UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

REFERENCIAIS PARA PROJETISTAS E USUÁRIOS DE INTERFACES DE COMPUTADORES DESTINADAS AOS DEFICIENTES VISUAIS

Autor: José Oscar Fontanini de Carvalho

Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Mascia Daltrini

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por José Oscar Fontanini de Carvalho e aprovada pela Comissão Julgadora em 05 / 10 / 94.

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

CAMPINAS - SP
Setembro de 1994

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

À todos os meus professores, da Professora Aparecida à Bia e Geraldina, por tudo o que me ensinaram.

Aos meus alunos, que me obrigaram a organizar o que aprendi.

AGRADECIMENTOS

Neste momento, em que paro para pensar em todas as pessoas e entidades que contribuiram para a realização deste trabalho, fico surpreso com a quantidade e, ao mesmo tempo, feliz por poder contar com tantas pessoas interessadas em contribuir, de alguma forma, para a solução de problemas de outras. A todos, nesse momento, expresso meus agradecimentos.

À Beatriz Mascia Daltrini e Geraldina Porto Witter, pessoas muito especiais, que mostraram que os seus conhecimentos científicos só eram ultrapassados pelas suas qualidades humanas.

Aos meus alunos Alberto Cezar Junqueira, Alexande Alves Toco e Patrícia da Silva Machado, pela contribuição valiosa e por me aturarem até aos domingos.

À minha melhor amiga Rita de Cássia Souza Fontanini de Carvalho, minha esposa, pelo incentivo, apoio e paciência.

Aos meus filhos Aline, Gisele e Rodrigo, pela compreensão adulta, muito difícil de ser encontrada nas crianças.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, Angela de Mendonça Engelbrecht, João Luis Garcia Rosa, Maria Cristina Luz Fraga Moreira Aranha, Otávio Roberto Jacobini e Ricardo Pannain, por criarem uma redoma ao meu redor, filtrando todos os problemas do meu dia-a-dia, para que eu pudesse me concentrar neste trabalho.

À Alaide Mammana, Antonio Carlos Barqueiro, Carlos Alberto Franco Lima, Celso Leonel, Daniele Vasconcellos Fonseca, Domingos Sessa Neto, Eliana Cabral Mendes, Fernando Fernandes Duarte Souza, Fernando José Brito de Souza, Heitor Roberto Francisco Ramáglia, Leandro Duprat, Luiz Carlos Baptista Araújo, Luiz Carlos Guilherme, Luiz Eugênio Pestana, Luiz Fernando Manarini, Marcus Leite Luders, Marcos Miguel Morandi, Maria Angélica Osório Fracasso, Paulo Cândido de Almeida, Regina Cezarino Govoni, Reinaldo Cândido Almeida, Renato Silveira Bello Stucchi, Rita de Cássia Jetto Montilha, Romilda Aparecida Rodrigues, Roseli Aparecida Fernandes, Sérgio Ramos de Faria e Theodoro Jansen, pelas contribuições e informações não menos importantes.

À PUCCAMP e ao PJCDT/CAPES pelo apoio.

Campinas, setembro de 1994.

José Oscar Fontanini de Carvalho

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é fornecer referenciais para projetistas e usuários de interfaces de computadores, destinadas aos deficientes visuais. Para tanto, principia com uma explanação da importância das interfaces homem-computador no desenvolvimento de sistemas computacionais e dos fatores (humanos, software e hardware) envolvidos nos projetos das mesmas, sempre destacando o usuário como elemento principal dos sistemas. Porém, a literatura existente sobre as interfaces homem-computador não se aplica, diretamente, aos problemas da interação dos deficientes visuais com tais equipamentos, como será descrito no decorrer do trabalho, baseado em literatura especializada. Com o propósito de auxiliar os projetistas que desejam desenvolver e os usuários que desejam adquirir interfaces de computadores acessíveis aos deficientes visuais, são apresentados 74 referenciais, obtidos através da compilação de diretrizes e guias para interfaces em geral e para interfaces (de produtos de consumo, hardware e software), específicas para deficientes visuais. Para comparar o que foi apresentado, até então baseado em informações de outros paises, com a realidade encontrada no Brasil, foi feita uma pesquisa na forma de questionário, com sujeitos deficientes visuais profissionais da área de informática, que atuam em empresas no Estado de São Paulo, cujos resultados também são apresentados no decorrer do trabalho. Finalmente, segue um anexo com informações sobre alguns dispositivos de interação para computadores, destinados aos deficientes visuais, encontrados no mercado internacional, com a intenção de divulgar tais informações pouco conhecidas pela comunidade dos deficientes visuais brasileira.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to supply references for designers and users of computer interfaces for visually impaired persons. To do this, the paper begins with an explanation on the importance that human-computer interfaces have on computational systems and on the factors (human, software and hardware) involved in their design, always pointing out the user as the main element of the systems. However, the existing bibliography on human-computer interfaces does not apply directly to the problems of the visually impaired person's interaction with such equipment, as will be described along the text, based on specialized literature. With the purpose of helping those designers who wish to develop such interfaces and the users wishing to acquire computer interfaces which visually impaired persons may access, 74 guidelines are presented. They were obtained by compiling the standards and guidelines for interfaces in general and for specific interfaces (consumer products, hardware and software) for visually impaired persons. To compare what was presented, based on information from other Countries, with the reality found in Brazil, a survey was done, in the form of a questionaire, for visually impaired professionals in the area of data handling and processing, working in companies in the state of São Paulo, results which are also presented in this thesis. Finally, an appendix presents data on some devices of computer interaction designed to visually impaired persons, as found on the international market, having the intention of propagating such information which is little known by the Brazilian visually impaired community.

