve ter a preferência sobre o modo "escrever sobre". Nesse particular, seja qual for a definição ela deve ser mantida consistente durante o projeto da interface. Os métodos para o tratamento dos valores entrados podem considerar equivalentes as letras maiúsculas e minúsculas. O preenchimento dos zeros e dos pontos decimais desprezados pelo usuário também deve ser considerado.

Em entradas de valores codificados com mais de 10 letras ou 5 dígitos sem significado para o usuário, um esquema de pontuação com espaços, vírgulas, hífen ou barras pode ser

definido. O objetivo nesse caso é de dividir essas entradas em grupos de 3 a 4 caracteres, para evitar os erros e facilitar a leitura. Os dados entrados devem ser checados quanto a sua conformidade de tipo, cabendo ao projetista declarar uma expressão de destaque como um bip sonoro, para alertar ao usuário quando os erros acontecerem.

5.2.2.5.3 Campo de Texto



O campo de texto é por definição multi-linear. Seu tamanho em termos do número e do comprimento de linhas deve ser adequado para proporcionar um desempenho eficiente na tarefa de entrada de textos. Para a facilidade de leitura o comprimento das linhas não deve exceder os 40 caracteres e a altura do campo deve proporcionar a apresentação de um mínimo de 4 linhas.

5.2.2.5.4 Campo gráfico

O campo gráfico se define nos recursos de edição gráfica que proporciona ao usuário. As recomendações ergonômicas são econômicas em relação a essa classe de objetos. Elas se referem as diferentes formas do cursor face aos diferentes tipos de tarefa.

5.2.2.6 Os mostradores estruturados

Os dados e informações interligadas a uma série de variáveis do contexto do sistema devem ser apresentados através de gráficos, tabelas ou listas, textos, mapas, diagramas, etc.. Essas formas de apresentação facilitam o exame de dados numerosos permitindo, em maior ou menor grau, a identificação das inter-relações e tendências. O critério de agrupamento dos dados que participam dessa estruturas deve ser lógico. A discriminação de um grupo de dados nas telas pode ser feita através de seu posicionamento, pelo emprego de cores ou pela definição de uma caixa de grupamento.

5.2.2.6.1 Lista/Coluna de Dados

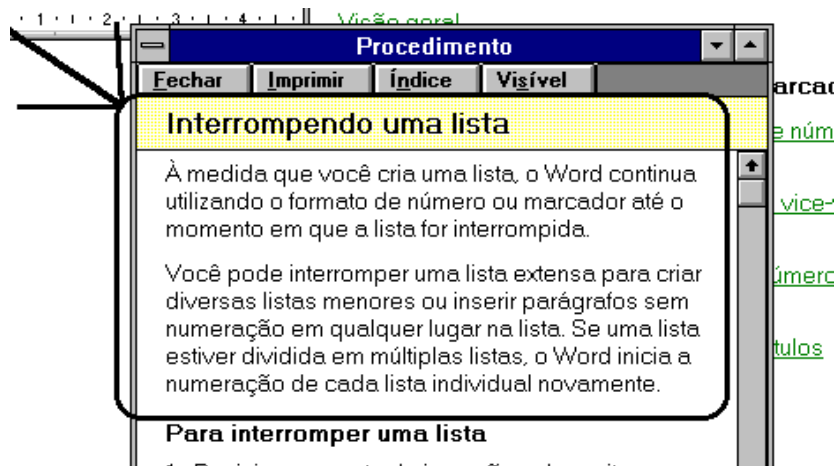
Toda lista/coluna de dados deve possuir um cabeçalho conciso, e representativo dos dados apresentados, dos quais deve estar visualmente diferenciado. O alinhamento dos dados na lista deve dispensar cuidado especial e sua enumeração deve ser feita a partir de números, evitando as letras e suficientemente afastada do texto. No caso da lista se estender além dos limites de espaço de tela, o projetista pode optar entre dois tipos de navegação possíveis: por paginação ou por rolamento. A paginação se aplica no caso de usuários inexperientes ou quando a tarefa envolver a busca de uma informação isolada. Este recurso demanda a definição referente a mensagem de continuação. Quando o objetivo da tarefa for a busca de relações entre dados, a técnica de rolamento é preferencial. O formato da coluna pode ser normal ou indentado, prevendo assim a possibilidade de hierarquias de itens e sub-itens.

5.2.2.6.2 Tabela de Dados

À tabela de dados aplicam-se as recomendações da lista. Deve-se ter cuidado especial na definição de cabeçalhos para linhas e colunas (se necessários), que devem ser diferenciados entre si. Além disso, uma tabela pode apresentar blocos de dados e informações interligadas. Os blocos devem ser definidos logicamente e separados fisicamente, por uma linha em branco ou por um traço simples, do resto da tabela.

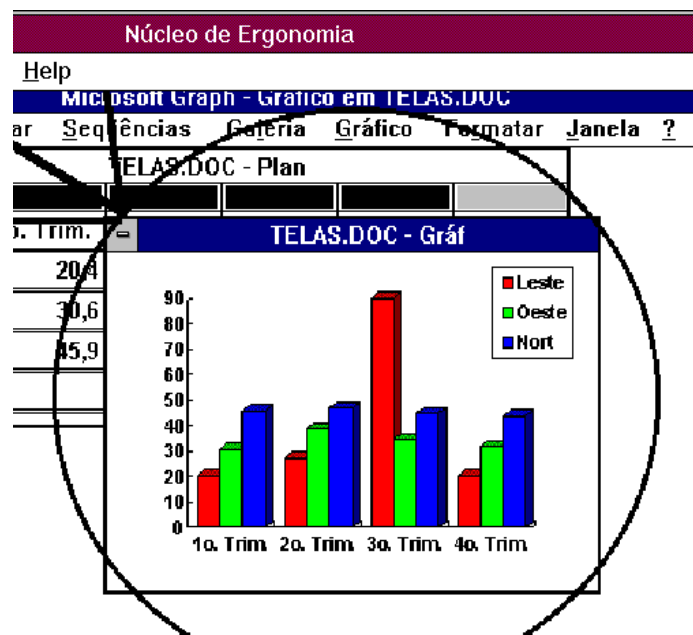
5.2.2.6.3 Texto

A classe "Texto" apresenta informações na forma de uma cadeia de frases e períodos. Sua dimensões devem ser definidas de modo a apoiar a tarefa de leitura. Nesse particular, o formato do texto pode ser normal ou em colunas. Em formato normal o alinhamento deve ser definido pela margem esquerda. Em formato coluna, ele deve ser justificado. O espaçamento entre colunas pode ser de 3 caracteres se elas forem justificadas pela direita. Em caso contrário este valor passa para 8 caracteres. O comprimento das linhas não pode exceder os 50 a 60 caracteres em formato normal e os 35, em formato coluna. Os parágrafos devem, em ambos formatos, ser espaçados de aproximadamente uma linha em branco. Sob hipótese alguma um texto que deva ser lido pode aparecer piscando (blinking) ao usuário.



O projetista deve explorar adequadamente os recursos de estilo para realçar as informações importantes de um texto, sem no entanto, exagerar no negrito ou sublinhado. Ele deve evitar de apresentar textos exclusivamente em letras maiúsculas. Para facilitar a leitura, as fontes para devem ser proporcionais e deve-se evitar a hifenização. O enquadramento por bordas pode ser útil para destacar o texto na tela.

5.2.2.6.4 Gráfico



Os gráficos apresentam espacialmente dados ou variáveis correlacionadas. Seus diferentes formatos se aplicam para;

- multi-linha -> análise de tendências,
- gráfico de superfícies -> exame de valores cumulativos,
- gráficos de barra -> exame de amostras a intervalos discretos,
- gráficos de setor -> análise de valores que representam partes de um todo.
-

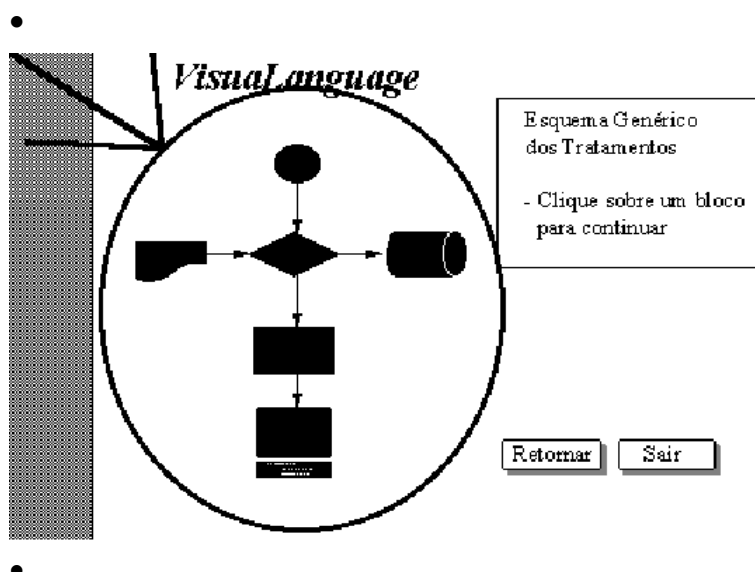
O título de um gráfico deve ser descritivo das correlações apresentadas. As curvas podem ser diferenciadas através do uso de traços pontilhados, símbolos geométricos, espessuras e cores. Na configuração das escalas, merecem atenção as definições relativas ao rótulo geral, ao tamanho das letras, à marcação inicial (0), ao intervalo de rotulação (a cada 1,2,5 e 10 marcações), ao número de sub-divisões (<9) e às progressões horizontal (esquerda->direita) e vertical (baixo->cima).

5.2.2.6.5 Diagrama de figura

Um diagrama é uma representação gráfica, que pode ser um desenho ou uma fotografia de um objeto ou de uma estrutura, realizados com o objetivo de mostrar as relações espaciais entre os componentes de um todo. No caso de limitação de espaço eles podem ser organizados em seções, devendo então ser previstos botões de comando para a visualização das diversas seções.

Uma lupa móvel ou zoom deve estar disponível para auxiliar na visualização dos detalhes do diagrama, que pode também contar com o apoio de uma função de rotação. As partes importantes podem ser destacadas através caixas de enquadramento ou de flechas intermitentes.

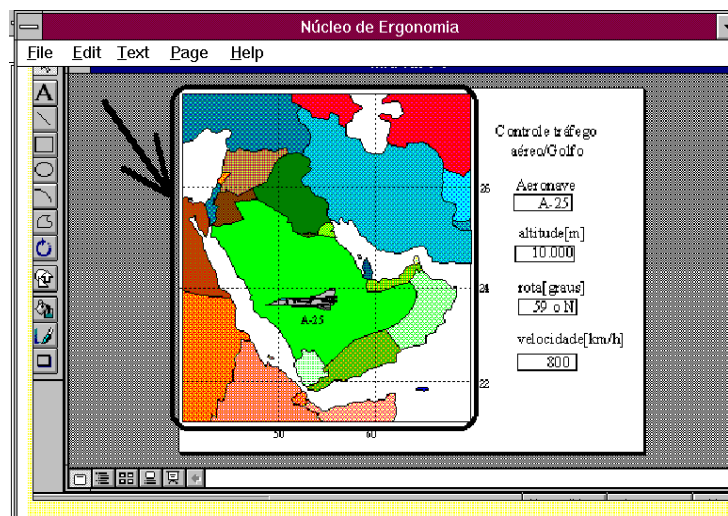
5.2.2.6.6 Diagrama de fluxo



Os diagramas de fluxo são representações gráficas elaboradas para a apresentação esquemática de dados logicamente relacionados em um processo seqüencial. Elas se aplicam especialmente para tarefas de resolução de problemas e de gestão de projetos. Seus elementos devem ser apresentados segundo uma ordem lógica, respeitando as convenções estabelecidas em termos de esquerda para a direita, do alto para baixo e no sentido dos ponteiros dos relógios. As trajetórias mais prováveis devem ser minimizadas, o que pode ser conseguido

através da antecipação de pontos de decisões com o menor número de alternativas. Economizar espaço a partir da combinação de decisões, pode confundir o usuário e é algo a ser evitado. A disposição de alternativas em um bloco deve respeitar algum tipo de lógica e ser coerente. Por exemplo o "sim" deve sempre estar a esquerda e o "não" a direita ou abaixo. Finalmente, a escolha dos formatos dos blocos e dos conectores deve ser consistente com o tipo de ação e de relação representados.

5.2.2.6.7 Mapa



Um mapa é uma representação reduzida de uma região que é utilizada para a apresentação de dados físicos e geográficos. Sua apresentação pode assumir, segundo as necessidades do projetista, a forma de um mapa político ou de uma carta geográfica. Os mapas são apropriados para a apresentação de dados relativamente estáveis como população, atividade econômica, etc. As cartas se aplicam especialmente na apresentação de dados variáveis como a progressão de massas de ar. Mapas e cartas devem apresentar uma orientação consistente em termos de norte-sul além de uma escala precisa e compatível com os dados a serem apresentados. Um efeito de curvatura pode ser definido quando da apresentação de superfícies vastas. Os rótulos descritivos devem ser posicionados cuidadosamente, de modo que não se afastem de sua referência, que não encubram outras informações e que não venham a causar um congestionamento visual importante. Uma legenda deve ser definida para códigos de textura, cores e de intensidade de cores.

Alguns autores (Norman, 1991) entretanto consideram que o uso frequente de legendas pode atrapalhar o usuário, podendo ser uma indicação da falta de adequação nas escolhas feitas em termos dos tipos de representações a adotar. As cores podem representar dados substitutivos como alinhamentos políticos, tipos de reservas minerais, de florestas, de lavouras, etc. Já a intensidade de cores e texturas, constituem escalas aditivas e se aplicam na representação de dados numéricos como altitudes, demografias, indicadores econômicos, etc. .

Funções de zoom e de navegação devem estar disponíveis aos usuários. Um cursor de localização e um indicador de distâncias devem ser previstos nos casos de deslocamentos possíveis. Isto com o objetivo de informar, gráfica e numericamente, a posição do usuário sobre a carta.

5.2.2.7 Os Mostradores Simples

5.2.2.7.1 Mostrador de Dados

Os mostradores de dados devem possuir rótulos identificativos e descritivos para explicitar a unidade e o formato dos valores apresentados. Sempre que for possível o projetista deve adotar formatos padronizados e coerentes com as convenções de usuário. Uma forma digital (dígitos) deve ser definida quando houver uma necessidade de precisão de leitura do dado. No caso de valores que variem rapidamente, uma forma gráfica analógica deve ser definida.

Se o dado a apresentar for demasiadamente longo ele deve ser dividido em grupos lógicos. No que se refere as formas auxiliares, as cores, em especial o amarelo, pode ser empregado para agrupar dados espalhados na tela. Cores mais saturadas (contraste) ou mais intensas (brilho) podem ser utilizadas para o destaque de dados críticos. O emprego da intermitência visual (pisca-pisca) para destacar um dado deve ser feito com bastante cuidado. De modo a preservar sua legibilidade, sugere-se a adoção de um elemento extra, como um indicador ao lado do dado, ao qual seria atribuída a intermitência visual. O tamanho dos caracteres também pode ser utilizado como forma de destacar dados urgentes.

5.2.2.8 As Orientações

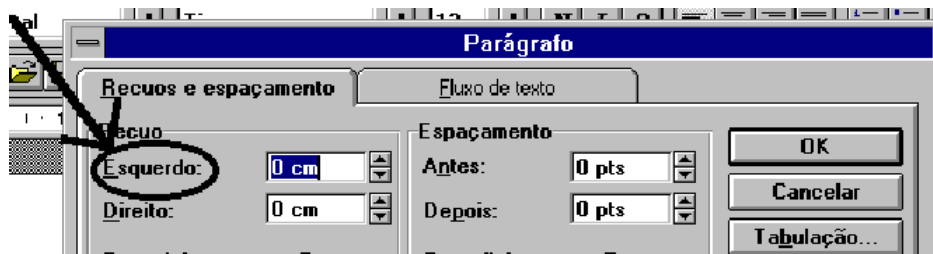
Uma orientação é definida como uma mensagem do projetista ao usuário. Ela desempenha uma função fundamental para as manipulações cognitivas dos usuários envolvendo dados, controles e comandos. A ausência de informação inviabiliza a operação de um sistema por usuários leigos.

As classes de orientação distinguem os rótulos, as mensagens (de orientação, de ajuda, de alerta, de aviso e de

erro), os indicadores de estado e de progressão, e os efeitos e motivos sonoros.

5.2.2.8.1 Rótulo

Um rótulo pode assumir a forma de um ícone, de um sinal geométrico, de uma palavra ou de um texto.



Os rótulos textuais devem empregar palavras distintas e significativas, além de concisas. Caso demandem uma atenção particular as formas auxiliares podem ser empregadas como expressão discriminativa. O tamanho dos caracteres deve estar definido segundo o critério da legibilidade. O posicionamento relativo ideal é acima ou a esquerda do objeto a que fazem referência. Neste particular eles devem estar suficientemente isolados ao mesmo tempo em que permanecem próximos do objeto.

Em suas relações com outros objetos, esta classe desempenha diferentes tipos de funções, incluindo: a identificação, a descrição, a incitação, a indicação e a separação. Face a estas funções e as relações com diferentes objetos é possível definir algumas das instâncias de um rótulo.

O título é um rótulo identificativo forçosamente textual, empregado como função de identificação em textos, gráficos, tabelas, janelas, caixas de diálogo, etc.

Um cabeçalho é o rótulo de uma lista ou tabela, devendo ser destacado ou discriminado através do tamanho ou do estilo de caracteres sublinhados, coloridos, etc..

Da mesma forma que o cabeçalho se define na relação com listas, um prompt se define na relação com campos de dados. Um prompt é o rótulo de convite à interação que deve ser destacado ou diferenciado através de um posicionamento adequado na tela.

O marcador tem a forma de um pequeno sinal que é colocado ao lado de objetos como itens de seleção e opções de menu principalmente, para indicar seu estado já selecionado.

O separador tem a forma de uma linha simples que define uma separação entre os itens ou opções de um menu ou lista de seleção.

5.2.2.8.2 Mensagem

As mensagens incluem as orientações, as ajudas, os alertas, os avisos e os avisos de erro. Dependendo do ambiente operacional do sistema, elas podem ser apresentadas dentro de caixas de mensagens ou diretamente nas telas. As mensagens podem ser permanentes ou transitórias, modais ou amodais, e sua apresentação pode ser solicitada pelo usuário ou comandada pelo sistema em resposta a uma ação do usuário ou de uma mudança do contexto do sistema.

Elas são apresentadas geralmente na forma textual, que é especialmente adequada para lidar com noções abstratas e expressar deduções lógicas, podendo ser complementadas através de algum elemento gráfico (ícone ou figura). As frases devem ser afirmativas e diretas, na voz ativa, evitando pontuações desnecessárias e apresentando os argumentos segundo uma ordem lógica.

Assim como os rótulos, as orientações são elementos permanentes das telas. São frases, que colocadas à vista do usuário tentam orientá-lo em sua tarefa, através de um vocabulário simples, significativo e familiar.

As ajudas são solicitadas explicitamente pelo usuário e podem permanecer na tela enquanto ele completa sua tarefa (amodais). Seu conteúdo deve ser contextual, isto é, deve se referir ao contexto da tarefa que o usuário está realizando.

A apresentação de avisos e alertas é comandada pelo sistema em resposta a uma ação do usuário ou a uma mudança no contexto exterior (rede, dispositivos, etc.) Ambas são modais, exigindo uma resposta do usuário antes de lhe devolverem o controle. Avisos e alertas se diferenciam através da importância que lhes é atribuída. Assim sendo, os alertas devem ter uma apresentação diferenciada e única.

As mensagens de erro são modais e são apresentadas pelo sistema em resposta a uma ação equivocada do usuário. Elas devem ser polidas, neutras e contextuais. Devem ser concisas evitando porém os códigos ou abreviaturas. Devem apresentar a informação principal no início deixando os elementos a memorizar para o final. A tipografia deve ser a de uma frase normal (somente a inicial em maiúsculo).

5.2.2.8.3 Indicador de Progressão

O indicador de progressão é um mostrador especializado na apresentação da sucessão de estados de um processo linear e finito. Tipicamente, têm a forma de uma barra, cujo preenchimento dá uma indicação do que já foi feito e do que falta a ser realizado no processo.

5.2.2.8.4 Efeito Sonoro

Os efeitos sonoros são estruturas sonoras simples que atuam como ícones sonoros para chamar a atenção do usuário e fornecer feedback. Eles devem ser consistentes com a situação a assinalar, pouco numerosos e suficientemente diferenciáveis. Como ícones sonoros, os efeitos sonoros podem apresentar formas concretas e abstratas. As concretas imitam sons como o fechamento de uma porta metálica para representar o fechamento de um arquivo de dados. As abstratas se baseiam em convenções sociais como aplausos para representar uma aprovação.

5.2.2.8.5 Motivo Melódico

Motivo melódico denota uma breve sucessão de tons combinados de maneira a produzir um padrão de ritmo suficientemente distinto para que ele funcione como uma entidade individual e reconhecível (Loshe, Walker, Biolsi, & Rueter, 1991). A seqüência de tom e o ritmo definem a partitura de um "motivo sonoro". As características dinâmicas de "crescendo" e "decrescendo" podem ser utilizadas para indicar ações de iconificação, movimentação e mudanças de tamanho de janelas, por exemplo. Ritmos e de timbres são bastante eficazes para efeitos de diferenciação.

5.2.2.8.6 Locução e Fala

Estas classes representam uma forma alternativa de transmissão de dados e mensagens ao usuário, aplicando-se aos ambientes de trabalho silenciosos, onde o operador tenha necessidades de pequenos deslocamentos e podem ser de "fonte" sintetizada ou registrada.

A classe "locução" é a verbalização de palavras simples ou compostas, enquanto que a "Fala" é a verbalização de textos de mensagens. A locução pode ser usada para demonstrações, simulações ou instruções e devem envolver somente as informações, críticas ou necessárias, que tenham um caráter de domínio público. Se o conjunto de frases for em pequeno número elas devem ser registradas. Se elas foram sintetizadas, deve-se tomar cuidado em definir um ritmo adequado.

O timbre de voz pode ser usado para destacar ou discriminar a expressão falada que não deve ser muito longa. Um meio adequado de permitir a interrupção da locução deve estar disponível ao usuário.

5.2.3 *Os Sistemas de Significado*

Os sistemas de significado referem-se as relações simbólicas estabelecidas na transmissão de um conteúdo de informação por meio de uma expressão perceptível e tratável

pelo sistema cognitivo humano. Essas relações referem-se a entidades como símbolos e sinais.

Considera-se que em um sinal (Chevalier, 1980) a relação entre a forma de conteúdo e forma de expressão seja arbitrária, ou seja depende do conhecimento mútuo das regras de codificação. Os sinais usados tanto em uma linguagem natural como na álgebra ou na matemática tem assim uma capacidade de transmitir um conhecimento mais ou menos objetivo. Em um símbolo, a homogeneidade entre expressão e conteúdo estabelece uma representação motivada ou concreta, onde o caráter espontâneo da interpretação é essencial. A citação de Chevalier (pág. XV) é oportuna para concluir este entendimento: "o símbolo é carregado de realidades concretas. A abstração esvazia o símbolo e da vida ao sinal".

5.2.3.1.1 Ícones

Um ícone pode corresponder a diferentes tipos de representações. Chevalier, em seu Dicionário dos Símbolos esclarece sobre variações simbólicas pertinentes ao projeto representações gráficas:

- *Símbolo* - representações gráficas motivadas ou concretas; um desenho de uma impressora para designar o dispositivo físico. Neste grupo se incluem as miniaturas.
- *Emblema* - uma figura adotada convencionalmente para representar uma idéia, um ser físico ou moral; bandeiras nacionais e logomarcas.
- *Atributo* - um acessório característico para designar o todo; garfo e da faca para representar um restaurante, asas para companhias aéreas, rodas para o transporte rodoviário, etc.
- *Arquétipo* - exemplares de classe para representar o conjunto; um exemplar de histograma para representar as escolhas possíveis em termos de gráfico de dados.
- *Analogia* - relação entre seres ou noções essencialmente diferentes, mas semelhantes sob um determinado aspecto; taça de vinho usada como símbolo de fragilidade.

Se possível, use ícones prontos respeitando seus significados (estereótipos para ícones). Se for desenhá-los siga as seguintes recomendações:

- Desenhe ícones simples, com poucos elementos, mas com apelo visual.
- Use metáforas de objetos em vez de abstrações sobre idéias ou conceitos
- Amplie os elementos significativos dos ícones (que os distinguem)

- Evite grossos contornos
- Use poucas cores
- Empregue um grid para o desenho de ícones
- Desenhe ícones consistentes em seu conjunto
- Use efeitos de sombra (fonte luminosa no canto superior esquerdo) e perspectiva
- Respeite a escala dos outros objetos da tela. Não os faça nem muito grandes, nem muito pequenos

Os ícones devem ser significativos, apropriados, coerentes, consistentes, claros, simples e definidos em pequeno número (não mais do que 20). Seu tamanho deve ser econômico em relação ao espaço de tela. Dependendo de sua utilização aconselha-se a adoção de bordas bem definidas.

Diversos autores indicam a necessidade de um rótulo identificativo centrado na margem inferior, ou de bolhas de ajuda (tool-tips), uma pequena descrição de um objeto que aparece na tela ao se posicionar o cursor do dispositivo de apontamento sobre ele.

5.2.3.1.2 Códigos de formas

Os códigos de forma envolvem os sinais geométricos construídos a partir de primitivas gráficas (linha, arco, retângulo, etc.). Eles correspondem a uma da classe de sinais abstratos que para o sucesso na comunicação dependem do conhecimento mútuo das regras de codificação. Os círculos, quadrados, triângulos e retângulos são utilizados por exemplo, para codificar classes de eventos em gráficos estatísticos. Aconselha-se não utilizar mais do que 15 opções de sinais geométricos.

5.2.3.1.3 Denominações

As denominações utilizadas em uma interface humano-computador constituem códigos de expressão textual cujos os termos (sinais arbitrários) são retirados da linguagem articulada pela população de usuários em sua tarefa com o sistema. As regras de codificação desses termos são definidas, de modo mais ou menos formal, no ambiente de trabalho dos usuários. Assim, a linguagem textual da interface deve ser constituída de termos empregados no contexto de trabalho, portanto significativos e familiares para o usuário (linguagem operativa), além de concisos.

5.2.3.1.4 Abreviaturas

As abreviaturas são diminutivos de denominações que devem ser utilizadas somente quando absolutamente necessário. Além de suficientemente distintas entre si, elas devem ser curtas, claras e significativas.

5.2.3.1.5 Códigos alfanuméricos

Os códigos alfanuméricos são códigos de expressão textual que constituem sinais arbitrários cujas possibilidades tanto em termos de conteúdo como de expressão são definidas por regras de codificação. As considerações sobre os valores a adotar para códigos alfanuméricos arbitrários indicam não utilizar valores maiores do que 4 ou 5 caracteres. Se isto for inevitável deve-se recorrer a pontuações e sub-grupamentos. O limite para códigos alfabéticos arbitrários é de 7 a 10 letras. No caso de códigos alfanuméricos deve-se procurar arranjar letras e números em grupos separados, como forma de evitar combinações perigosas entre caracteres semelhantes.

5.2.3.1.6 Códigos de cores

O emprego das cores na concepção de interfaces humano-computador tem sido alvo de numerosas recomendações ergonômicas. Elas aconselham o uso de cores para transmitir informações, chamar a atenção, contrastar e associar objetos de interação. O uso puramente decorativo é desaconselhado. Para que sua utilização seja eficaz, deve-se tomar cuidado com três aspectos:

- (i) a legibilidade final da informação;
- (ii) com os efeitos das cores sobre a performance cognitiva do usuário e;
- (iii) com as possibilidades dos dispositivos físicos.

Estas precauções visam conter a confusão visual resultante do emprego arbitrário e exagerado de cores não pertinentes.

O código de cores deve prever na medida do possível motivado e composto de um elenco reduzido e equilibrado de opções (não mais do que 10 ou 11 cores). Estas não devem estar associadas a mais do que um significado e deve respeitar os seguintes estereótipos naturais:

- o vermelho deve ser utilizado para perigo, alarme, atenção, alerta, calor e comandos de interrupção.
- o amarelo para advertências, teste e lentidão.
- o verde para passagem livre, normalidade, vegetação e segurança.
- o laranja para valor limite e radiação.
- o azul para frio, água, céu e calma;
- o cinza para inatividade, neutralidade;
- o branco é uma cor neutra.

Códigos arbitrários expressos a partir de cores devem ser claramente indicados aos usuários através de uma legenda.

As variações de cores, definidas a partir da luminosidade e do contraste não podem ser mais do que três e devem respeitar os significados da cor principal. Altos níveis de contraste e de iluminação podem ser definidos para as cores utilizadas no destaque de dados importantes.

Devido a coabitação de dispositivos físicos coloridos e monocromáticos, *a cor não deve ser utilizada como única forma de uma expressão*. Assim, os projetista devem fazer a definição de uma forma alternativa e redundante para o significado corrente.

5.2.3.1.7 Códigos de fontes

O estilo complementa as capacidades em termos de transmissão de informação das formas textuais. Os recursos desta classe incluem fontes, estilos e tamanhos. A utilização do estilo como código auxilia na compreensão dos elementos de um texto e deve ser empregado de maneira consistente. Segue abaixo alguns objetivos definidos para os tipos de fontes:

- Arial -> títulos e cabeçalhos de documentos
- Avant Garde -> grandes títulos
- Courier -> documentos impressos, cartas padronizadas, correspondência
- Helvética -> relatórios, títulos de capítulos, de seções, código de programas
- Letter Gothic -> texto que deve ser simples e claro
- Romano -> correio padronizado
- Times† -> documentos diversos, de múltiplo uso, comentários em programas
- Ultrablack -> etiquetas de embalagens

Os recursos em termos de estilo devem ser usados com cautela, para discriminar ou destacar uma informação textual, incluindo caixa, negrito, itálico e sublinhado. O tamanho dos caracteres deve ser apropriado (18 a 24 para transparências e 10 a 12 para trabalho normal) e permanecer inalterado na mudança de fontes.

5.2.3.1.8 Códigos de Textura

A textura é utilizada como codificação arbitrária na apresentação de gráficos e mapas. As diferentes opções de textura podem ser empregadas tanto como escalas aditivas como substitutivas. Se utilizadas juntamente com palavras elas devem ser escolhidas de modo a não prejudicar a leitura.

5.2.3.1.9 Códigos de vídeo reverso

O vídeo reverso é uma codificação binária utilizada para o destaque de objetos, itens e opções selecionadas pelo usuário. Deve ser dada atenção especial na área total de inversão, que

deve incluir os espaços vizinhos ao objeto, principalmente se tratando de palavras. As de inversões de textos coloridos em fundo colorido devem ter seu resultado final testado em termos do contraste entre letra e fundo.

5.2.3.1.10 Códigos de intermitência visual (pisca-pisca)

A intermitência pode ser aplicada para o destaque em situações excepcionais, em que o perigo de acidentes imponha um caráter de urgência. Esta codificação, essencialmente binária não deve ser aplicada a mais de um elemento de cada vez. A taxa de intermitência pode variar entre 2 e 5 Hz. Na configuração de um objeto intermitente, o projetista deve prever um meio, associado a uma tecla, que permita ao usuário desativar a intermitência.

5.2.4 *As Primitivas*

As formas para a expressão de um objeto de interação resultam da articulação de substâncias de um contínuo perceptível ao sistema cognitivo humano.

5.2.4.1 *As formas visuais*

As formas de expressões "visuais" incluem as formas gráficas e textuais. A forma gráfica envolvida com questões ergonômicas é principalmente a cor, a fonte e o arranjo.

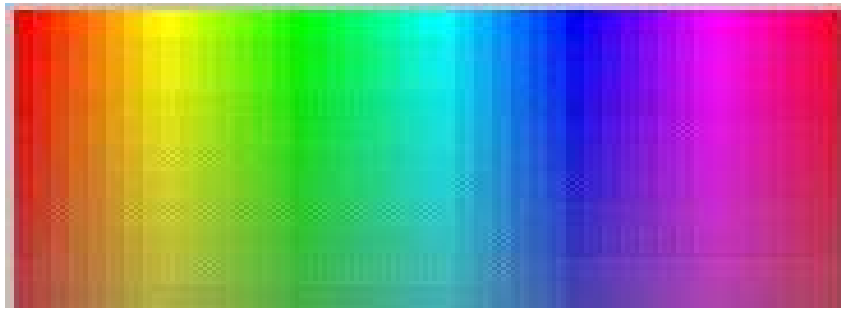
5.2.4.1.1 Cores

A Cor como forma é uma forma empregada na expressão gráfica de objetos de interação. Recomenda-se cuidado com o uso indiscriminado da cor. Primeiro faça o projeto em P&B e depois o cora com cuidado, usando cores neutras. Assim, use poucas cores, use cores com mesma luminância (brilho) e use cores brilhantes com cautela.

As cores podem causar sensações sobre as pessoas. Sabe-se, por exemplo que o verde descansa, o vermelho: atrai a atenção e pode causar irritação, o azul dá sono e o amarelo, ao contrário, desperta as pessoas.

Use cores de forma consistente e evite usar cores opostas no espectro em áreas muito próximas

Espectro/Arco Íris:



5.2.4.1.2 Fontes

As considerações sobre o emprego de fontes como forma estão envolvidas com o uso da serifa e o espaçamento entre os caracteres. A serifa é caracterizada por uma terminação saliente dos caracteres conforme ilustrada na primeira letra da figura abaixo. Fontes sem serifa são de percepção leve, mas de difícil leitura. Assim, nos títulos e rótulos curtos deve-se empregar fontes sem serifa. Emprega-se fontes com serifa nos textos como forma de facilitar o reconhecimento rápido dos caracteres.

S S

Não use **serifa** para vídeos de baixa resolução. Não use fontes menores do que 12 pontos para telas e 10 pontos para impressos. Limite o uso de fontes diferentes para textos (até dois tipos).

Evite fontes muito grandes, que gritam com o usuário. Evite textos só com maiúsculas, e não exagere com o sublinhado, negrito e itálico

5.2.4.1.3 Bordas

A maior parte dos objetos de interação são delimitados por bordas, que desempenham papel importante na leveza desses objetos. Essa característica pode ser assegurada através da natureza simples de seus traços e da distância segura entre as bordas e textos em geral (denominações, títulos, cabeçalhos, rótulos, etc.)

5.2.4.1.4 Arranjo ou Layout

O arranjo é a forma pela qual os itens de informação estão dispostos em uma janela, caixa de diálogo ou de mensagem. As recomendações principais para um arranjo adequado são as seguintes:

- Defina um grid para o layout das telas. Defina alinhamentos para os elementos conforme as linhas e colunas do grid

- Defina focos de atenção (zonas de trabalho) agrupando os elementos interrelacionados. Monte uma estrutura, a partir das relações (conexões) entre os elementos e coloque em evidência o que for mais importante no grupo... (mais a esquerda, colorido,...) Distribua da esquerda para a direita em função da importância, da cronologia,..
- Dê equilíbrio as telas distribuindo os elementos de forma balanceada. Evite áreas vazias ou altamente carregada de componentes
- Mantenha consistência entre os layouts das telas.

5.2.4.1.5 Fundos ou Background

Os fundos de telas, janelas, caixas de diálogo ou de mensagens devem ser definidos com cores neutras (acromáticas), que garantam um contraste adequado com os textos e rótulos em primeiro plano. É recomendável não carregar o fundo da tela com elementos gráficos (para áreas de trabalho e leitura).

As cores e padrões para os fundos podem ser usados para diferenciar tipos de telas/áreas.

5.2.4.2 *Formas sonoras*

A classe "Forma Sonora" apresenta os atributos de expressão "timbre", e "frequência", utilizados para destaque ou diferenciação do sinal sonoro. O timbre está ligado a natureza da entidade física que gera um som. A mesma nota musical em um piano ou em clarinete soam diferente devido a seus timbres particulares. A frequência também denominada registro de um som, pode ser alta ou baixa relativamente as oitavas. Aconselha-se a utilização de tons da mesma oitava para evitar problemas de construção de sinais sonoros.

TERCEIRA PARTE:

O CICLO DA ENGENHARIA DE USABILIDADE

6. Abordagem para a Engenharia de Usabilidade

O que ainda se verifica em muitos projetos de desenvolvimento atuais é a adoção do famoso método LIXE-SE² o usuário. Os sistemas são simplesmente dotados de todas as funções e informações possíveis e imagináveis e o usuário que se adapte a ele para alcançar seus objetivos e satisfazer suas necessidades e expectativas. Em muitos casos, ele está longe de encontrar algo rápido de aprender, fácil, eficiente de usar ou mesmo, útil em relação a seus objetivos.

Em consequência da abordagem citada, as equipes primeiro concebem e projetam os aspectos internos do sistema (ligados a seu funcionamento) para depois conceber e projetar sua interface com o usuário. O contrário poderia ocorrer quando do desenvolvimento de um software interativo. Neste tipo de sistema seria natural esperar que o projeto das interfaces fosse prioritário, ocorrendo antes e condicionando as decisões sobre o funcionamento do sistema.

Não só o método mencionado, mas uma série de outros métodos populares em engenharia de software, considera o projeto da interface com o usuário baseado apenas no trabalho prescrito. As atividades reais, onde se verificam as diferentes estratégias de operação, em busca da economia ou da qualidade, as situações de aprendizado, de resolução de erros e incidentes não são consideradas.

Finalmente, o projeto de IHC é pensado independente de seu usuário, e sem que uma análise de impacto sobre o seu trabalho seja realizada. Um novo sistema é muitas vezes, entregue e imposto de forma inapelável. De fato, a nova IHC pode e deve ser testada pelo usuário, antes mesmo que qualquer ato concreto de síntese tenha sido realizado. A análise de situações de operação com sistemas que se pareçam com o sistema futuro vai revelar boas e más soluções, que podem ser reproduzidas, pois se tem a garantia de que funcionam. Caso se constate que não funcionam, estas soluções serão descartadas e não se terá gasto tempo e dinheiro em seu desenvolvimento.

Qualquer abordagem para a engenharia de usabilidade, deve privilegiar o desempenho do usuário em sua tarefa,

² O nome LIXE-SE é uma adaptação bem educada de outra expressão empregue informalmente pelo professor e pesquisador Silvio Meira (UFPE) ao provocar uma discussão sobre o projeto de IHC.

concebendo sistemas adaptados às suas características e a seus objetivos. Para assegurar tais características é necessário que o ciclo de desenvolvimento seja centrado no usuário. Isto é, o envolvimento do usuário deve ser buscado na análise, na concepção, no projeto, desenvolvimento, implantação e revisões do sistema.

Além disso, a abordagem para a engenharia de usabilidade deve envolver o usuário e equipes multidisciplinares em um processo iterativo para o desenvolvimento, onde atividades de projeto e implementação ou prototipagem são seguidas necessariamente de testes do sistema com o usuário. É uma garantia de que se esteja caminhando no espaço aberto do projeto

De equipes multidisciplinares para o projeto de IHC devem participar, segundo a norma ISO 13407 (Human-centered design for interactive system), os seguintes componentes:

- Usuários finais
- Gerentes/compradores
- Especialistas no domínio
- Engenheiro de Usabilidade
- Engenheiro de software
- Pessoal Marketing
- Especialistas em ergonomia /fatores humanos
- Pessoal de suporte/treinamento

Ainda segundo a ISO 13407 o planejando da função Engenharia de Usabilidade envolve as seguintes definições:

- Definir as atividades para a função de Engenharia de Usabilidade;
- Definir as metas e objetivos das atividades da função de Engenharia de Usabilidade;
- Definir os procedimentos para integrar as atividades da função de Engenharia de Usabilidade com as outras atividades do desenvolvimento do sistema;
- Definir os responsáveis pelas atividades função de Engenharia de Usabilidade, suas competências, habilidade e responsabilidades;
- Definir as maneiras de fornecer feedback e documentar as atividades realizadas;

6.1 O envolvimento do usuário no projeto

O envolvimento do usuário pode, se adequadamente conduzido, trazer importantes benefícios para o projeto, ligados principalmente a sua qualidade intrínseca e a sua aceitação pelo público-alvo. Esta é a forma mais segura de garantir que o sistema ou produto de software desenvolvido atenda os requisitos explícitos e implícitos dos usuários, e assim, seja por eles aceito. Neste tópico são discutidas as formas de

envolvimento e a organização necessária para garantir os bons resultados da participação do usuário no projeto.

6.1.1.1 As formas de envolvimento

A equipe de projeto que adota um enfoque centrado no usuário deve ter em mente os três tipos básicos de envolvimento possíveis.

- Informativo
- Consultivo
- Participativo

Assim se pode buscar do usuário as informações necessárias para o projeto, através de técnicas de entrevistas, questionários ou de sua observação em seu trabalho. Neste tipo de envolvimento o usuário é visto como fonte de informação.

Pode-se também levar ao usuário as decisões de projeto para que ele as verifique e emita uma opinião sobre elas. Neste caso se caracteriza como um envolvimento consultivo; o usuário é consultado sobre decisões de projeto. Este envolvimento também pode ser realizado através de entrevistas, questionários e observação do usuário. Os objetos destas atividades são as diferentes versões da interface produzidas pela equipe de projeto. É importante salientar que o usuário deve ser consultado com base no conhecimento que só ele possui sobre sua tarefa. Ele pode não possuir o conhecimento necessário para julgar aspectos técnicos da usabilidade de objetos de interação, por exemplo.

O nível mais elevado de envolvimento ocorre quando o projetista transfere ao usuário o poder de decisão no projeto. Aqui são empregadas técnicas de *brainstorming* ou de sessões de arranjo e organização, nas quais os usuários manifestam a sua perspectiva sobre determinados aspectos do sistema, como, por exemplo, a organização modular ou o vocabulário da interface. Cabe ao projetista planejar e realizar estas atividades e recolher e tratar adequadamente seus resultados. Aplicam-se aqui as mesmas observações sobre que tipo de conhecimento deve amparar as decisões do usuário.

É importante frisar que o envolvimento com o usuário se dá como uma combinação destes diferentes níveis. Deve-se buscar informações junto ao usuário, consulta-lo sobre decisões de projeto e passar a ele o poder de tomar determinadas decisões. Como será abordado a seguir, esta postura exige uma mudança organizacional e cultural importante na empresa e na equipe de projeto.

6.1.2 Organização para o envolvimento do usuário

O usuário de um sistema informatizado, através do qual realiza suas tarefas cotidianas, é além do proprietário, a pessoa que mais conhece o sistema de produção onde ele está inserido. É natural buscar repartir com ele o poder sobre muitas decisões de projeto. Esta abordagem tem sido desenvolvida principalmente nos países do norte europeu, onde se tornou obrigatório por meio de acordos sindicais.

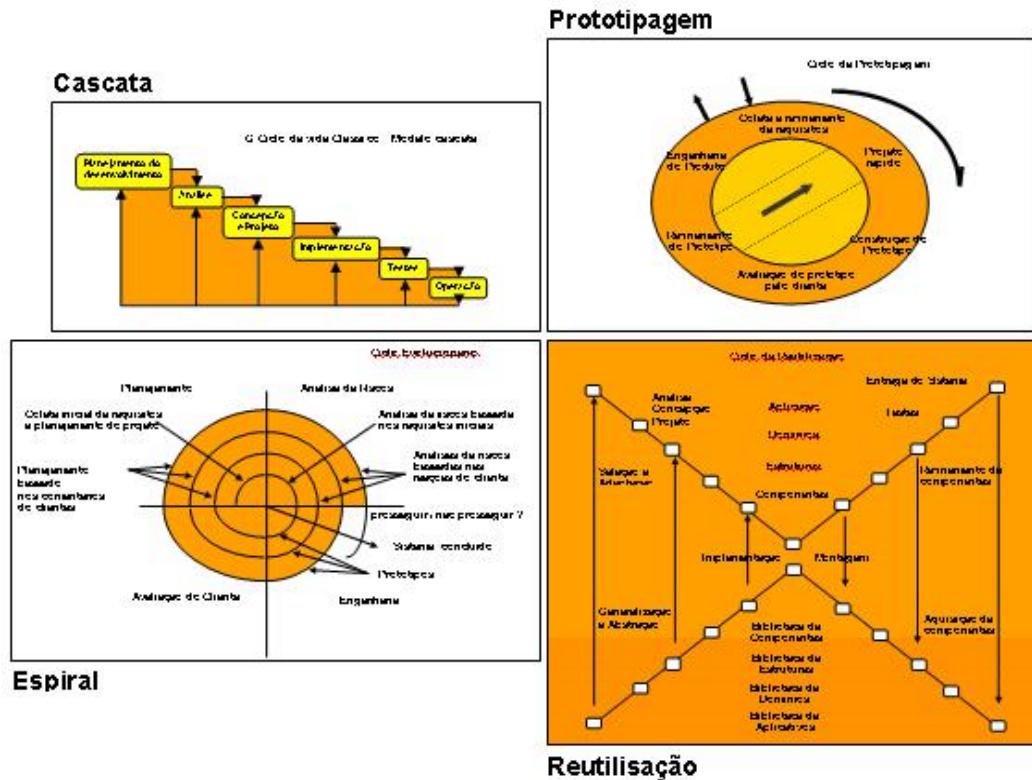
A palavra de ordem é democracia no projeto e para que os resultados ocorram em toda sua potencialidade, é necessário que se adote uma postura organizacional diferente. Desde a alta gerência, até os membros da equipe de projeto, devem estar conscientes, preparados e engajados com esta mudança organizacional. Além disto, iniciativas importantes devem ser tomadas para organizar os usuários por meio de uma estrutura prevendo usuários representantes, especialistas e finais.

O usuário representante é a figura central desta organização. Ele deve ser escolhido com base no conhecimento sobre a tarefa e sobre o sistema, mas também devido a sua liderança e comprometimento para com os colegas, usuários finais do sistema. De modo a poder tomar decisões de projeto, à ele deve ser fornecido um treinamento especial para que compreenda os formalismos e técnicas de descrição empregadas no projeto de interfaces. Ele deve assim, poder avaliar os impactos das alternativas de projeto sobre a tarefa, e expô-las em uma reunião com os colegas. Para isto, lhe deve ser assegurada disponibilidade de tempo para consultar colegas especialistas na tarefa e fornecido o poder de convocar reuniões com os colegas usuários finais do sistema. Estes últimos em particular, devem ter o poder de garantir de que as decisões sigam o processo descrito acima. Estes cuidados visam evitar que o representante dos usuários assuma uma postura tecnicista, se transformando em mais um projetista, ou ao contrário, se tornando seu refém. Neste caso, ele apenas assina a aprovação de alternativas de projeto que não consegue avaliar completamente.

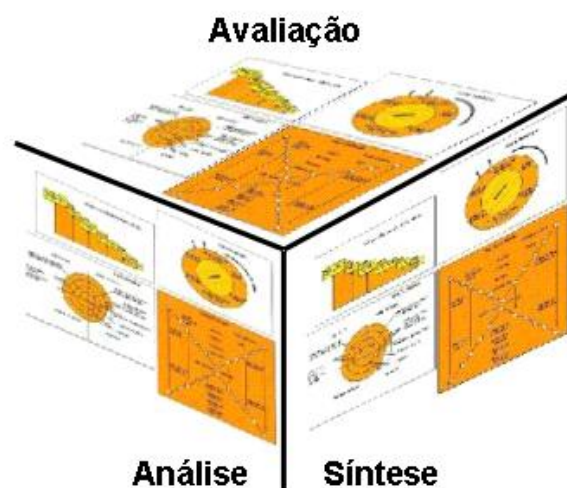
As diferentes técnicas de envolvimento do usuário devem ser conhecidas e aplicadas da maneira mais adequada à etapa corrente do desenvolvimento da interface humano-computador.

6.2 O ciclo da Engenharia da Usabilidade

A usabilidade é desenvolvida através de um conjunto de atividades, que dependendo do paradigma para o ciclo de vida do produto, podem estar encadeadas de diversas formas: em cascata, em ciclos de prototipagem e testes, em espirais evolucionárias ou em diagonais de reutilização.



A pertinência de um modelo ou outro vai depender do contexto do desenvolvimento, em particular, do carácter inovador das propostas, do conhecimento do domínio do sistema, dos recursos e do tempo disponível, da experiência de equipe, etc. Mas seja qual for o modelo escolhido, as atividades necessárias para o desenvolvimento pertencerão a uma das três categorias ou perspectivas principais : Análise, Síntese e Avaliação.



Conforme o paradigma definido, as atividades ligadas a cada perspectiva estarão mais ou menos entremeadas ou estanques. Por exemplo, a etapa de análise pode acontecer uma

só vez, para todo o sistema e permanecer congelada pelo o resto do ciclo, ou diversas vezes, para cada módulo ou aplicação e ter seus resultados revisados a cada ciclo de análises. O mesmo ocorre com as atividades do ciclo de testes.

Nos três capítulos que seguem se estará abordando as atividades pertencentes a cada uma das perspectivas : Análise, Síntese e Avaliação.

7. A Perspectiva da Análise

A perspectiva da Análise se refere ao esforço para estabelecer uma compreensão de uma realidade ou contexto, muitas vezes, a partir da sua sub-divisão em sub-sistemas ou componentes (dividir para simplificar). Para o desenvolvimento da usabilidade, a análise não só de uma situação existente, mas também de uma futura, assume importância maior, uma vez que é por meio destas atividades que se estabelece um foco e um processo de comunicação e de envolvimento do usuário no desenvolvimento. Quanto mais frequente e progressivo o processo de análise, maior será a qualidade nas decisões de projeto. Para a usabilidade, a análise enfoca basicamente os elementos do contexto de operação de um sistema, envolvendo:

- usuário (categorias, perfil, habilidades, necessidades)
- tarefa (objetivos, elementos, condicionantes, estrutura, atributos...)
- ambiente físico, técnico e organizacional (equipamento, software, iluminação, ruído, estilo de chefia, ...)

7.1 Definição do Escopo do Sistema

Todo o trabalho de desenvolvimento de um sistema informatizado deveria ter origem em uma definição de seu escopo. Nela são explicitados os principais requisitos funcionais e não funcionais e as restrições sobre seu desempenho, segurança, equipamentos, etc. O projeto centrado no usuário deve prever nesta etapa, uma descrição ainda que preliminar do usuário-alvo ou usuário típico do sistema e de suas tarefas principais. Estas descrições servirão de baliza para um aprofundamento no usuário e na tarefa nas etapas subsequentes do desenvolvimento.

7.2 Análise do Usuário

Qualquer que seja a abordagem do desenvolvimento, a primeira coisa a ser realizada é a descrição e análise das características da população-alvo do novo sistema (os atores). Em um sistema podem existir, e em geral existem, dois tipos de usuários; as categorias de usuários que são operadores diretos do sistema, aí incluindo todos os que interagem com ele de forma mais ou menos assídua, e os indiretos como gerentes, supervisores, administradores, que são apenas responsáveis pelo sistema. É necessário que as características das categorias de usuários diretos do sistema sejam identificadas com um nível de detalhamento que permita conhecer:

- categoria de uso
- faixa etária
- perfil profissional
- frequência de uso
- experiência na tarefa
- experiência em tecnologia de informática
- experiência em sistemas similares
- motivação

Populações de usuários jovens vão exigir da interface do sistema uma aparência e um comportamento bem diferentes do que fariam populações de usuários idosos. O mesmo se verifica entre pessoas que usam frequentemente ou raramente um sistema, que têm experiência ou que estão iniciando na tarefa ou na informática. Uma interface que serve pessoas que não têm bons salários, nem um bom ambiente de trabalho ou perspectiva de crescimento profissional será certamente mais solicitada do que uma que esteja a serviço de pessoas motivadas e satisfeitas em seu trabalho.

O conhecimento destas e outras características dos usuários são pertinentes para o processo e devem ser correlacionados com aspectos de síntese da interface.

7.3 Análise do Trabalho

A realização da análise do trabalho para a especificação de um novo sistema é justificada pela abordagem de conhecer para modificar. Com a descrição do trabalho atual, o analista pode avaliar quais são seus problemas efetivos (complexidade, frequência, nível de erros, gargalos) e formas de contorná-los com funções e operações do futuro sistema. Esta análise pode ser usada também para conhecer o trabalho futuro com sistemas que se assemelham ao novo sistema e testar as novas propostas, bem antes delas serem sequer projetadas e implementadas. Isso pode ser conhecido como análise do trabalho com o estado-da-arte.

A estrutura do trabalho atual ou do estado-da-arte pode servir de modelo do novo sistema, podendo ser modificada para acomodar as novas funcionalidades. Estaria-se assegurando assim, a compatibilidade entre antigas e novas tarefas e atividades, fato que sem dúvidas, corresponde as expectativas reais dos usuários. O projeto da interface deve ser derivado de resultados das análises realizadas. Por exemplo; as sequências identificadas pela decomposição das tarefas atuais podem ser respeitadas no projeto do diálogo; as classificações de tarefas existentes podem ser respeitadas no projeto de menus; a associação de objetos com ações atuais pode ser respeitada nos menus pop-up (um painel de menu com as possíveis ações para um objeto); definição de ações e opções default podem ser

resultado da análise da frequência de uso, sequência ou importância na tarefa.

A estrutura da tarefa pode ser usada também para organizar manuais e tutoriais visando o treinamento inicial do sistema. Será uma garantia de que estes recursos estejam voltados para dar apoio a maneira como as pessoas devem utilizar o sistema.

O objetivo da Análise do Trabalho, (AT), segundo uma visão de usabilidade, é de examinar um sistema produtivo a partir de suas dimensões tarefa e atividade, considerando sua dinâmica e de suas lógicas de utilização e de funcionamento (ver capítulo 1). Para tanto, a AT prevê atividades de coleta de informação, entrevistas e de observações em duas etapas de análise; análise das tarefas e análise das atividades. Uma etapa de análise do ambiente e de elaboração do relatório da análise encerra estas atividades.

7.3.1 *Análise das Tarefas*

Esta etapa é realizada por meio da análise de documentação e de entrevistas com os representantes dos usuários diretos e indiretos. Estes últimos tem uma visão gerencial, muitas vezes teórica e abstrata, dos objetivos e dos métodos que os operadores devem buscar e empregar em seu trabalho. Esta visão é geralmente formalizada pela empresa incluindo dados sobre as interligações e os aspectos econômicos do sistema. Os operadores, por seu lado, possuem uma representação própria de como realizar as tarefas que lhes são solicitadas. As representações do trabalho de cada categoria de usuário, é que são o alvo da análise da tarefa.

7.3.1.1 *Entrevistas com gerentes*

Nas entrevistas com os gerentes deve-se tentar obter elementos úteis sobre:

- representação do sistema; objetivos, procedimentos, regras de utilização, restrições, etc.;
- dados organizacionais: organização do trabalho, ligações entre os serviços, quem opera o sistema, quais os turnos de trabalho;
- dados econômicos: custo do sistema, vantagens proporcionadas (onde e quanto, diretas/indiretas, prejuízos?).
- expectativas de informatização: vantagens esperadas, de que ordem? (onde e quanto, diretas/indiretas).

7.3.1.2 Entrevistas com usuários

O encontro com o usuário que efetivamente realizam a operação do sistema será certamente uma oportunidade de conhecer mais sobre :

- A representação que ele mesmo tem do sistema e de sua tarefa; objetivos, procedimentos, regras de utilização, restrições, etc.;
- a satisfação e as queixas em relação ao sistema atual;
- idéias sobre oportunidades para o futuro sistema.

7.3.1.3 Descrição das tarefas

Nesta etapa, parte-se para obter uma descrição sobre a *tarefa* a ser realizada nos casos de uso principais, segundo os pontos de vistas dos atores: usuários e gerentes do sistema. Com uns e outros, são realizadas entrevistas dirigidas buscando evidenciar as características do processo de realização da tarefa.

Nesta etapa deve-se tentar obter uma descrição detalhando os elementos do conteúdo do trabalho, conforme propostos no tópico 1.4. Sucintamente, descreve-se blocos de tarefas a partir dos elementos:

- Objetivo último a alcançar
- Decomposição em sub-tarefas/sub-objetivos;
- Relações entre as sub-tarefas;
- Nomes, denominações e definições das sub-tarefas;
- Objetivos a alcançar nas sub-tarefas;
- Métodos que o operador utiliza em cada sub-tarefa
- Estados inicial e final do sistema para cada sub-tarefa;
- Pré- e pós-condições das sub-tarefas.

A descrição interna dos blocos deve ser complementada por uma outra externa, mostrando um estrutura hierárquica de tarefas em diferentes níveis de abstração, como a proposta pelo formalismo M.A.D. (Scapin, 1993). Esta descrição permite que se tenha uma compreensão geral sobre tarefas que se realizam de forma simultânea, paralela, seqüencial e alternativa. Mostra também tarefas que se desenvolvem de modo repetitivo, as que são opcionais, as que são prioritárias ou que podem ser interrompidas. Como visto mais adiante, a descrição destes elementos terá fundamental importância para o processo de re-engenharia do trabalho a ser apoiado pela interface humano-computador de um futuro sistema.

7.3.2 Análise do Ambiente

Durante uma visita a realidade do trabalho atual e futura podem ser coletados dados gerais sobre o contexto de operação que irão repercutir sobre a síntese de uma interface humano-computador:

- layout geral
- iluminação
- ruído
- estado da tecnologia
- ferramentas de apoio

A repercussão dos fatores acima mencionados sobre a síntese da interface se refere, por exemplo, à impossibilidade do emprego de entradas ou saídas sonoras, devido ao nível de ruído ambiente.

7.3.3 *Análise das atividades*

Nesta etapa são realizadas análises que visam a validação das descrições e informações que foram coletadas e que compõem as representações sobre o trabalho. Para tanto esta etapa deve prever a realização de observações “in-loco” do trabalho do usuário. É especialmente recomendado que seja solicitado aos operadores que verbalizem sobre quais os objetivos, critérios, diagnósticos e razões das decisões tomadas. Pode-se prever meios de registro em vídeo, audio e um bloco de anotações para capturar os aspectos citados em três tipos de situações; situação de normalidade, situações consideradas críticas e situações de erros e incidentes. Assim, a visão geral da tarefa pode ser complementada por um levantamento em termos das informações envolvidas com as atividade. Desta forma deve-se conhecer quais são;

- as informações necessárias e a ordem em que tornam-se disponíveis;
- as informações que são difíceis de obter;
- as informações que são inúteis (não são utilizadas);
- as informações que são impertinentes (que atrapalham e induzem a erros de interpretação).

Também deve-se obter informação complementar sobre as atividades;

- quais são as mais frequentes
- quais são os horários (duração) e modo de utilização
- quais as deficiências, problemas e incidentes encontrados. Em particular deve-se identificar suas causas, condições de aparecimento, frequência e os procedimentos para a sua recuperação.

7.3.3.1 *Análise de situações de normalidade*

A análise de atividades normais é feita através de observações contínuas procurando abranger toda a duração do trabalho.

Em especial deve-se confrontar a descrição da tarefa realizada na etapa anterior de análise com o que é realmente realizado pelo usuário em termos de objetivo último a alcançar,

decomposição da atividade em sub-atividades/sub-objetivos, relações entre as sub-atividades (sequenciais, paralelas, alternativas, facultativas, etc).

Deve-se verificar em particular, os graus de dificuldades na realização das atividades.

7.3.3.2 Análise de Situações Críticas

A partir do que foi levantado na etapa de análise da tarefa, algumas situações podem ser consideradas problemáticas ou críticas e devem ser observadas com maior atenção. A observação destas situações se faz então por amostragem de períodos escolhidos.

Nelas deve-se confrontar a descrição da tarefa prescrita com a atividade realizada pelo usuário em termos de métodos empregados e do fluxo de informação nesta parte do sistema.

7.3.3.3 Análise de situações de Erros e Incidentes

As situações de erros e incidentes são de difícil observação, tanto pela dificuldade de prever sua ocorrência como pela dificuldade de seguir seu processo. Recomenda-se então que sejam preparadas simulações, in-loco (no local de trabalho) ou em laboratório. Dependendo do sistema, as do primeiro tipo podem ser dispendiosas para empresa, operador e analista. Portanto sua realização deve ser alvo de uma estudo custo X benefício cuidadoso. Um outro tipo de simulação poder ser realizado em um cenário fora da situação de trabalho. Uma situação hipotética deve ser apresentada verbalmente ao usuário que deverá descrever os procedimentos para a recuperação da situação de normalidade.

7.3.4 A elaboração do Relatório de Análise

O relatório de Análise do Trabalho deve trazer a descrição detalhada e hierarquizada de tarefa e atividade de seus operadores. Ele deve prever um diagnóstico das situações problemáticas e as soluções possíveis baseadas em recomendações para a concepção da interface com o usuário do futuro sistema. Ele pode apresentar a seguinte estrutura:

- Identificação de tarefas e usuários;
- Descrição/modelagem da estrutura organizacional das tarefas atuais dos usuários, conforme formalismo M.A.D.
- Análise das tarefas em termos de: complexidade, frequência, nível de erros, redundância, gargalos, mobilidade dos usuários, interrupções
- Priorização dos problemas e gargalos principais

7.4 Análise das possibilidades e restrições tecnológicas

Esta análise vai focar o ambiente tecnológico onde a síntese da interface será realizada. Em particular são examinados;

- O estilo geral da interface (WIMP, WEB, RV, etc.)
- As bibliotecas a serem empregadas na implementação
- As ferramentas de apoio à implementação

Uma análise cuidadosa destes itens pode facilitar em muito a síntese de interfaces com usabilidade.

8. A Perspectiva da Síntese

O processo de síntese de uma interface com o usuário deve ser fruto de uma sequência lógica de etapas. Mesmo um protótipo, a partir do qual a interface evolui, não aparece do nada, como pretendem os métodos populares de engenharia de software. A lógica da perspectiva de síntese (especificação, projeto e implementação) de uma nova interface com o usuário, apresenta a seguinte estrutura de atividades:

- Especificação do contexto de uso para o qual a interface estará sendo desenvolvida
- Definição da nova estrutura do trabalho com o novo sistema, resultante da re-engenharia do trabalho atual;
- Especificação do desempenho em termos de usabilidade que a interface deve alcançar (incluindo especificações quantitativas e qualitativas);
- Elaboração do projeto da interface;
- Especificação das regras para o projeto gráfico para a interface;

8.1.1 *Especificação do Contexto de Uso*

O primeiro passo na perspectiva de síntese é tornar explícito, a todos envolvidos no projeto, para qual contexto de uso a interface do sistema estará sendo desenvolvida. A norma ISO 9241:11 fornece um bom apoio a esta tarefa ao definir os componentes de um contexto de uso os usuários: os usuários, suas tarefas com o sistema, o equipamento (hardware, software e documentos) e os aspectos do ambiente físico, social e organizacional, suscetíveis de influenciar a usabilidade de um produto dentro de um sistema de trabalho. Esta especificação irá balizar todo o desenvolvimento e em especial, a montagem das condições nas quais os testes de usabilidade do sistema serão realizados. Ao realizar esta especificação, o analista de usabilidade tem a oportunidade de realizar as primeiras definições referentes aos estilos, componentes e processos da futura interface.

8.1.2 *Definição da nova estrutura do trabalho*

Para poder especificar a estrutura da futura tarefa (componente do contexto de uso) é necessário um processo de (re)engenharia do trabalho seja realizado.

A decisões sobre quem faz o quê, devem ser baseadas nas características cognitivas dos dois agentes envolvidos no sistema. Em relação ao ser humano, sabe-se que o computador apresenta enormes vantagens sob o ponto de vista de velocidade e precisão de tratamentos lógicos formais e

algorítmicos, além da capacidade superior de estocar e sincronizar a informação no tempo. Por outro lado, as pessoas são melhores para reconhecerem padrões de comportamento, realizar julgamentos, de abstrair e de generalizar no processo de tomada de decisão.

De qualquer forma, as tarefas que resultem para o usuário devem ter significado como um todo, e não ser apenas o que sobrou para ele, depois do que foi alocado para a máquina.

Outro aspecto importante nessa etapa da concepção se refere ao controle das atividades e ao grau de automatização que possa ser conferido à execução da tarefa interativa. Nesse sentido é importante ressaltar a relação inversamente proporcional entre a alienação do processo e a capacidade do operador humano de decidir sobre ele. Também é importante considerar a necessidade de flexibilidade na realização da tarefa de controle.

A atividade de re-engenharia do trabalho tem com ponto de partida o Relatório de Análise do Trabalho, conforme descrito no tópico 7.3.4, desta apostila. Deste relatório recupera-se os seguintes elementos:

- Descrição da estrutura do trabalho com o sistema atual, segundo o formalismo M.A.D ;
- Identificação dos problemas e gargalos na estrutura do trabalho atual;
- Priorização dos problemas e gargalos principais (os mais freqüentes e os mais críticos)

A partir destas informações, o processo de re-engenharia se desenvolveria, de forma a envolver o usuário nas seguintes atividades:

- Definir para cada tarefa problemática, diversas maneiras diferentes para sua realização;
- Priorizar estas maneiras conforme desejo do usuário e viabilidade técnica, definida pelos projetistas
- Definir uma nova estrutura da tarefa que represente maneiras desejadas e viáveis para sua realização;

8.1.3 Especificação da usabilidade esperada

A interface com o usuário começa a ser concebida na especificação da usabilidade que se pretende alcançar com o novo sistema. Isto deve ser feito de duas: quantitativa e qualitativamente.

A especificação quantitativa da usabilidade se refere aos aspectos da qualidade em uso ou de aceitação de um sistema. Segundo propõe a norma ISO 9241:11, para um determinado contexto de operação, eles são os seguintes:

- Eficácia
- Eficiência

- Satisfação

Na medida em que os resultados de testes de aceitação de usabilidade para diversos sistemas tenham sido registrados, a especificação do nível de usabilidade poderia ser feita em termos relativos. Para o sistema em desenvolvimento, espera-se que o nível de usabilidade esteja acima do verificado para o sistema atual.

A análise do contexto de operação do novo sistema permite que se especifique que tipo de usabilidade deve ser construída. Uma boa ferramenta para esta especificação qualitativa são os critérios ergonômicos definidos por Bastien & Scapin (1993) e apresentados no capítulo 4 desta apostila. Por exemplo, se os usuários forem sempre novatos, a condução é uma qualidade importante para as interfaces. Se eles forem se tornar especialistas, a diminuição da carga de trabalho pode lhes ajudar bastante em suas atividades. Se ambos os tipos de usuários coexistirem, a flexibilidade da interface será importante. Caso as tarefas apoiadas sejam de grande responsabilidade, a gestão de erros irá certamente ajudar em muito aos usuários.

8.1.4 O Projeto da Interface

As atividades de projeto da interface com o usuário visam definir formas de apoiar a realização da futura estrutura de trabalho no contexto de uso definido para o sistema do sistema, relacionado com os tipos de usuário, as suas tarefas e o seu ambiente técnico, organizacional e social. Mais especificamente, nesta etapa, o projetista realiza um detalhamento da especificação do contexto de uso, processo no qual são definidas as diferentes características das Interfaces Humano-Computador. Dentre as diversas abordagens para o projeto de IHC são apresentadas aqui duas bem conhecidas; a abordagem “The Bridge”, proposta por Tom Dayton e seus colegas da Bellcore (1996) e a abordagem “Usage-Centered Design” proposta por Constantine em seu livro *Software for Use* (1999).

8.1.4.1 The Bridge - Projeto de IHC orientado à objetos.

Tom Dayton e seus colegas da Bellcore propuseram uma abordagem para o projeto de IHC, a partir de sua longa experiência no envolvimento de usuários neste tipo de atividade. A abordagem, chamada “The Bridge” (Dayton, McFarland & Kramer, 1996) está baseada em uma sequência de sessões de projeto participativo, envolvendo usuários, engenheiros de usabilidade, engenheiros de software, programadores, que trabalham apenas com lápis, papel, cartões colantes e desenhos pré-impressos de janelas para juntos, construir uma ponte (The Bridge) entre os requisitos dos usuários e da organização e

o projeto de uma interface que apoie estes requisitos. A ponte possui três passagens principais:

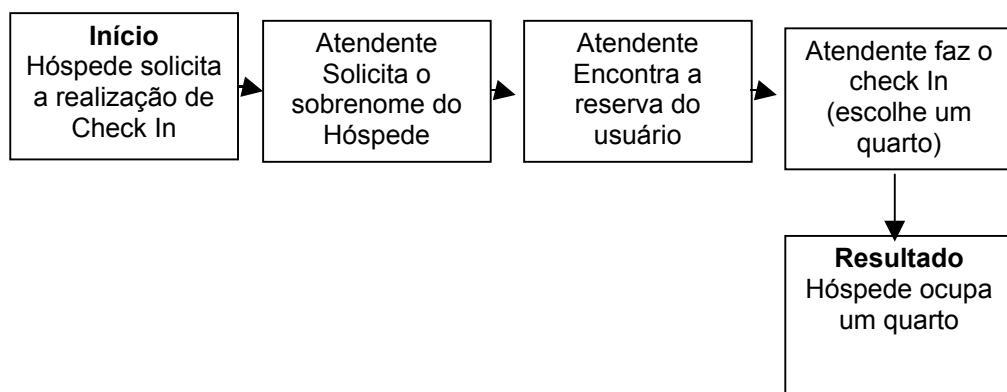
Parte 1 – Expressar requisitos do usuário em termos de um Fluxo de Tarefas

Parte 2 – Mapear os Fluxos da Tarefa em Objetos da Tarefa

Parte 3 – Mapear Objetos da Tarefa em Objetos de Interfaces

8.1.4.1.1 Parte 1 – Fluxo de Tarefas

Nesta primeira etapa da abordagem, os projetistas e usuários realizam a definição de um (novo) fluxo de trabalho a ser executado pelo usuário com o novo sistema. Este é descrito por um fluxograma apresentando blocos para o início, para os processos e decisões, assim como para o resultado esperado do trabalho. As descrições nos blocos devem conter nomes, associados a objetos e atributos manipulados pelos usuários e verbos, associados as ações realizadas pelos usuários sobre estes objetos. Na figura a seguir é apresentado um exemplo de fluxo de tarefa para o trabalho de check in em um hotel.



Muito frequentemente, nesta etapa se faz a re-engenharia do fluxo de trabalho dos usuários de um sistema atual, já existente, conforme os passos apresentados no tópico 8.1.2 desta apostila, sobre a definição de uma nova estrutura do trabalho:

8.1.4.1.2 Parte 2 – Mapear Fluxo da Tarefa em Objetos de Tarefa

Uma vez validados, os fluxos de tarefa são em seguida, analisados visando a definição de classes de Objetos de Tarefa. Estes, são definidos como “unidades discretas de informação com as quais os usuários realizam a sua tarefa”. Via de regra, correspondem a janelas, caixas de diálogo e caixas de mensagens vistas como as entidades de dados e funções de que os usuários necessitam para realizar suas tarefas. O processo de

definição de classe de objetos de tarefa está associado ao conteúdos das caixas que compõem sua representação:

- Caixa de identificação da classe. Esta definição se dá, comumente, a partir dos substantivos nas descrições dos fluxos de tarefas;
- Caixas de propriedades: seu conteúdo é definido a partir dos substantivos qualificadores que aparecem nas descrição de processos do fluxo de tarefas. As propriedades de uma classe de objetos podem ser de dois tipos: *atributos* da classe propriamente ditos, como nome e endereço de uma classe Hotel por exemplo, e seus *componentes*, que são outras classes de objetos que nela estão contidas, como por exemplo, a classe Quarto. Atributos e composições serão tratados de diferentes formas no mapeamento em objetos de interface (etapa seguinte).;
- Caixa das ações: Representam as ações que os usuários podem realizar sobre estes objetos, usando-os para realizar suas tarefas. Correspondem comumente aos verbos que aparecem nas descrições dos fluxos de tarefas.
- Caixa das relações de agregação entre objetos: Esta definição visa distinguir *composições* das quais uma classe faz parte e as classes de *componentes* que dela fazem parte. A composição de mais alto nível é o Desktop no ambientes windows.

HOTEL Coleção de quartos para alugar aos hóspede		Identificação
Atributos Nome Layout Quartos livres	Componentes Quartos Hóspedes	Propriedades
Ver Editar Salvar	Imprimir	Ações
Estou em Desktop	Possuo Quarto Hóspede	Relações de Agregação

Algumas regras aplicáveis as definições de classes de objetos são listadas abaixo:

- Se o conhecimento do usuário sobre o domínio da aplicação associa unidades de dados a objetos então torne-os objetos. Ex; Catálogo telefônico;
- Se um usuário às vezes quer ver apenas poucos dos atributos de uma unidade, e as vezes quer vê-los todos, então a unidade pode ser um objeto e ser apresentado na interface, ora fechado (como um item de uma lista) e aberto (como uma janela);
- Um cartão de objetos sem atributos indica que ele se refere a um atributo de outro objeto;
- Se existem diversas instâncias de uma unidade de dado, e especialmente, o número de instâncias que possam existir é desconhecido, mas pode ser grande, então esta unidade de dado pode ser um objeto;
- Se os usuários querem criar, excluir, mover e copiar a unidade de informação, ele esta tratando-a como faria com um objeto físico, então a unidade pode ser um objeto;

Com o conjunto de classes de objetos de tarefa definidos, já é possível testar sua utilidade para o usuário, face os fluxos de tarefa definidos para o projeto.

8.1.4.1.3 Parte 3 – Mapear Objetos da Tarefa em Objetos de Interfaces

Na terceira e última etapa da abordagem “The Bridge”, os projetistas mapeiam as composições de objetos de tarefa e seus atributos em composições e atributos de objetos gráficos de interfaces com o usuário. Um especialista em estilo de usabilidade deve participar das sessões de trabalho para ajudar nas seguintes tomadas de decisão:

- Qual objeto de interface associar a um objeto de tarefa? Na maioria dos casos, os objetos de tarefa são mapeados como janelas gráficas, primárias e secundárias, recebendo como identificação o conteúdo da caixa de identificação do objeto de tarefa.
- Como apresentar as propriedades dos objetos de tarefa (componentes e atributos) nos objetos de interface? Elas são apresentadas nas áreas cliente das janelas de que fazem parte, de diferentes maneiras (números, textos, imagens, ícones, etc),.
- Quais os comandos para os objetos de interface? As opções de menu e os grupos de botões de comando das janelas são definidos a partir das caixas de ações dos objetos de tarefa. Nesta etapa, os projetistas definem e prototipam a parte principal das janelas que apoia os comandos mais relevantes face as vistas apresentadas.

Os autores da abordagem The Bridge propõem que detalhamentos maiores, envolvendo opções de menu, teclas

aceleradoras, mnemônicos, bolhas de ajuda, etc, sejam deixados para sessões das quais não participem os usuários. Segundo eles, estas sessões não são meios eficientes para definições detalhadas.

Os protótipos dos objetos de interface definidos nesta etapa, devem ter sua usabilidade testada pelos usuários participantes das sessões de projeto.

8.1.4.2 *Usage-Centered Design* (Constantine, 1999)

A abordagem para o projeto de IHC proposta por Constantine é baseada em três tipos de modelagens:

- Usuários e categorias relacionadas
- Estruturas de trabalho
- Arquitetura da Interface

As arquiteturas de interface são evidentemente projetadas para satisfazer tipos específicos de usuários e estruturas de trabalho projetadas.

8.1.4.2.1 Usuários e categorias relacionadas

As categorias a serem consideradas como fonte de informação visando uma modelagem do usuário incluem:

- Usuários finais
- Consumidores e gerentes
- Especialistas no domínio, pessoal de treinamento, supervisores
- Informantes e interpretes pessoal de marketing, vendas, apoio técnico, documentalistas

Outras fontes de requisitos indiretas para a modelagem do usuário incluem manuais, questionários, e qualquer outra forma de informação disponível nas empresas.

A principal componente do modelo de usuários é o Papel de Usuário, definido como um conjunto abstrato de necessidades, interesses, expectativas, comportamentos e responsabilidades, caracterizando um relacionamento entre classes ou tipos de usuários e o sistema. Trata-se de uma abstração que é desempenhada por usuários que assumem um relacionamento com o sistema, como administradores, operadores, supervisores, alunos, professores, tutores etc.. Fundamentalmente, estas categorias de usuários tem acesso a diferentes conjuntos de funções e informações do sistema, o que deve ser documentado no início do projeto. Os papéis podem ser desempenhados por mais de um usuário e um único usuário pode assumir mais de papel. Um modelo de papéis apresenta uma lista ou um mapa estruturado com todos os papéis definidos

para um sistema. Um mapa de papéis interrelaciona papéis segundo uma hierarquia de classes de papéis.

Os papéis mais importantes sob o ponto de vista de quantidade de usuários ou de sua responsabilidade frente a negócios, por exemplo, devem ser identificados e definidos como Papéis Focais. Sobre eles se concentrará atenção especial no decorrer do projeto.

8.1.4.2.2 Estruturas de Trabalho

Para entender os componentes da abordagem de Constantine para modelagem de estruturas de trabalho, é necessário esclarecer alguns conceitos-chave, em particular Cenários, Casos de Uso e Casos de Uso Essenciais

Constantine define cenário como uma descrição concreta e detalhada de uma seqüência particular de eventos em uma situação específica, que se pretenda representativa de um tipo mais geral de interação. De maneira similar, Nilsen define cenário como descrição auto-contida de um usuário individual interagindo com um subconjunto específico de facilidades do sistema para alcançar resultados específicos sob condições específicas e dentro de um certo intervalo de tempo.

Para Constantine, um caso de uso é uma descrição narrativa da interação entre um usuário, instituído de algum papel, e alguma parte do sistema. Em OO, os casos de uso podem se referir também a interações entre sistemas e equipamentos, mas para o projeto de IHC só interessem os envolvendo usuários e o sistema. Eles descrevem visões externas de alguma funcionalidade fornecida pelo sistema e que aparece como uma caixa-preta.

Os casos de uso são parte da especificação de requisitos de um sistema e diferem dos cenários, no sentido em que são abstrações de padrões gerais, extraídos de exemplos específicos. Um exemplo de caso de uso é mostrado a seguir.

Pegando Dinheiro	
AÇÕES DO USUÁRIO	RESPOSTA DO SISTEMA
insere o cartão	lê o cartão solicita ID
entra ID	verifica ID mostra menu de transações
pressiona tecla	mostra menu da conta
pressiona tecla	solicita montante
entra montante	

	mostra montante
pressiona tecla	
	devolve o cartão
pega o cartão	
	entrega o dinheiro
pega o dinheiro	

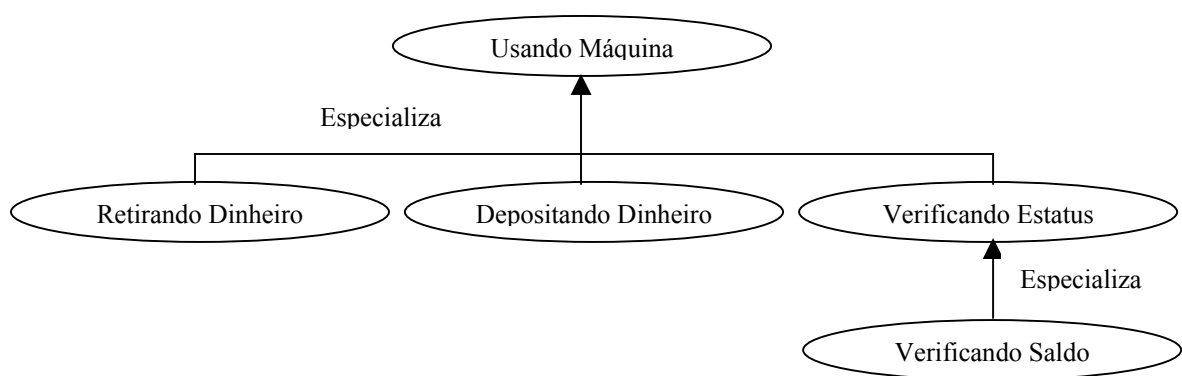
Constantine propõe modelar o trabalho a partir de Casos de Uso Essenciais, definidos como “uma narrativa estruturada, expressa em termos de linguagem do domínio da aplicação e do usuário, compreendendo uma descrição simplificada, generalizada, abstraída e livre de detalhes de tecnologia e de implementação, de uma tarefa ou de uma interação bem definida, do ponto de vista dos usuários em algum papel ou papéis face o sistema, e que incorpora os objetivos ou intenções subjacentes à interação.” Um exemplo de caso de uso essencial é mostrado a seguir.

Pegando Dinheiro INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADES DO SISTEMA
Identificar-se	Verificar a identificação Oferecer opções
escolher	
pegar o dinheiro	fornecer o dinheiro

A modelagem do trabalho com o futuro sistema se refere a identificar e descrever estes casos de uso essenciais e de elaborar uma visão estruturada dos inter-relacionamentos observados entre eles, em Mapa de Casos de Uso.

Um Mapa de casos de uso é a repartição da funcionalidade total do sistema em coleções de casos de uso ligadas por relações de especialização, extensão, composição e afinidade.

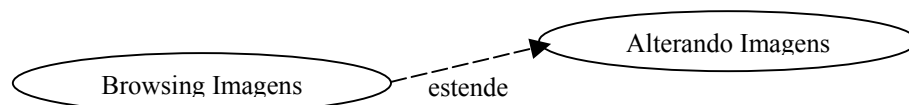
Um uma Especialização, os casos de uso são tipos de outros. Observe o exemplo onde retirarDinheiro ou DepositarDinheiro são tipos da interação UsarMaquina.



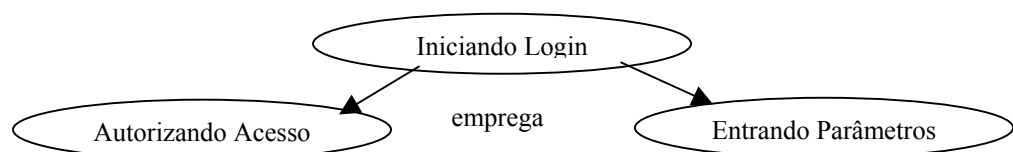
Por uma relação de Extensão, um caso de uso estende um outro básico, que passa a apresentar padrões inseridos ou substituídos. Veja o exemplo no qual Alterando Imagem é estendido pelo caso de uso Browsing Imagem.

Alterando Imagem INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADES DO SISTEMA
Solicita Alteração	
Seleciona Imagem	Mostra imagens apropriadas
Confirma	Mostra Preview
	Fecha

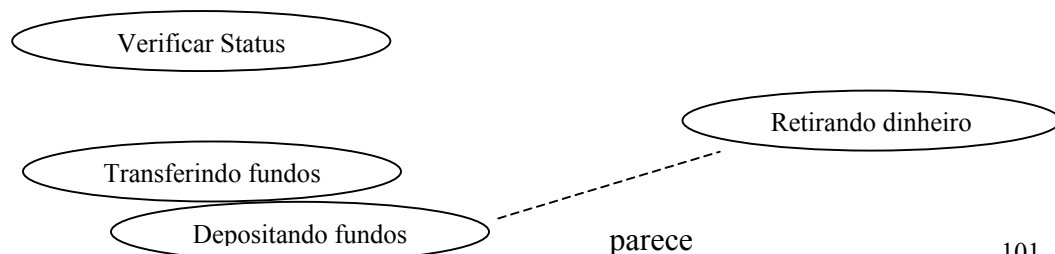
O caso de uso Browsing Imagens poderia ser útil em situações onde os arquivos disponíveis não sejam os que o usuário quer. Empregando a extensão de caso de uso Browsing Imagens, a narração do caso de uso básico (Alterando Imagem) permaneceria simples.



Na relação de Composição uma interação representada pelo super caso é realizada empregando as interações definidas dentro de sub casos de uso. No exemplo que segue, o super caso de uso Iniciando Login é formado a partir de Autorizando Acesso e Entrando Parâmetros.



A relação de Afinidade serve para as muitas situações nas quais conjuntos de casos de uso mantêm relações, não muito bem definidas, com outros casos de uso.



Afinidade representa relações evidentes, porém ambíguas e não muito claras, de similaridade entre casos de uso. Elas são especialmente úteis nas fases iniciais de projeto e nos diagramas, as classes com afinidades aparecem levemente sobrepostas, ligadas por linhas tracejadas. Em contraposição a classes que não se assemelham aparecem distanciadas no diagrama de caso de uso.

Antes de encerrar o diagrama de casos de uso, é necessário indicar um ou mais casos de uso focais, que são o foco da atenção ao redor dos quais a interface ou alguma parte dela, será organizada. Os casos de uso focais para o sistema como um todo, incorporam os casos de uso mais importantes, centrais e representativos para seu usuário. Eles são representados nos diagramas de casos de uso como elipses com bordas duplas.

8.1.4.2.3 Arquitetura da Interface

A definição de uma arquitetura da interface capaz de apoiar usuários e os casos de uso definidos até agora no projeto é feita pela elaboração de dois modelos.

- Modelo de Conteúdo da Interface
- Mapa de navegação entre contextos

8.1.4.2.3.1 *Modelo de Conteúdo da Interface*

As pessoas realizam tarefas em uma série de contextos interconectados e especialmente montados com as ferramentas e materiais necessários. Boas interfaces são organizadas de modo a fornecer todos os contextos de interação, de que o usuário necessita. Os conteúdos de contextos de interação são *ferramentas*, *materiais* e os *espaços* necessários para mantê-los, assim, o modelo de conteúdo de uma interface é uma apresentação interna, de conteúdos de vários contextos de interação e externa, das interconexões entre os contextos.

O modelo de contexto deriva do modelo de casos de uso, pela regra geral de que cada caso de uso será apoiado por um próprio contexto de interação. Os componentes abstratos dos modelos de conteúdo são *ferramentas abstratas*, que fornecem as funções e os *materiais abstratos*, que fornecem os dados, os componentes de dados, as apresentações, e as áreas de trabalho sobre as quais as ferramentas devem ser operadas.

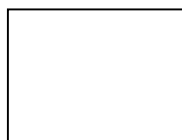
O processo de modelagem do conteúdo inicia-se pela análise das narrativas validadas de casos de uso, linha por linha, de modo a identificar quais ferramentas e materiais terão que ser

fornecidos de forma a que o usuário seja capaz de realizar a interação. Neste processo, inicialmente são definidos os materiais necessários. Na sequência, os casos de uso essenciais são revistos em busca das ferramentas e operações necessárias. Os materiais e as ferramentas identificados são listados no modelo de conteúdo do espaço de interação. Uma descrição de sua forma e comportamento pode ser adicionada, como forma de avançar sobre decisões do modelo de implementação. Estes já podem ser agrupados de modo a refletir o modo como eles devem provavelmente ser usados ou façam mais sentido ao usuário. As ferramentas devem ser agrupadas à parte, sugerindo uma barra de ferramentas, por exemplo. Segundo Constantine, não é necessário, nem prático tentar definir soluções de layout usando o modelo de conteúdo. Isto será feito mais adiante, por meio do modelo de implementação.

Cada espaço abstrato de interação irá se tornar uma tela, janela ou caixa de diálogo que precisa ser entendida pelo usuário e cada mudança de contexto deve corresponder uma mudança de pensamento no usuário.

8.1.4.2.3.2 *Mapa de navegação entre contextos*

Um mapa de navegação é na verdade, um diagrama de transição de estados, onde os espaços de interação são representados por retângulos e as transições são representadas por flechas conectando espaços.



Caixa de diálogo ou de mensagem,
ou qualquer contexto de interação



Tela ou Janela



Páginas de informação

Os mapas de navegação explicitam um dos mais importantes compromissos no projeto da arquitetura da interface com o usuário, que envolve a decisão entre limitar o conteúdo de cada espaço de interação mantendo-os pequenos e simples, ou limitar o número deles, aumentando a complexidade de cada um. A primeira solução pode ser aparentemente boa para usuários novatos, mas pode aborrecer usuários experientes impondo-lhes excessivas transições entre espaços de interação. A segunda pode favorecer usuários experimentados, mas sobrecarregar usuários novatos.

8.2 Considerações sobre o Projeto de IHC

Até a algum tempo atrás, as abordagens para o desenvolvimento de IHC eram se baseados em ciclos de prototipagens rápidas e testes com o usuário. Esta estratégia, apesar de válida, não explicitava o processo pelo qual os protótipos eram gerados. Afinal, como surgem os protótipos? Vale a pena gastar tempo e recursos fazendo o projeto de uma interface (como os descritos aqui) antes de prototipá-la?

Como ficou registrado em diversos comentários durante a descrição do processo de projeto de IHC, ele permite que se avaliem as alternativas de maneira precoce e isolada. É possível avaliar a intuitividade e a carga de trabalho de interações, sem que qualquer desenho ou implementação tenha sido feita. O mesmo ocorre com a densidade informacional de telas das quais se sabe apenas a lista de componentes. Cada versão do projeto apresenta por outro lado, uma natureza específica, que pode ser avaliada isoladamente. O mesmo não ocorre com protótipos, em cuja avaliação aparecem soluções resultantes de diversos projetos (dos fluxos de tarefas, dos objetos de tarefas e dos objetos de interação e dos caminhos da interface) reunidas em uma coisa só.

É evidente que o tempo e os recursos necessários para realizar este projeto são argumentos a favor de uma prototipagem pura e simples. Ainda mais se é possível partir de algo que já exista e que seja parecido com o que se quer para a futura interface. Mas, a exemplo do núcleo funcional, a interface com o usuário merece ter seu processo de projeção documentado, mesmo que este envolva soluções reutilizáveis. O gasto de tempo e recursos pode ser bastante diminuído na medida em que um ambiente informatizado venha a apoiar este processo, propondo editores, bibliotecas de diversos níveis de componentes orientadas a objetos e a reutilização.

Por outro lado, o projeto de interfaces humano-computador deve ser apoiado por regras de mapeamento e configuração de objetos de interação compiladas em guias de recomendações e de estilo. Enquanto o primeiro refere-se a soluções para componentes e contexto de operação abstratos ou gerais, um guia de estilo trás propostas de soluções mais concretas para uma interface de um determinado tipo e em um ambiente tecnológico definido. O guia de recomendações abordará formulários de diversos tipos, sem se prender a um em particular ou a uma plataforma específica. Um guia de estilo mostrará como construir formulários combinados com tabelas e máquinas de busca na plataforma JAVA, por exemplo, uma vez que estes são o tipo de aplicação e a tecnologia da empresa. O capítulo 5, sobre componentes de interface, representa um guia de recomendações útil como conhecimento de base para qualquer projeto. Para apoiar o projeto gráfico, especificamente,

recomenda-se a leitura dos itens 5.2.4 sobre as primitivas gráfica a serem usadas no projeto de IHC. São elas:

- Ícones
- Fontes
- Textos
- Layout
- Cores
- Backgrounds

Finalmente, é importante salientar que as etapas de definições dos elementos do projeto de uma interface em qualquer abordagem, podem ser realizadas segundo duas sequências diferentes.

- Largura primeiro, pela qual se esgota cada etapa de definições completamente, antes de passar à próxima. São definidas todos os fluxos de tarefas, depois todos os objetos de tarefa, depois todos os objetos de interação.
- Profundidade primeiro, pela qual são realizadas todas as etapas de definição dos elementos de uma determinada tarefa. São definidas os fluxos, objetos de tarefa e os objetos de interação associados apenas a uma parte da estrutura de interações. Depois são definidos os elementos de uma outra parte da estrutura, e assim por diante.

9. A Perspectiva da Avaliação

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

Assim, a avaliação de usabilidade de um sistema interativo tem como objetivos gerais (i) validar a eficácia da interação humano-computador face a efetiva realização das tarefas por parte dos usuários, (ii) verificar a eficiência desta interação, face os recursos empregados (tempo, quantidade de incidentes, passos desnecessários, busca de ajuda, etc.) e (iii) obter indícios da satisfação ou insatisfação (efeito subjetivo) que ela possa trazer ao usuário. Estes objetivos devem ser pensados em relação aos diferentes contextos de operação previstos para o sistema.

A usabilidade de um sistema está sempre associada as características de determinados tipos de usuários, tarefas, equipamentos e ambientes físicos e organizacionais. Assim, um problema de usabilidade pode se fazer sentir fortemente em determinados contextos de operação e ser menor ou mesmo imperceptível, em outros.

9.1 Problema de usabilidade

Um problema de usabilidade ocorre em determinadas circunstâncias, quando determinada característica do sistema interativo, acaba por retardar, prejudicar ou mesmo inviabilizar a realização de uma tarefa, aborrecendo, constrangendo ou até traumatizando a pessoa que usa o sistema interativo. Deste modo, um problema de usabilidade se revela durante a interação, atrapalhando o usuário e a realização de sua tarefa, mas tem sua origem em decisões de projeto equivocadas.

Conforme os termos da definição acima proposta, um problema de usabilidade deve ser descrito a partir de informações sobre:

- o contexto de operação onde o problema pode ser encontrado,
- os efeitos possíveis sobre o usuário e sua tarefa, aí incluindo a frequência com que este problema/contexto se manifesta.

9.1.1 Contexto de um problema de usabilidade

O contexto de um problema de usabilidade é caracterizado por determinados tipos de usuários, realizando determinadas tarefas, com determinados equipamentos e em determinados

ambientes físicos ou organizacionais, para os quais a usabilidade do sistema é diminuída.

Para efeito do raciocínio sobre usabilidade, as características do sistema devem ser examinadas sem perder a perspectiva de que usuários mais velhos estão sujeitos a problemas de acuidade visual e de controle manual e que uma porcentagem considerável dos homens estão sujeitos a cegueira às cores (principalmente o verde e o vermelho). É importante também considerar as dificuldades que terão na realização da tarefa informatizada as pessoas em formação profissional (na própria tarefa), as novatas na informática, ou as que se valem do sistema de forma eventual. Com o mesmo objetivo interessa saber que equipamentos em mau estado de conservação, podem diminuir a legibilidade das apresentações e induzir acionamentos involuntários, por exemplo. Interessa também saber que a pressão temporal pode induzir o usuário a erros em tarefas complexas e mal estruturadas, e que este será sempre uma espécie novato na realização de tarefas esporádicas.

9.1.2 *Efeitos de um problema de usabilidade*

Os efeitos de um problema de usabilidade se fazem sentir diretamente sobre o usuário e indiretamente sobre sua tarefa. Assim, por exemplo, efeitos sobre o usuário como uma sobrecarga perceptiva (dificuldade de leitura), cognitiva (desorientação ou hesitação) ou física, (dificuldade de acionamento) podem levar a efeitos sobre sua tarefa como perda de tempo, falhas ou perda de dados.

9.1.3 *A descrição de um problema de usabilidade*

Com base no que foi exposto acima propõe-se um formato para a descrição de um problema de usabilidade, como o apresentado no exemplo que segue:

- **Identificação do problema:** Ícones pequenos;
- **Descrição:** Os ícones que rotulam os botões de comando que participam da barra de ferramentas são muito pequenos.
- **Tipo de usuário considerado:** pessoas com problemas de acuidade visual e de coordenação motora
- **Tipo de equipamento considerado:** em mau estado de conservação
- **Tipo de tarefa considerado** freqüente;
- **Efeito sobre o usuário:** dificuldade de leitura /sobrecarga motora/acionamentos involuntários
- **Efeito sobre a tarefa:** perda de tempo e sobre-carga de trabalho do usuário para acionar uma opção devido a necessidade de maior precisão no movimento com o mouse

- **Sugestão de melhoria:** Aumentar a área de apresentação dos ícones e a área sensível dos botões icônicos.

Cabe ressaltar que nesta proposta de formato, os problemas de usabilidade serão identificados por sua origem no projeto da interface, e não por suas consequências durante a interação.

9.1.4 *Tipos de problemas de usabilidade*

Com base em algumas combinações entre a natureza do problema, o tipo de usuário que ele prejudica e seus efeitos sobre a usabilidade das funções do sistema, pode-se propor o seguinte sistema de classificação:

Uma análise da natureza de um problema de usabilidade permite classificá-lo como uma barreira, um obstáculo ou um ruído.

- Barreira: se refere a um aspecto da interface no qual o usuário *esbarra sucessivas vezes e não aprende a suplantá-lo*. Uma barreira voltará a se apresentar ao usuário na próxima realização da tarefa, comprometendo fortemente seu desempenho e fazendo com que ele desista de usar uma função do sistema. A presença de barreiras na interface implica em prejuízos definitivos, que dependendo da tarefa e usuário, podem inviabilizar economicamente o sistema.
- Obstáculo: se refere a um aspecto da interface no qual o usuário *esbarra e aprende a suplantá-lo*. Em função do obstáculo, as próximas realizações da tarefa se darão à custa de uma perda de desempenho. A presença de um obstáculo implica na acumulação de prejuízos para os que operam e para os que adquiriram o sistema;
- Ruído: se refere a um aspecto da interface que, sem se consistir em barreira ou obstáculo ao usuário, causa uma diminuição de seu desempenho na tarefa. Em função de ruídos na interação o usuário pode desenvolver uma má impressão do sistema (aspecto subjetivo);

A partir do tipo de tarefa em que ele se manifesta, o problema de usabilidade pode ser classificado como principal ou secundário.

- Principal: um aspecto da interface que compromete a realização de tarefas freqüentes ou importantes.
- Secundário: um aspecto da interface compromete a realização de tarefas pouco freqüentes ou pouco importantes.

Com base no tipo de usuário que afeta, um problema de usabilidade pode ser classificado como geral, inicial, definitivo e especial.

- Geral: um aspecto da interface que atrapalha qualquer tipo de usuário durante a realização de sua tarefa.
- De iniciação: um aspecto da interface que atrapalha o usuário novato ou intermitente durante a realização de sua tarefa.
- Avançado: um aspecto da interface que atrapalha o usuário especialista durante a realização de sua tarefa;
- Especial: um aspecto da interface que atrapalha tipos de usuários especiais (portadores de deficiência) durante a realização de sua tarefa, mas que os outros são capazes de suplantar, sem prejuízos para sua tarefa.

É importante citar a existência de duas categorias de problemas, ortogonais em relação ao sistema de classificação proposto, que salientam os possíveis efeitos de uma revisão de projeto equivocada. Elas se referem ao *falso* e ao *novos* problema de usabilidade.

- Falso: refere-se a um aspecto da interface que, apesar de classificado como problema, na realidade não traz qualquer prejuízo ao usuário, nem a sua tarefa. Trata-se de um engano provocado pela falta de experiência do avaliador ou de uma deficiência em sua ferramenta de avaliação;
- Novo: um aspecto da interface que representa um obstáculo, devido a uma revisão de usabilidade equivocada;

A análise de causas e efeitos de um problema de usabilidade permite algumas conclusões sobre a severidade deste tipo de problema. Por exemplo, um problema verificável para qualquer tipo de usuário é, logicamente, mais prioritário que um outro que se verifique somente para alguns tipos de usuários (usuário novato na operação, novato na tarefa, c/ problemas visuais, com idade avançada, etc.). Por seu lado, pode-se considerar também prioritário o problema de usabilidade que possa causar perda de tempo em tarefas com elevada frequência de realização ou o que cause falhas ou perda de dados em tarefas de elevada importância.

9.2 Objetivos de uma avaliação de usabilidade

As atividades ligadas a esta perspectiva do ciclo de engenharia de usabilidade visam identificar, seja por prospecção, diagnóstico ou observação, os problemas de usabilidade em interfaces humano-computador e contribuir para a sua

eliminação. Assim, no desenvolvimento de sistema interativo, um engenheiro-avaliador de usabilidade terá como primeira tarefa a elaboração de um Plano de Testes de Usabilidade, no qual proporá a realização de uma sequência estruturada de avaliações de usabilidade, uma para cada versão do sistema. Entre os objetivos a serem atingidos, constam pelas avaliações constam:

- constatar, observar e registrar, problemas efetivos de usabilidade durante a interação;
- calcular métricas objetivas para eficácia, eficiência e produtividade do usuário na interação com o sistema;
- diagnosticar as características do projeto que provavelmente atrapalhem a interação por estarem em desconformidade com padrões implícitos e explícitos de usabilidade;
- prever dificuldades de aprendizado na operação do sistema;
- prever os tempos de execução de tarefas informatizadas;
- conhecer a opinião do usuário em relação ao sistema;
- sugerir as ações de re-projeto mais evidentes face os problemas de interação efetivos ou diagnosticados.

Com base nestes resultados podemos distinguir três tipos de técnicas de avaliação ergonômica;

- as Técnicas Prospectivas, que buscam a opinião do usuário sobre a interação com o sistema,
- as Técnicas Preditivas ou diagnósticas, que buscam prever os erros de projeto de interfaces sem a participação direta de usuários e
- as Técnicas Objetivas ou empíricas, que buscam constatar os problemas a partir da observação do usuário interagindo com o sistema.

9.3 Técnicas Prospectivas

Este tipo de técnica está baseada na aplicação de questionários/entrevistas com o usuário para avaliar sua satisfação ou insatisfação em relação ao sistema e sua operação. Ela mostra-se bastante pertinente na medida em que é o usuário a pessoa que melhor conhece o software, seus defeitos e qualidades em relação aos objetivos em suas tarefas. Nada mais natural em buscar suas opiniões para orientar revisões de projeto. Muitas empresas de software elaboram e aplicam regularmente este tipo de questionário, como parte de sua estratégia de qualidade. Alguns questionários de satisfação encontram-se disponíveis na internet como o QUIS - Questionnaire for User Interaction Satisfaction - Univ. Maryland (Norman, 1989) (<http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html>)

É importante salientar que os questionários de satisfação têm uma taxa de devolução reduzida (máximo 30% retornam), o que indica a necessidade de elaboração de um pequeno número

de questões sucintas. Um espaço para opiniões e sugestões livres deve sempre ser proposto ao usuário.

Por outro lado, este tipo de técnica pode ser empregada para aumentar a efetividade de avaliações analíticas, realizadas por especialistas que diagnosticam problemas de usabilidade. Apoiados pelas respostas de questionário de satisfação estes podem centrar suas análises sobre os pontos problemáticos no sistema, apontados pelo usuário. ISONORM (Prumper, 1999) é um questionário de satisfação que tem o objetivo de direcionar a aplicação da norma ISO9241-10 somente aos quesitos apontados como problemáticos pelo usuário através de ISONORM.

9.4 Técnicas Preditivas ou Diagnósticas

As técnicas diagnósticas dispensam a participação direta de usuários nas avaliações, que se baseiam em verificações e inspeções de versões intermediárias ou acabadas de software iterativo, feitas pelos projetistas ou por especialistas em usabilidade.

Elas podem ser classificadas como:

- Avaliações Analíticas
- Avaliações Heurísticas
- Inspeções por Checklists

As avaliações analíticas envolvem a decomposição hierárquica da estrutura da tarefa para verificar as interações propostas. As técnicas de verificação conhecidas como avaliações heurísticas se baseiam nos conhecimentos ergonômicos e na experiência dos avaliadores que percorrem a interface ou seu projeto para identificar possíveis problemas de interação humano-computador. As inspeções por checklists têm esse mesmo objetivo, mas dependem do conhecimento agregado à ferramenta de inspeção, uma vez que se destinam a pessoas sem uma formação específica em ergonomia.

9.4.1 Avaliações Analíticas

Esse tipo de técnica é empregado nas primeiras etapas da concepção de interfaces humano-computador, quando ela não passa de uma descrição da organização das tarefas interativas. Mesmo nesse nível, já é possível verificar questões como a consistência, a carga de trabalho e o controle do usuário sobre o diálogo proposto e de realizar modifica. A especificação da futura tarefa interativa, pode ser realizada nos termos de um formalismo apropriado como MAD, GOMS (Goals, Operators, Methods and Selections rules) e CGL (Command Grammar Language). Em particular, GOMS propõe uma tabela associando tempos médios de realização aos métodos primitivos, que correspondem a primitivas de ações físicas ou cognitivas. Com

base nesta tabela e na descrição da tarefa realizada segundo o formalismo é possível calcular os tempos prováveis para a realização das tarefas previstas.

9.4.2 Avaliações Heurísticas

Uma avaliação heurística representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces humano-computador. Essa avaliação é realizada por especialistas em ergonomia, baseados em sua experiência e competência no assunto. Eles examinam o sistema interativo e *diagnosticam* os problemas ou as barreiras que os usuários *provavelmente* encontrarão durante a interação.

As avaliações heurísticas abordadas nesta apostila enfocam os seguintes aspectos:

- Usabilidade em geral
- Intuitividade (Inspeção Cognitiva)
- Gestão de erros (Inspeção Preventiva)

9.4.2.1 Avaliações Heurísticas de Usabilidade

Neste processo os avaliadores baseiam-se em heurísticas ou padrões de usabilidade gerais, próprios ou desenvolvidos por especialistas na área. No momento atual, podem ser citadas conjuntos de heurísticas como:

- Os Critérios Ergonômicos, propostos por Scapin e Bastien (1993), e apresentados no capítulo 4 desta apostila;
- As Heurísticas de Usabilidade, propostas por Jacob Nielsen, em seus livros sobre Engenharia de Usabilidade;
- Os Princípios de Diálogo, propostos pela norma ISO 9241:10, apresentados no capítulo 10 desta apostila.

As avaliações heurísticas de usabilidade podem produzir ótimos resultados, em termos da rapidez de avaliação e da quantidade e importância de problemas diagnosticados. Entretanto, seus resultados dependem da competência dos avaliadores e das estratégias de avaliação por eles empregadas. Acabam sendo subjetivas, exigindo um grupo razoável de avaliadores de usabilidade, de modo a identificar a maior parte dos problemas ergonômicos das interfaces (Jeffries et al, 1991). Pollier (1993) registrou a dinâmica da avaliação de um sistema interativo por especialistas em ergonomia de software, para analisar seus resultados e principalmente suas estratégias de ação.

- *Abordagem por objetivos dos usuários:* o avaliador aborda a interface a partir de um conjunto de tarefas e sub-tarefas principais dos usuários ou das relacionadas aos objetivos principais do software;

- *Abordagem pela estrutura de interface*; por esta estratégia, especialmente direcionada para diálogos por menu, o avaliador aborda a interface como uma árvore de menu com níveis hierárquicos e das ações que permitem as transições de um nível a outro. Dois encadeamentos são possíveis nessa estratégia; exame por profundidade ou largura da árvore;
- *Abordagem pelos níveis de abstração*; o avaliador aborda a interface como um modelo lingüístico estruturado em camadas de abstração (ver tópico 5.1) que podem ser examinadas em dois sentidos; top-down ou bottom-up;
- *Abordagem pelos objetos das interfaces*; o avaliador aborda a interface como um conjunto de objetos (cap 5);
- *Abordagem pelas qualidades das interfaces*: o avaliador aborda a interface a partir das qualidades ou heurísticas de usabilidade que elas deveriam apresentar (cap. 4).

Através do estudo, a autora verificou que, embora as abordagens citadas tenham um caráter sistemático e exaustivo, os analistas trocam de perspectiva constantemente durante a avaliação, realizando um encadeamento oportunista, particular a cada indivíduo. Desta forma, a autora pode constatar as grandes diferenças entre os resultados das avaliações individuais, o que evidencia um caráter subjetivo em cada avaliação individual.

Nas avaliações heurísticas os resultados dependem diretamente da carga de conhecimento e experiência que as pessoas trazem para as avaliações, e do tipo de estratégia com que percorrem a interface.

Autros autores apontam para uma particularidade deste tipo de técnica : às vezes, as sugestões de re-projeto são mais consideradas pelos avaliadores do que a caracterização dos problemas. Deste modo, as avaliações heurísticas apresentam um efeito colateral importante : a possibilidade de introduzirem novos problemas de usabilidade sobre as interfaces.

Os dados obtidos no estudo de Pollier evidenciam a necessidade de um método ou técnica que possa uniformizar as análises e garantir uma média de desempenho individual superior para os analistas. Nesta apostila encontram-se descritas algumas ferramentas importantes para a realização de avaliações heurísticas, em particular, o conjunto de critérios e de recomendações ergonômicas apresentadas no capítulo 4, o modelo de níveis de abstração e o modelo de componentes de interfaces descritos no capítulo 5.

Como qualquer atividade de avaliação, este tipo de técnica é iniciada pela análise do contexto da avaliação, quando o responsável pela avaliação verifica, junto aos responsáveis pelo software, os recursos disponíveis e os objetivos da avaliação.

Em função desta análise podem ser alocados um número maior ou menor de avaliadores trabalhando em paralelo. Em função de se ter ou não acesso a usuários reais, questionários e entrevistas podem ser preparados, de modo a coletar informações sobre seu perfil e sobre o modo como utiliza o software. É importante frisar que o contato com o usuário, mesmo que por fax ou telefone é de bastante útil para conduzir as avaliações. Face a tipos especiais de interfaces ou aplicações, algumas vezes o avaliador deve procurar o conhecimento necessário para julgar as qualidades do software. A estratégia para a avaliação como foi visto é variável e vai depender do avaliador, do tipo de software, do tipo de interface, etc.. A última etapa e a mais crítica, é a de redação do relatório de avaliação, que deixará registrados os problemas identificados e as propostas de soluções sugeridas. Sugere-se a adoção de um formato de descrição de problemas, como o apresentado anteriormente neste capítulo. Ele permitirá esclarecer e priorizar os problemas de usabilidade.

9.4.2.2 Inspeção Cognitiva da Intuitividade

Esta é um tipo de avaliação heurística, onde os especialistas enfocam especificamente os processos cognitivos que se estabelecem quando o usuário realiza a tarefa interativa pela primeira vez (Kieras e Polson, 1991). Ela está baseada em um modelo de como se desenvolvem as ações cognitivas dos usuários. Assim, ela visa avaliar as condições que o software oferece para que o usuário faça um rápido aprendizado das telas e das regras de diálogo. A intuitividade é o aspecto central na aplicação de uma inspeção cognitiva.

A validade desta técnica está justamente em seu enfoque nos processos cognitivos. Para realizá-la o avaliador deve atentar para aquilo que o usuário conhece da tarefa e da operação de sistemas informatizados. Deve também conhecer o caminho previsto para a realização das principais tarefas do usuário. De posse destas informações ele passa a percorrer os caminhos previstos aplicando, para cada ação o seguinte checklist.

- o usuário a tentar realizar a tarefa certa? Ao encontrar-se no passo inicial de determinada tarefa, o usuário, baseado no que lhe é apresentado, se proporá a realizar o objetivo previsto pelo projetista?
- ele verá o objeto associado a esta tarefa? Este objeto está suficientemente à vista do usuário?
- ele reconhecerá o objeto como associado à tarefa? As denominações ou representações gráficas são representativas da tarefa e significativas para o usuário?
- ele saberá operar o objeto? O nível de competência na operação de sistema informatizados é compatível com a forma de interação proposta?(esta questão foi

adicionada à técnica original a partir das pesquisas de Sears, 1997)

- ele compreenderá o feedback fornecido pelo sistema como um progresso na tarefa?

A proposta dos autores desta técnica é de que os próprios projetistas possam aplicá-la no desenvolvimento do sistema interativo.

9.4.2.3 Inspeções preventivas de erros

Esta é uma técnica de avaliação heurística pela qual o avaliador inspeciona a interface à procura de situações que possa levar a erros ou incidentes. Tem portanto uma pertinência especial para sistemas de alta responsabilidade, como os de controle de processos em tempo real.

Para aplicá-la o avaliador levanta as características do contexto de operação e inspeciona a interface seguindo um modelo de tarefas, aplicando aos três componentes básicos da tarefa (entradas, realização e resultados) um conjunto de heurísticas ou guidewords específicas para orientar na detecção de erros.

As avaliações são organizadas em tabelas para cada tarefa explicitando:

- Tarefa
- Guideword de desvio possível
- Explicações sobre os desvios
- Causas dos desvios
- Consequências dos desvios
- Recomendações de reprojeto

As guidewords aplicáveis as tarefas são as seguintes:

- E se nada acontecer ?
- E se algo diferente acontecer ?
 - E se algo acontecer a mais
 - E se algo acontecer a menos
 - E se algo acontecer a diferente
- E se algo acontecer fora de tempo ?
 - E se algo acontecer antes?
 - E se algo acontecer depois

9.4.3 Inspeções Ergonômicas via Checklists

As inspeções de usabilidade por checklists, são vistorias baseadas em listas de verificação, através das quais

profissionais, não necessariamente especialistas em ergonomia, como por exemplo, programadores e analistas, diagnosticam rapidamente problemas gerais e repetitivos das interfaces (Jeffries et al, 1991). Neste tipo de técnica, ao contrário das avaliações heurísticas, são as qualidades da ferramenta (checklists) e não dos avaliadores, que determinam as possibilidades para a avaliação. Checklists bem elaborados devem produzir resultados mais uniformes e abrangentes, em termos de identificação de problemas de usabilidade, pois os inspetores são conduzidos no exame da interface através de uma mesma lista de questões a responder sobre a usabilidade do projeto.

Os resultados obtidos através dessa técnica dependem então da organização e do conteúdo, geral ou específico, dessas ferramentas. Versões especializadas de um checklist podem ser desenvolvidas a partir de um outro, com questões genéricas.

As questões do checklist podem vir acompanhadas de notas explicativas, exemplos e de um glossário a fim de esclarecer possíveis dúvidas associadas as mesmas. O serviço Web ErgoList (<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist>), desenvolvido pelo LabUtil, propõe esse tipo apoio de aplicação. Algumas questões desse checklist encontram-se no anexo 2 desse livro.

A avaliação realizada através de checklists apresenta as seguintes potencialidades:

- possibilidade de ser realizada por projetistas, não exigindo especialistas em interfaces humano-computador, que são profissionais mais escassos no mercado. Esta característica deve-se ao fato do conhecimento ergonômico estar embutido no próprio checklist;
- sistematização da avaliação, que garante resultados mais estáveis mesmo quando aplicada separadamente por diferentes avaliadores, pois as questões/recomendações constantes no checklist sempre serão efetivamente verificadas;
- facilidade na identificação de problemas de usabilidade, devido a especificidade das questões do checklist;
- aumento da eficácia de uma avaliação, devido a redução da subjetividade normalmente associada a processos de avaliação;
- redução de custo da avaliação, pois é um método de rápida aplicação.

Entretanto, estes tipos de resultado dependem essencialmente das qualidades das listas de verificação, e nem sempre são atingidos. Muitas vezes a sistematização é prejudicada devido a questões subjetivas, que solicitam do

inspetor um nível de competência em usabilidade ou de conhecimento sobre o contexto que ele não possui. Outras vezes a abrangência das inspeções é prejudicada devido ao conteúdo incompleto e organização deficiente das listas. A economia na inspeção fica prejudicada por listas propondo uma grande quantidade de questões, que em sua maioria não são aplicáveis ao sistema em avaliação. Por outro lado, o trabalho de Jeffries et al (1991) mostra que este tipo de técnica proporciona a identificação de uma grande quantidade de pequenos problemas de usabilidade que se repetem nas interfaces dos sistemas. Em relação à sistemática de classificação proposta neste texto os problemas identificados por meio de inspeções de usabilidade se referem principalmente a *ruídos gerais*.

Um tipo de instrumento de inspeção ergonômica bastante bem definido são as normas internacionais de usabilidade. Em particular, o capítulo 10 desta apostila faz uma descrição das partes da norma ISO 9241 "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals". O anexo 3 traz os checklists propostos por esta norma internacional em sua parte 10 sobre Princípios de Diálogo.

9.5 Técnicas Objetivas

As técnicas empíricas, que contam com a participação direta de usuários se referem basicamente aos ensaios de interação e as sessões com sistemas espíões.

9.5.1 Ensaios de interação

Um ensaio de interação consiste de uma simulação de uso do sistema da qual participam pessoas representativas de sua população-alvo, tentando fazer tarefas típicas de suas atividades, com uma versão do sistema pretendido. Sua preparação requer um trabalho detalhado de reconhecimento do usuário-alvo e de sua tarefa típica para a composição dos cenários e scripts que serão aplicados durante a realização dos testes.

9.5.1.1 As características dos ensaios

A complexidade do teste vai depender do nível de exigência requerido para os resultados, da generalidade do produto e da disponibilidade de recursos e de usuários. Testes simples, para reconhecer a perspectiva do usuário, para produtos especializados, onde se tenha acesso rápido aos usuários, podem ser implementados rapidamente. Situações mais exigentes e em um quadro de dificuldades, a elaboração pode se tornar bem mais custosa e complicada. Para tomar consciência das dificuldades e facilidades nesta tarefa, é importante que se faça uma análise das características dos ensaios de interação, envolvendo; o nível de constrangimento aceitável, o tipo de

verbalização a ser solicitada ao usuário, o local de realização dos ensaios e as técnicas de registro e coleta de dados.

9.5.1.1.1 O Constrangimento

O constrangimento é inerente aos ensaios de interação, na medida em que implicam na observação de uma pessoa trabalhando com um sistema interativo. Cabe ao analista procurar técnicas e métodos que evitem essa situação, garantindo a validade dos resultados obtidos.

Os seguintes cuidados podem ser tomados no sentido de prevenir a integridade psicológica do usuário:

- esclarecer o usuário sobre o teste, enfatizando a finalidade do ensaio e da sua participação. Essa atitude deve ser aceita por ambos, observador e observado.
- não pressioná-los a participarem dos ensaios;
- não expô-los a comentários de colegas. Tentar a realização de ensaios *in loco* em horários de pouco movimento ou presença de colegas de serviço;
- caso o participante se sinta cansado ou constrangido diante de uma determinada situação, é preferível parar a realização do ensaio, de forma educada, evitando transmitir ou encorajar o sentimento de culpa no usuário.
- os ensaios devem ser planejados cuidadosamente quanto a divulgação dos resultados, evitando invadir a privacidade dos participantes. A melhor maneira de abordar esta questão é evitar a coleta de informações que possam ser usadas para identificar alguém.

9.5.1.1.2 A Verbalização

Para obter uma informação correta, o analista precisa saber o que os usuários estão pensando e não somente o que eles estão fazendo. Para tanto é necessário solicitar a eles que verbalizem durante ou após a interação com o software.

9.5.1.1.2.1 Verbalização Simultânea

Por essa técnica, deve-se solicitar aos usuários que além de executarem a tarefa, também comentem o que estão pensando enquanto a executam.

Deve se ter o cuidado de aplicar esta técnica com pessoas extrovertidas para as quais o ato de falar sobre a tarefa não seja uma fonte de perturbação. Por outro lado, cabe ao observador dosar a quantidade de verbalização demandada de acordo com as dificuldades na execução da tarefa. Considere que na verbalização simultânea o foco de atenção do usuário, que deve estar na execução da tarefa, é desviado para raciocinar e explicar como executá-la.

No decorrer da interação, o analista responsável pelo ensaio, vai colocando ao usuário questões do tipo:

- Conte-me o que você está pensando?
- O que você está tentando fazer?
- O que você está lendo?
- Como o trabalho se apresenta?

Esses comentários devem ser registrados ou anotados para que depois possam ser revistos. Por outro lado, o analista deve ao mesmo tempo controlar os acontecimentos e incentivar o usuário a falar sobre o que está fazendo.

Os comentários e os registros das ações tornam evidentes aos projetistas que algumas funções não são bem compreendidas, ou que existem rótulos que causam dúvidas, levando o usuário a executar de forma errada a sua tarefa.

9.5.1.1.2.2 *Verbalização Consecutiva*

Para determinado tipo de pessoas, o ato de falar, ao mesmo tempo em que deve pensar em como resolver uma tarefa, pode levar a uma sobrecarga mental que vai interferir no seu desempenho enquanto usuário de um sistema. A técnica de observação simultânea vai desconcentrá-lo constantemente da tarefa que executa, podendo às vezes, induzir erros de interação.

Uma alternativa para a técnica de verbalização simultânea é a de verbalização consecutiva. Trata-se de uma entrevista com o usuário, realizada no final do ensaio de interação, onde este comenta sobre as tarefas que acabou de executar.

Pode ocorrer que o usuário venha a esquecer a origem de um problema ou de uma situação de erro. Nesse caso, pode-se fazer uma entrevista valendo-se da fita de vídeo que registrou o ensaio de interação. Ela deve ser mostrada ao usuário como forma de favorecer a recuperação das causas e expectativas de um procedimento.

Esta técnica pode ainda ser conduzida de forma a pedir ao usuário que comente certas características específicas da interface. Estes comentários sempre trazem boas sugestões, como também, deixam transparecer as reações positivas ou negativas do usuário, sobre determinados pontos da interface.

9.5.1.1.3 *O local do teste*

Existem, teoricamente, dois tipos de ambientes onde o ensaio de interação pode ser realizado. O primeiro, é o local usual da tarefa, sendo o observador, um elemento adicional neste ambiente. O segundo, num laboratório, o ambiente da tarefa é substancialmente diferente. Usualmente trata-se de uma forma empobrecida do ambiente normal de trabalho.

9.5.1.1.3.1 *Teste em Laboratório*

A avaliação feita em laboratório, equipado com recursos e aparelhos sofisticados, permite observar a interação homem/máquina de forma contínua, dando ao analista maior controle da situação. Assim, o analista pode escolher a melhor posição da câmera, ter câmeras focalizadas para o teclado, monitor, mouse, etc.

No caso de um software que ainda esteja na fase de concepção, a avaliação feita em laboratório se mostra mais adequada pois, o analista pode testar uma função, fazer algumas correções, e tornar a testar o sistema.

Em alguns laboratórios existem salas especiais, equipadas com vidros espelhados onde o analista não é notado, garantindo que o usuário não seja interrompido e não fique envergonhado. Ele normalmente dispõe de um telefone como forma de ajuda instantânea, um canal direto com o projetista.

A principal desvantagem desse processo é que nos laboratórios, onde tudo parece perfeito, não se consegue retratar a realidade de uma situação de trabalho.

9.5.1.1.3.2 *Teste in loco*

Um teste realizado no próprio local de trabalho do usuário pode ser mais trabalhoso e cansativo para a equipe de analistas. Mas, por outro lado, traz informações mais ricas em detalhes. Detalhes estes que tem suas origens em fatores ambientais que influenciam na execução da tarefa.

Observar como o usuário atua quando é interrompido por companheiros de trabalho, quando tem que parar para atender o telefone, quando é pressionado pelo chefe ou quando tem prazo para entregar um trabalho, pode ser uma maneira de se obter valiosos dados que poderão auxiliar na elaboração de determinadas funções.

A avaliação feita no próprio local de trabalho mostra as interferências alheias a tarefa que, muitas vezes, podem induzir situações de erro na interação com um determinado sistema.

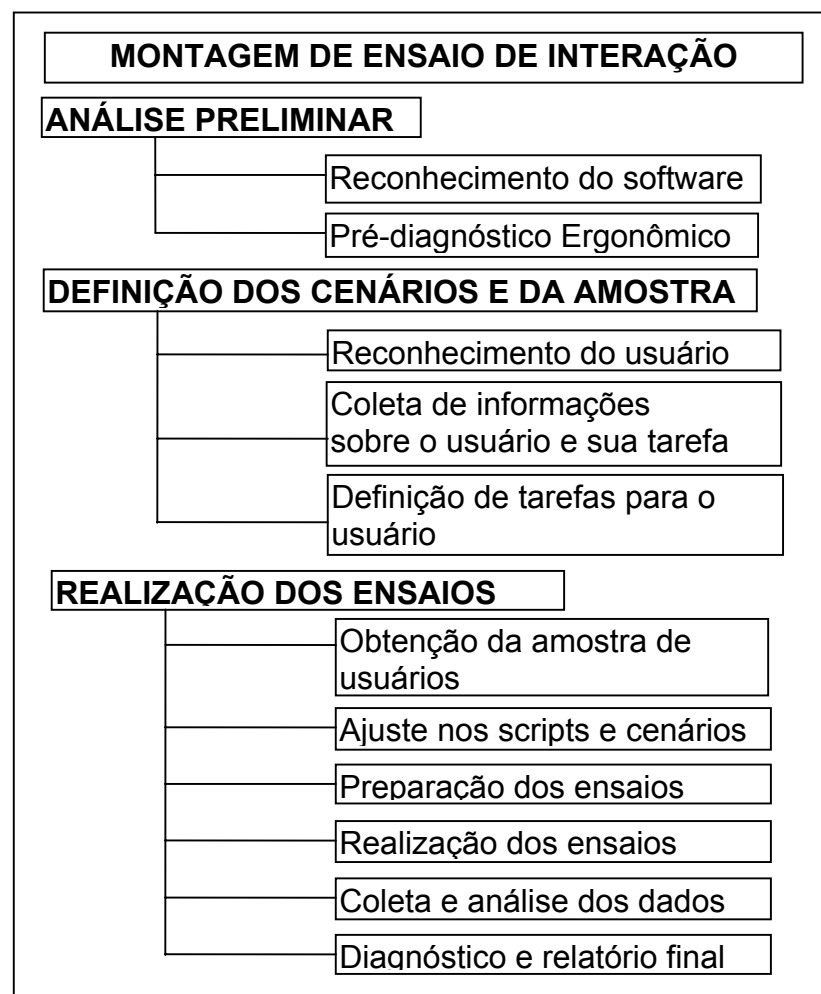
9.5.1.1.4 O registro e a coleta de dados

Como a interação com um software é um processo contínuo envolvendo imagens e sons do programa, além de verbalizações dos usuários, o mais recomendado é utilizar câmaras de vídeo para o registro de tudo. Para evitar possíveis constrangimentos procure realizar o ensaio da forma mais conveniente para o usuário (horário e local). Procure saber se o usuário tem alguma objeção quanto à gravação, ou se isso pode vir a lhe trazer problemas de qualquer ordem. Em todo o caso, tome o cuidado de não filmar o rosto dos participantes.

Realizar anotações com lápis e papel pode ser uma técnica simples que pode ser usada em qualquer lugar e com o mínimo

de custo. Entretanto, na medida em que a observação torna-se excessivamente explícita é uma técnica que pode causar certo desconforto ou constrangimento para a pessoa que está sendo observada. Além disso, esta técnica requer prática e habilidade por parte do observador e dificilmente ela pode ser empregada sem o apoio de uma outra técnica de registro.

9.5.1.2 Montagem de um ensaio de interação



A montagem de um ensaio de interação pressupõe inicialmente uma etapa de análise preliminar para conhecer o software e seus atributos ergonômicos.

9.5.1.2.1 Análise Preliminar

Nessa etapa os analistas tomam conhecimento dos fatos a cerca do software e de seu contexto de desenvolvimento e realizam um pré-diagnóstico dos problemas ergonômicos de sua interface com o usuário.

9.5.1.2.1.1 *Reconhecimento do software*

Para o reconhecimento do software é feita uma sessão de entrevistas preliminares com as pessoas que o projetaram e desenvolveram, que trazem informações de seu projeto e desenvolvimento.

As questões solicitadas à equipe de projeto do software abrangem:

- população alvo: para que tipo de trabalhador foi destinado o software?;
- tipo de tarefa que o software visa atender: Que tipo de tarefa o usuário poderá desenvolver com este aplicativo?;
- funções principais do produto: Quais as funcionalidades que, na opinião dos projetistas, têm maior impacto na tarefa e na organização do trabalho?;
- equipe de projetistas: Quantas pessoas foram envolvidas no projeto, houveram ergonomistas?;
- tempo de desenvolvimento: Quanto tempo se gastou no projeto? Houveram interrupções? Por quais motivos?;
- dados sobre o sistema: Qual o ambiente de programação em que foi desenvolvido o software?;
- versões precedentes: Qual a versão atual do produto? Quais as alterações no projeto inicial?;
- situação no mercado: O produto é muito comercializado? Os usuários se mantêm fiéis no uso?;
- suporte: Existe algum tipo de suporte técnico que é dado aos usuários?;

Este levantamento se destina a compreender o ciclo de desenvolvimento pelo qual passou o software e embasar o pré-diagnóstico.

9.5.1.2.1.2 *Pré-diagnóstico*

A partir das informações obtidas dos projetistas do software, os analistas examinam todo o aplicativo, primeiro para conhecer bem as funcionalidades do produto, e depois, para identificar as funções mais problemáticas.

O pré-diagnóstico pode ser obtido através de uma técnica de avaliação do tipo heurística ou ainda a partir de checklists para inspeção ergonômica. Os critérios, recomendações e normas ergonômicas servem como ferramenta de apoio nessa etapa de avaliação.

O resultado do pré-diagnóstico é um conjunto de hipóteses sobre problemas de usabilidade do software que serão posteriormente testadas durante os ensaios de interação.

9.5.1.2.2 *Definição dos Scripts, Cenários e da Amostra de usuários*

Os scripts envolvem o conjunto de tarefas que uma amostra de usuários representativos da população alvo do sistema

deverá realizar durante os ensaios. O cenário se refere as condições ambientais e organizacionais que serão trazidas para os teste. Scripts e cenários são montados a partir das informações coletadas no reconhecimento do software e de seu pré-diagnóstico ergonômico e das informações trazidas do reconhecimento do perfil do usuário e de sua tarefa.

9.5.1.2.2.1 Reconhecimento do perfil do usuário

A primeira atividade de reconhecimento do usuário consiste em contactar pessoas do público-alvo em seus locais de trabalho e de verificar se as pessoas contatadas possuem efetivamente o perfil imaginado pelos projetistas. Já nessa etapa é possível pré-selecionar um grupo de usuários que poderão vir a participar dos ensaios. Tome os cuidados de explicar-lhes qual a finalidade da análise, quais os procedimentos que a equipe adotará e de deixá-los livres para participar ou não da atividade proposta.

9.5.1.2.2.2 Coleta de informações sobre o usuário e sua tarefa

Dependendo da abrangência da população-alvo do software, pode ser necessária a realização de uma etapa mais detalhada de coleta de informações sobre o usuário e sua tarefa. Nela, o analista deve elaborar questionários destinados a buscar os dados de uma grande amostra de usuários. Além de ser enviado aos usuários, o questionário pode, também, servir de roteiro para entrevistas presenciais ou a distância.

Através de questionários pode-se coletar dados a respeito:

- dos recursos disponíveis, tanto técnicos quanto físicos, para a realização da tarefa: Também é importante saber qual o tipo de suporte que a empresa oferece aos empregados quanto a treinamento e apoio técnico.
- do contexto da tarefa: Durante as entrevistas e observações, os analistas tomam conhecimento do vocabulário utilizado pelos usuários, das diversas atividades que eles desenvolvem, das pressões organizacionais exercidas sobre ele. Uma amostra do resultado final do trabalho dos usuários pode ser bastante útil para a montagem dos cenários;
- do nível dos usuários: Dados como formação geral e específica em informática e no aplicativo em análise, tempo de empresa, tempo na atividade desenvolvida e o conhecimento de outros aplicativos permitem diferenciar os usuários novatos e os experientes.
- da utilização do sistema; em especial os questionários visam obter uma visão geral sobre a utilização de um sistema pronto ou em desenvolvimento. As questões devem estar direcionadas para as funcionalidades, buscando conhecer aquelas que o usuário considera de maior impacto positivo e negativo sobre seu trabalho.

Deve-se também buscar conhecer as frequências de utilização de cada funcionalidade.

9.5.1.2.2.3 *Definição dos scripts de tarefas para os ensaios*

Para definir os scripts é necessário selecionar as tarefas envolvidas com:

- os objetivos principais do software, sob o ponto de vista de seus projetistas;
- as hipóteses dos ergonomistas, formuladas no pré-diagnóstico;
- as amostras de tarefas dos usuários, que foram recolhidas juntamente com os questionários;
- as funcionalidades do sistema consideradas mais e menos importantes pelo usuário;
- as funcionalidades mais frequentemente acionadas pelos usuários na utilização do software;

Um script nasce da combinação desses parâmetros, levando-se sempre em consideração o aspecto custo x benefício dos ensaios. Uma avaliação perfeita é impossível de ser elaborada. O importante é saber avaliar, e manter nos ensaios somente os aspectos críticos, sob o ponto de vista do usuário e de sua tarefa.

9.5.1.2.3 *Realização dos ensaios*

A primeira etapa para a realização dos ensaios consiste na obtenção da amostra de usuários que deles participarão. As outras atividades desta etapa incluem a realização de ajustes nos cenários para adaptá-los aos usuários participantes da amostra, o planejamento dos ensaios, a sua realização, a análise e a interpretação dos dados obtidos.

9.5.1.2.3.1 *Obtenção da amostra de usuários*

É necessário verificar agora, quem da amostra de usuários, realiza efetivamente as tarefas que compõem os scripts para a avaliação. Seleciona-se pessoas voluntárias, certificando-se de que:

- sejam experientes na tarefa;
- sejam usuários diretos, isto é, pessoas que realmente exerçam suas atividades com o auxílio do software;
- sejam metade novatos, metade experientes no software que será avaliado;

Os usuários iniciantes darão mais informações sobre a facilidade de aprendizagem e a simplicidade de utilização. Já os experientes darão mais informações sobre a organização das funções e a repartição das informações.

A experiência do usuário no aplicativo pode ser formada por diversos pontos: participação de cursos de treinamento em aplicativos; experiência anterior com outros softwares; leitura de livros e revistas afins e a própria habilidade desenvolvida com o aplicativo. Atente para o fato de que o processo de avaliação é iterativo. Os usuários novatos, numa segunda etapa de avaliação, deverão ser considerados como usuários experientes.

O tamanho da amostra deve ser suficiente para cobrir os diferentes tipos de usuários que possam utilizar o software dentro das expectativas e objetivos da avaliação. Deve também ser um número que permita diferenciar as observações generalizáveis das que possam ser específicas de uma determinada pessoa. A literatura sugere uma margem de 6 a 12 pessoas para atuarem nos ensaios de interação.

Finalmente, deve-se deixar bem claro aos participantes dos ensaios, qual a sua extensão, para que se destina e o que se espera deles. É importante que o usuário se sinta totalmente a vontade para recusar o convite sem pressões da gerência ou de qualquer tipo.

9.5.1.2.3.2 Ajustes nos scripts e cenários

Para cada um dos participantes dos ensaios de interação deve ser realizada uma nova entrevista para buscar informações visando os ajustes nas variáveis dos scripts e dos cenários. Os scripts, com a descrição das tarefas a serem solicitadas ao usuário devem trazer termos e objetivos que lhe sejam familiares. Os cenários podem reproduzir, em laboratório, a familiaridade do ambiente doméstico ou profissional de determinado usuário.

9.5.1.2.3.3 Planejamento dos ensaios

A preparação dos ensaios envolve a tomada de decisão e a adoção de providências relativas ao local dos ensaios, equipamento para registro dos acontecimentos, à escolha das técnicas de verbalização (consecutiva/simultânea) e à definição das estratégias de intervenção em caso de impasse. Deve-se, neste particular procurar sempre preservar o anonimato dos usuários.

As situações de impasse representam um constrangimento a mais para o usuário. Para lidar com estas situações sugere-se

- deixar o usuário tentar resolver sozinho qualquer tarefa;
- nunca tomar atitudes grosseiras que possam inibir o usuário na continuação do ensaio de interação;
- depois de algum tempo, persistindo a situação de impasse, propor ao usuário a realização de uma tarefa alternativa previamente estipulada no script;

- caso os usuários participantes dos ensaios de interação encontrem-se realmente constrangidos ou nervosos, os ensaios deveriam ser interrompidos totalmente.

9.5.1.2.3.4 Realização dos Ensaios

Os ensaios de interação, que podem ser realizados no local de trabalho de cada usuário ou em laboratório, devem durar no máximo 1 hora. Deles devem participar além do usuário, 1 ou 2 ergonomistas observadores e 1 assistente técnico, responsável pelo funcionamento dos equipamentos. O desenrolar dos ensaios são controlados e dirigidos pelos ergonomistas que devem planejar como proceder nos casos de interrupções, retomadas e encerramento precoce do teste. Além disso, eles devem realizar anotações em tempo real, sobre o desempenho do usuário e dos erros e incidentes verificados. Dessas anotações devem constar indicações sobre o instante dos eventos perturbadores. Uma boa prática consiste na realização de um ensaio piloto para certificar-se de que tudo foi previsto.

9.5.1.2.3.5 Análise e interpretação dos dados obtidos

Depois da realização dos ensaios, a equipe de analistas deve rever todas as gravações buscando dados relevantes que comprovem ou não as hipóteses anteriormente estabelecidas.

Além disto, muitas situações inesperadas de erros e recuperação da informação podem aparecer. Daí a importância dos ensaios, pois estes tipos de erros só tornam-se evidentes em situação realista de uso.

Os resultados dos ensaios de interação são relatados e comentados num caderno de encargos que é entregue aos projetistas do sistema. No relatório são descritos os incidentes produzidos durante a interação, relacionando-o com um aspecto do software. Comentários sobre a prioridade dos problemas devem fazer parte do relatório.

9.5.2 Os sistemas de monitoramento

Uma outra forma de realizar uma validação empírica, isto é, com a observação direta de usuários, se dá através do emprego de sistemas de monitoramento ou “espiões”. Estes sistemas são ferramentas de software que permanecem residentes na máquina do usuário simultaneamente ao aplicativo em teste (MS Camcorder ou Lotus Screenshot). Eles são concebidos de maneira a capturar e registrar todos os aspectos das interações do usuário com seu aplicativo em sua própria realidade de trabalho. Nesse sentido, essa técnica permite contornar dois inconvenientes dos ensaios de interação. Mesmo que os usuários estejam cientes dos testes, os sistemas espiões não causam constrangimentos ao usuário e capturam as interferências causadas por sua realidade do trabalho. Por outro

lado, não há como incentivar ou registrar as verbalizações dos usuários. Os sistemas espiões apresentam também limitações do ordem técnica, relacionadas principalmente, a portabilidade das ferramentas de espionagem face a diversidade de ambientes de programação existentes. A quantidade de dados a tratar pode se tornar muito grande. Dessa forma, a duração dos testes deve ser bem planejada pelos analistas.

9.6 Compromisso entre técnicas de avaliação

Para a escolha de uma técnica de avaliação é importante examinar as suas qualidades no confronto com os recursos disponíveis e as expectativas de resultados da avaliação de usabilidade.

As diferentes técnicas de avaliação apresentadas neste capítulo apresentam qualidades diferentes em termos do tipo e quantidade de problemas que identificam, da sistematização de seus resultados, da facilidade de aplicação e das chances que seus resultados apresentam de poder convencer os projetistas das necessidades de mudanças nas interfaces humano-computador.

- Efetividade – se refere à quantidade de problemas sérios (recorrentes, transponíveis e assimiláveis) identificados. Segundo pesquisas realizadas (Jeffries, at ali,1993) as técnicas mais efetivas são as avaliações heurísticas e os ensaios de interação;
- Abrangência – se refere à quantidade de problemas reais de todos os tipos identificados. As inspeções por checklists e as avaliações heurísticas são as mais abrangentes;
- Eficiência - é a razão da quantidade de problemas sérios (recorrentes, transponíveis e assimiláveis) identificados face a quantidade de problemas reais identificados de todos os tipos. A mesma pesquisa indica os ensaios de interação como a técnica mais eficiente;
- Produtividade - se refere a razão entre a quantidade de problemas reais de todos os tipos identificados em relação a quantidade de recursos financeiros (U\$) necessários;
- Sistematização – para esta qualidade concorrem dois fatores igualmente importantes: repetitividade e reproduzibilidade. O primeiro refere-se à medida pela qual os resultados produzidos pela técnica se repetem quando o mesmo avaliador examina o mesmo software algum tempo depois da primeira avaliação. O segundo fator se refere a medida pela qual dois avaliadores diferentes examinando um mesmo software produzem os mesmos resultados; As inspeções por checklists são as mais sistemáticas
- Facilidade de aplicação – se refere a qualidade da técnica de não exigir formação ou competências específicas para sua realização. Neste sentido, as inspeções por checklists são as mais fácil aplicação;
- Poder de persuasão – se refere a qualidade da técnica de produzir resultados capazes de convencer os projetistas da gravidade dos

problemas de usabilidade identificados. Os ensaios de interação e as avaliações heurísticas

- Poder de desobstrução – A desobstrução se refere à qualidade da técnica produzir indicações de melhorias na usabilidade dos sistemas. O entupimento se refere ao efeito colateral indesejável de uma modificação de projeto equivocada que tenha sido sugerida por meio de uma avaliação de usabilidade.

9.7 Projeto de Avaliação

O sucesso do desenvolvimento, implantação ou compra de um software interativo está intimamente ligado ao projeto da atividade de verificação&validação de sua usabilidade. Pode-se evitar desperdícios, desenvolvendo idéias ou soluções equivocadas, ou ao contrário, concentrar recursos nas idéias que poderão satisfazer os usuários. Pode-se liberar um software-produto para o mercado ou ao contrário, solicitar alterações de última hora em sua interface com o usuário. Pode-se suspender uma transação de compra e venda de software ou abalizá-la, com base nos resultados de uma avaliação de usabilidade.

Deste modo, a avaliação de usabilidade deve ser organizada a partir de uma metodologia de projeto. A norma ISO 14 598 propõe uma condução para a montagem de projetos de avaliação com uma estrutura similar a aqui proposta, prevendo etapas de:

- análise : identificação dos requisitos da avaliação;
- projeto preliminar : seleção das técnicas aplicáveis;
- projeto detalhado : configuração das técnicas;
- implementação : realização da avaliação;
- documentação : elaboração do relatório;
- validação : confronto entre os resultados esperados e obtidos com a avaliação.

Na etapa inicial de análise de requisitos deve-se verificar o que se tem como recursos disponíveis (dinheiro, pessoal, especialistas, usuários, tempo, versão do software, ferramentas e equipamentos) e quais são os resultados esperados da avaliação (ver tópico 7.2).

Com base nesta análise, faz-se, na etapa de projeto preliminar da avaliação, uma definição sobre quais técnicas são as mais adequadas. Esta pode se tornar uma tarefa complexa, na medida em que se trata de uma decisão com múltiplas variáveis e uma solução, que pode envolver uma combinação de técnicas, depende da quantidade de recursos materiais e humanos disponíveis e dos tipos de resultados esperados para a avaliação.

A etapa de projeto detalhado envolve a configuração das técnicas selecionadas para a avaliação. Nesta etapa são detalhados parâmetros como, por exemplo, número de especialistas que irão realizar uma avaliação heurística, abordagem de varredura, critérios prioritários, checklists para inspeção de usabilidade, número de usuários a observar, local de realização dos ensaios (em laboratório ou em campo), scripts de tarefas e cenários, tempo dos ensaios, etc.

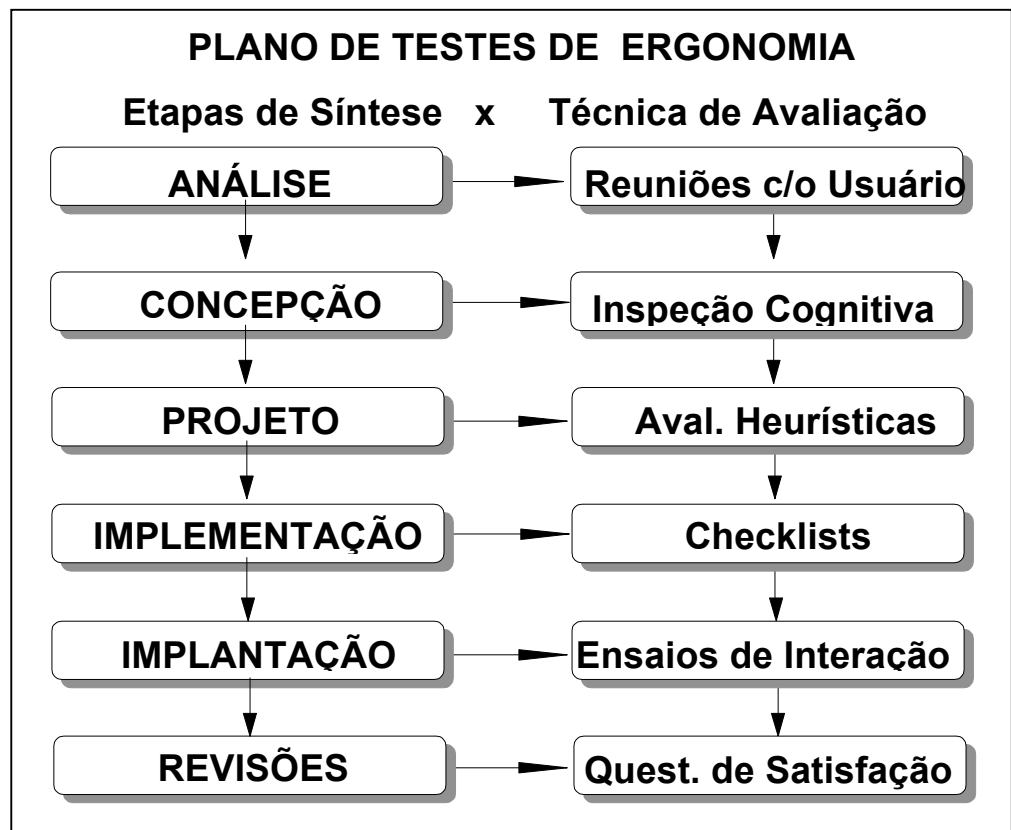
Na implementação, a avaliação é realizada. Seguindo as indicações de cada técnica, coletam-se os dados, identificam-se os problemas, que são categorizados e priorizados.

A etapa de documentação envolve a elaboração do relatório da avaliação. Este deve incluir uma apresentação do contexto e dos requisitos da avaliação realizada, as ferramentas empregadas e os problemas identificados, categorizados por critério, tarefa ou componente de IHC, e priorizados. Dependendo dos requisitos da avaliação, pode ser necessário anexar à descrição do problema propostas de melhorias que sejam evidentes.

Na etapa de validação do processo de avaliação verifica-se se os requisitos esperados para a atividade foram efetivamente alcançados. Esta retro-alimentação sobre o que deu, e sobre o que não deu certo durante a realização dos testes é fundamental para garantir o sucesso de novos projetos de avaliação.

9.8 Plano de Testes

Um plano de testes refere-se a diversos projetos de avaliação, um para cada etapa do desenvolvimento ou versão intermediária do software interativo. Trata-se da combinação de técnicas para testar o projeto e a implementação do sistema, da forma mais abrangente possível, dentro das limitações de recursos disponíveis. Ele deve prever, para cada versão intermediária do sistema, mesmo que não passe de um conjunto de idéias, qual o tipo de teste apropriado, quais as condições (casos) de teste e quais os resultados admitidos. A figura abaixo mostra uma estratégia de validação ergonômica possível.



10. A NORMA ISO 9241

A norma ISO 9241 trata do trabalho de escritório informatizado através do uso de planilhas eletrônicas e de processadores de textos, entre outros aplicativos. Não estão incluídos os aplicativos de projeto auxiliado por computador e de controle de processos (CAD-CAM), bem como as interfaces que usem estereoscopia ou realidade virtual. Não são abordados aspectos da emissão de radiações ou segurança elétrica dos equipamentos, cobertos pelas normas IEC.

Esta norma internacional se destina aos profissionais encarregados de garantir um trabalho de escritório seguro e efetivo com os computadores. Seu objetivo é promover a saúde e a segurança de usuários de computadores e garantir que eles possam operar estes equipamentos com eficiência e conforto. Isso requer um projeto cuidadoso dos terminais de computadores, dos locais de trabalho e do ambiente nos quais eles são usados, assim como da organização e do gerenciamento do próprio trabalho. As considerações da ergonomia são importantes no projeto de qualquer equipamento usado por seres humanos, mais especialmente quando este uso é intensivo ou se a precisão e a velocidade forem fatores críticos. Os computadores e seus terminais de vídeo formam uma parte significativa do trabalho de escritório e muito freqüentemente determinam o desempenho do usuário em suas atividades.

De uma maneira geral as recomendações que constam da ISO 9241 foram definidas por evidência empírica e a partir da revisão da literatura existente, sendo então generalizadas e formuladas em termos de requisitos para o uso de projetistas e avaliadores de interfaces. O comitê técnico TC-159, que se ocupa de ergonomia, e em particular o sub-comitê SC 4, que se ocupa da ergonomia da interação homem-sistema, organizaram a ISO 9241 em um conjunto de 17 partes, cada uma lidando com diferentes aspectos do trabalho em escritórios informatizados.

- Parte 1: Introdução geral.
- Parte 2: Condução quanto aos requisitos das tarefas.
- Parte 3: Requisitos dos terminais de vídeo.
- Parte 4: Requisitos dos teclados.
- Parte 5: Requisitos posturais e do posto de trabalho.
- Parte 6: Requisitos do ambiente.
- Parte 7: Requisitos dos terminais de vídeo quanto as reflexões.
- Parte 8: Requisitos dos terminais de vídeo quanto as cores.
- Parte 9: Requisitos de dispositivos de entrada, que não sejam os teclados.
- Parte 10: Princípios de diálogo.
- Parte 11: Orientações sobre usabilidade.

- Parte 12: Apresentação da informação.
- Parte 13: Orientações ao usuário.
- Parte 14: Diálogos por menu.
- Parte 15: Diálogos por linguagem de comandos.
- Parte 16: Diálogos por manipulação direta.
- Parte 17: Diálogos por preenchimento de formulário.

No que se refere ao equipamento, as recomendações tratam somente dos fatores que afetem o desempenho dos usuários e estejam menos sujeitos às variações do estado da tecnologia. Para medir este desempenho a ISO 9241 fornece indicações sobre: as características do equipamento que são importantes sob o ponto de vista ergonômico, como medir ou avaliar estas características, que equipamento de teste utilizar, como formar uma amostra de usuários apropriada, que condições experimentais montar e qual o nível de desempenho esperar. Como nem sempre é possível realizar estes testes, a ISO 9241 traz recomendações que podem ser utilizadas de modo prescritivo, simplesmente auxiliando na busca dos níveis esperados de desempenho humano.

As 8 partes que se referem às interfaces de software já são normas internacionais e encontram-se em fase de tradução para compor uma norma brasileira correspondente. De fato, a Comissão de Estudos da ABNT para ergonomia de software foi instalada em julho de 1999 e prepara-se para lançar a parte 1 da norma brasileira.

A parte 10 define os 7 princípios de projeto que segundo o comitê técnico que elaborou esta norma ISO podem levar a uma interface humano-computador ergonômica. São eles a adequação à tarefa, a auto-descrição, a controlabilidade, a compatibilidade com as expectativas do usuário, a tolerância à erros, a adequação para a individualização e a adequação para a aprendizagem. Para cada princípio de projeto são apresentadas recomendações gerais com exemplos específicos.

A parte 11 refere-se a especificação da usabilidade dos sistemas, definida como aquelas características que permitem que o usuário alcance seus objetivos e satisfaça suas necessidades dentro de um contexto de utilização determinado. Desempenho e satisfação do usuário são especificados e medidos a partir do grau de realização de objetivos perseguidos na interação (eficácia), pelos recursos alocados para alcançar estes objetivos (eficiência) e pelo grau de aceitação do produto pelo usuário (satisfação). Esta parte da norma ISO 9241 reforça a idéia de que a usabilidade depende do contexto de utilização, e que o nível de usabilidade atingido será função das circunstâncias particulares de utilização do produto. O contexto de utilização compreende os usuários, as tarefas, o equipamento (hardware, software e documentos) e os ambientes físicos e sociais suscetíveis de influenciar a usabilidade de um produto

dentro de um sistema de trabalho. As medidas de desempenho e de satisfação dos usuários avaliam a qualidade do sistema de trabalho com todas as suas interligações. Qualquer mudança como treinamento adicional ou melhoria de iluminação forçam uma reavaliação da usabilidade do sistema.

A norma ISO 9241-12 lida com a apresentação visual das informações através de terminais de vídeo. Ela traz princípios gerais para a apresentação da informação e se refere tanto a organização da informação nas telas quanto ao uso de técnicas de codificação individual. Suas recomendações referem-se à: janelas, áreas de entradas e saídas, grupos, listas, tabelas, rótulos, campos, cursores, aspectos sintáticos e semânticos de códigos alfanuméricos, abreviaturas, codificação gráfica, códigos de cores e outras técnicas de codificação visual.

A parte 13 se refere à condução ao usuário, vista como o conjunto de informações suplementares, portanto adicionais ao diálogo habitual entre homem-máquina, que são fornecidas sob comando do usuário ou automaticamente pelo sistema. Os elementos do sistema de condução incluem os convites, o feedback, as informações sobre o estado do sistema, a gestão de erros e a ajuda em linha. Eles auxiliam a interação do usuário com o sistema evitando a carga de trabalho mental inútil, fornecendo aos usuários um meio de gestão de erros, além de uma assistência adequada ao seu nível de competência. As recomendações contidas nesta norma se referem a situações típicas envolvendo necessidades específicas de informações e de ações.

As partes 14 a 17 se referem a estilos de diálogo; por menu, por linguagem de comandos, por manipulação direta e por preenchimento de campos. As normas fornecem uma estrutura de recomendações referentes a pertinência destes estilos de diálogo, sobre como realizá-los em seus diferentes aspectos e como avaliá-los.

Assim por exemplo os diálogos por menus, tratados pela parte 14 são aplicáveis quando o uso da aplicação não é freqüente e quando o conjunto de opções de comandos é muito grande para confiá-lo à memória de um usuário com um mínimo de treinamento, sem prática de digitação e com pouca ou nenhuma experiência com o sistema. As recomendações ergonômicas que estão incluídas nesta parte da norma se referem a estrutura dos menus, a navegação dentro desta estrutura, a seleção e execução de opções de menu.

A parte 15, trata dos diálogos por linguagem de comandos, que se aplicam quando a tarefa requerer um rápido acesso a funções específicas do sistema, onde é impossível fazer prognósticos em termos das escolhas das ações que o usuário vá precisar e onde os dados ou opções de comandos possam ser introduzidos em ordem arbitrária. Por seu lado o usuário

precisa receber um treinamento formal, fazer uso freqüente do sistema e mostrar habilidades de datilógrafo. As recomendações referem-se a estrutura e sintaxe dos comandos, a suas representações e as entradas e saídas com este estilo de diálogo.

Os diálogos por manipulação direta, assunto tratado pela parte 16, se aplicam quando as entradas forem de difícil descrição e onde possa existir a possibilidade de construir metáforas com os objetos do mundo físico que facilitem a visualização do sistema. Os recursos dos equipamentos, em termos de resolução e velocidade de tratamentos gráficos devem permitir apresentações e feedback eficientes. O usuário a quem se destina este tipo de diálogo não apresenta habilidades de digitação e prefere as representações gráficas às textuais. As recomendações da norma se referem a aparência e a manipulação de objetos gráficos, de texto, de controle e de janelas.

A parte 17 trata dos diálogos por preenchimento de formulários, aplicáveis quando as entradas do sistema forem predominantemente de dados, com uma estrutura rígida e com poucos comandos. Os usuários deste tipo de diálogo não precisam de treinamento específico e suas habilidades de datilógrafo podem ser moderadas. As recomendações se referem a estrutura dos formulários, as entradas, ao feedback e a navegação pelos campos.

10.1 Verificando as qualidades ergonômicas através da ISO-9241

Para realizar uma avaliação segundo as partes desta norma internacional, os analistas devem, antes de tudo, ler a norma e suas correlatas, conhecer o produto de software, o usuário, a tarefa, o ambiente e o sistema de trabalho que o produto pretenda apoiar. O próximo passo é estabelecer uma lista de tarefas a serem usadas na avaliação (as mais importantes e as mais freqüentes, por exemplo) e aplicar a norma. Para tanto duas abordagens são examinadas. Na abordagem aconselhada o avaliador utiliza o produto para escolher uma lista de tarefas e observa o usuário realizando estas tarefas. Cada elemento do sistema em análise será verificado contra as recomendações desta norma (ex. condução ao usuário: convites, informações sobre o estado, feedback, mensagens de erros e ajuda em linha). Convém que os resultados sejam registrados segundo as rubricas: requisitos inaplicáveis, aplicáveis e seguidos, aplicáveis mas não seguidos. Na outra abordagem sugerida, o próprio avaliador utiliza o produto e estuda os elementos do sistema durante esta utilização.

A conformidade à norma ISO 9241 é definida a partir dos resultados de duas análises; a de aplicabilidade do quesito e a

de aderência do sistema ao quesito. Muitos dos quesitos propostos pelas diversas partes desta norma de ergonomia de software são condicionais, isto é devem ser seguidas somente dentro de um contexto específico no qual elas são aplicáveis: tipos particulares de usuários, tarefas, ambientes e tecnologia. A norma prevê uma sistemática para justificar a definição da aplicabilidade de um quesito, que pode se dar pela evidência documentada sobre a tarefa, ou a partir da descrição do sistema ou por sua simples observação. A aplicabilidade pode ainda ser decidida com base na avaliação de um expert (avaliação analítica) ou a partir de procedimentos de testes com usuários finais (avaliação empírica). Por seu lado, uma decisão sobre a aderência do sistema ao quesito deve ser justificada através de diferentes métodos: por medição, evidência documentada, observação, avaliação analítica, avaliação empírica ou outro método.

Convém que o relatório da avaliação contenha as tarefas avaliadas, as recomendações aplicáveis e as recomendações seguidas.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barthet, M.-F. (1988). Logiciels interactifs et ergonomie: modèles et méthodes de conception (first ed.). Paris: Bordas.
- Bass, L., & Coutaz, J. (1991). Developing software for the user interface (first ed.). Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Bastien, C. & Scapin, D. (1993). Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standardisation issues. (Internal Report). INRIA
- Bastien, C. J. (1991). Validation des critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs. (Rapport de Recherche No. 1427). INRIA.
- Bodart, F., & Vanderdonckt, J. (1993a). Encapsulating Knowledge for Intelligent Automatic Interaction Objects Selection. In A. Wesley (Ed.), INTERCHI'93 - Human Factors in Computing Systems, 1 (pp. 424 - 429). Amsterdam: ACM Press.
- Bodart, F., & Vanderdonckt, J. (1993b). Guide Ergonomique de la présentation des applications hautement interactives. (1^o ed.). Namur, Belgique: Presses Universitaires de Namur.
- Brown, C. M. (1988). Human-computer interface design guidelines (first ed.). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Card, S., Moran, T. & Newell, A. (1983). The psychology of human-computer interaction (first ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chevalier, J. (1980). Dictionnaire des symboles (first ed.). Paris: Robert Laffont.
- Coutaz, J. (1990). Interfaces homme-ordinateur: conception et réalisation. (first ed.). Paris: Bordas.
- Damodaran, L. (1966). "User involvement in the systems design process - a practical guide for users." Behavior & Information Technology **15**(6): 363-377.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. & Beale, R. (1993). Human-Computer Interaction, Prentice Hall International (UK) Limited
- Fernandes, T.(1995). Global Interface Design: a guide to designing international user interfaces. Academic Press Inc.
- Foley, J. D. & V. D., A. (1984). Fundamentals of interactive computer graphics (first ed.). Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Hix, D. & Hartson, H. R. (1993). Developing User Interfaces: Ensuring usability through product & process. Wiley Professional Computing.
- Horton. W. (1994). The Icon Book; visual symbols for computer systems and documentation. John Wiley & Sons, Inc.
- IBM (1989). Systems Application Architecture, Common User Access: Advanced Interface Design Guide. In Boca Raton: International Business Machines Corp.
- ISO 9241 Part 1(1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 1 General Introduction ; International Standard ISO 9241-1
- ISO 9241 Part 2(1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 2 Guidance on task requirements ; International Standard ISO 9241-2

- ISO 9241 Part 3(1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 3 Visual display requirements ; International Standard ISO 9241-3
- ISO 9241 Part 10 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 10 Dialogue principles ; Draft International Standard ISO 9241-10
- ISO 9241 Part 11 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 11 Usability Statements ; Draft International Standard ISO 9241-11
- ISO 9241 Part 12 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 12 Presentation of information ; Draft International Standard ISO 9241-12
- ISO 9241 Part 13 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 13 User guidance ; Draft International Standard ISO 9241-13
- ISO 9241 Part 14 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 14 Menu dialogues ; Draft International Standard ISO 9241-14
- ISO 9241 Part 15 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 15 Command dialogues ; Draft International Standard ISO 9241-15
- ISO 9241 Part 16 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 16 Direct Manipulation dialogues ; Draft International Standard ISO 9241-16
- ISO 9241 Part 17 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 17 Form filling dialogues ; Draft International Standard ISO 9241-17
- Laville, A. (1977). *Ergonomia* (First ed.). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
- Loshe, G., Walker, N., Biolsi, K., & Rueter, H. (1991). Classifying Graphical INFORMATION. *Behaviour and INFORMATION Technology*, 10(5), 419-436.
- Martin, J. (1992). *Hyper documentos e como criá-los*. Editora Campus.
- Muller M.J., H. J. H., Dayton T. (1997). Participatory Pratices in the Software Lifecycle. Handbook of Human-Computer Interaction. M. Helander, Landauer, T.K., Prabhu, P.: 255-297.
- Norman, D. A. (1984). Cognitive engineering principles in the design of human-computer interfaces. In G. Salvendy (Eds.), *Human Computer Interaction* Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- OSF (1990). *Motif Style Guide* (1.1 ed.). Cambridge, MA: Open Software Foundation.
- Pollier, A. (1991). *Evaluation d'une interface par des ergonomes: diagnostics et stratégies* (Rapport de Recherche No. 1391). INRIA.
- Powell, E.J. (1990). *Designing User Interfaces*, Data Based Advisor Series, Ed. Lance A. Leventhal, Microtrend Books
- Ravden, S., & Johnson, G. (1989). *Evaluating usability of human-computer interfaces* (first ed.). Chichester: Ellis Horwood Limited.
- Richard, J.-F. (1983). *Logique du fonctionnement et logique d'utilisation* (Rapport de Recherche No. 202). INRIA.
- Richard, J.-F., Bonnet, C., & Ghiglione, R. (1990). *Traité de Psychologie Cognitive : perception, action, langage*(première ed.). Paris: Bordas.
- Rivlin, C., Lewis, R., & Davies-Cooper, R. (1990). *Guidelines for Screen Design* (first ed.). Cambridge: Blackwell scientif Publications.

- Rogers, Y. (1989). Icons at the Interface: Their Usefulness. *Interacting with Computers*, 1(1), 105-117.
- Sacre, B., Sacre-Provot, I., & Vanderdonckt, J. (1992). Une description orientée objet des objets interactifs abstraits utilisés en interfaces homme-machine. (rapport IHM/Ergo No. 10). Facultés Universitaires Notre-Dame de La Paix - Institut d'Informatique - Projet Trident.
- Scapin, D. L. (1986). Guide ergonomique de conception des interfaces homme-machine. (Rapport de Recherche No. 77). INRIA - Rocquencourt - France.
- Scapin, D.L. et al. (1988) - La conception ergonomique d'interfaces: problèmes de méthodes, Rapports de Recherche , Rocquencourt, France: INRIA.
- Scapin, D.L. (1989a) - Guidelines for user-interface design: Knowledge collection and Organisation, Technical Report TR.D12.1 Version Date 30/12/1989, Rocquencourt, France: INRIA.
- Scapin, D. L. (1989b) - MAD: Une méthode analytique de description des tâches. IN: Colloque sur l'ingénierie des interfaces homme-machine, Sophia-Antipolis, France, INRIA
- Scapin, D. L. (1990d). Organizing human factors knowledge for the evaluation and design of interfaces. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2(3), 203-229.
- Scapin, D.L. (1990a) - Decyphering human-factors recommendations, IN: Karwowski, W. & Rahimi, M. (Eds). *Ergonomics of hybrid automated Systems II*, Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- Scapin, D.L. (1990b) - Des critères ergonomiques pour l'évaluation et la conception d'interfaces. IN: Actes du Congrès de la SELF, Montréal.
- Sebillotte, S. (1991). Décrire des tâches selon les objectifs des opérateurs: de l'interview à la formalisation (Rapport de Recherche No. 125). INRIA.
- Shneiderman, B. (1987). *Designing the User Interface: strategies for effective human-computer interaction* (first ed.). Addison-Wesley Publishing Company.
- Smith, S. (1986). Standards versus guidelines for designing user interface software. *Behaviour and Information Technology*, 5(1), 47-61.
- Smith, S. L., & Mosier, J. N. (1986). Guidelines for designing user interface software No. ESD-TR-86-278). The MITRE corporation.
- Valentin, A., & Lucongsang, R. (1987). *L'ergonomie des logiciels* (first ed.). Paris: ANACT.
- Valentin, A., Vallery, G & Lucongsang, R. (1993). *L'évaluation ergonomique des logiciels; une démarche interactive de conception* (first ed.). Paris: ANACT.
- Winograd, T., & Flores, F. (1986). *Understanding computers and cognition: a new foundation for design* (first ed.). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.