Sumário

1- INTRODUÇÃO 1

2- INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR 6

2.1- INTERAÇÃO HOMEM-COMPUTADOR 6

2.2- AS INTERFACES 7
2.2.1- DEFINIÇÕES 8
2.2.2- A EVOLUÇÃO DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR 11
2.2.3- AS TENDÊNCIAS DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR 16
2.2.4- A IMPORTÂNCIA DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR 20

2.3- O HOMEM 22
2.3.1- FATORES HUMANOS 22
2.3.1.1- DEFINIÇÃO E TAXONOMIA 23
2.3.2- ASPECTOS MENTAIS 27
2.3.2.1- MODELO DESCRITIVO DO FUNCIONAMENTO DA MENTE 28
2.3.2.2- TEORIA DA AÇÃO 30
2.3.2.3- MODELOS MENTAIS 37

2.4- O COMPUTADOR 39
2.4.1- O SOFTWARE 39
2.4.2- O HARDWARE 52
2.4.2.1- FEEDBACK 52
2.4.2.2- A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO 54
2.4.2.3- TIPOS DE DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO 55

3- INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR DESTINADAS AOS DEFICIENTES VISUAIS 69

3.1- OS DEFICIENTES VISUAIS 70
3.1.1- LIMITAÇÕES FUNCIONAIS DOS DEFICIENTES VISUAIS E PROJETOS ACESSÍVEIS 72

3.2- AS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR E OS DEFICIENTES VISUAIS 74
3.2.1- A EVOLUÇÃO DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR E AS DIFICULDADES NA UTILIZAÇÃO DE HARDWARE, SOFTWARE E DOCUMENTAÇÃO PELOS DEFICIENTES VISUAIS 75
3.2.2- O QUE TEM SIDO FEITO PARA OS DEFICIENTES VISUAIS 78
3.2.3- TIPOS DE SISTEMAS DE INTERAÇÃO DEFICIENTE VISUAL-COMPUTADOR 81
3.2.4- O QUE PODE SER FEITO PARA FACILITAR O ACESSO AOS COMPUTADORES PELOS DEFICIENTES VISUAIS 87

4- REFERENCIAIS PARA PROJETISTAS E USUÁRIOS DE INTERFACES DE COMPUTADOR DESTINADAS AOS DEFICIENTES VISUAIS 89

4.1- TIPOS DE REFERENCIAIS 90

4.2- MÉTODO UTILIZADO NA ELABORAÇÃO DOS REFERENCIAIS 92

4.3- OS REFERENCIAIS 94

4.4- CONCLUSÕES A RESPEITO DOS REFERENCIAIS 107

5- INFORMÁTICA PARA DEFICIENTES VISUAIS: UM ESTUDO EM SÃO PAULO 109

5.1- MÉTODO 110
5.1.1- SUJEITOS 110
5.1.2- MATERIAL 113
5.1.3- PROCEDIMENTO 113

5.2- RESULTADOS 114
5.2.1- FORMAÇÃO ESCOLAR DOS SUJEITOS 114
5.2.2- FORMAÇÃO TÉCNICA EM INFORMÁTICA DOS SUJEITOS 115
5.2.3- ATUAÇÃO PROFISSIONAL DOS SUJEITOS 117
5.2.4- EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PELOS SUJEITOS 121

5.3- CONCLUSÕES SOBRE A PESQUISA 129

6- CONCLUSÕES 132

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 137

ANEXOS 145

ANEXO I - TABELA DE PREVALÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS VISUAIS EM INDIVÍDUOS IDOSOS 146

ANEXO II - QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS SUJEITOS 148

ANEXO III - DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO PARA COMPUTADORES DESTINADOS AOS DEFICIENTES VISUAIS ENCONTRADOS NO MERCADO INTERNACIONAL 151

Lista de Figuras

Figura 1 - Visualizando a interface do usuário 10

Figura 2 - Taxonomia para fatores humanos 26

Figura 3 - O golfo da execução e o golfo da avaliação 33

Figura 4 - Ligando os golfos da execução e da avaliação 34

Figura 5 - Os sete estágios de atividades do usuário, envolvidos na execução de uma ação 36

Lista de Quadros

Quadro 1 - Aspectos de uma atividade 32

Quadro 2 - Classificação de dispositivos de acordo com funções de interação 56

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Prevalência de deficiências visuais sérias em indivíduos com idades iguais e superiores a 65 anos, nos Estados Unidos da América, nas décadas de 1960 a 2020 147

Tabela 2 - Amostragem dos sujeitos por setor empresarial 111

Tabela 3 - Caracterização dos sujeitos 112

Tabela 4 - Formação dos sujeitos 114

Tabela 5 - Tabulação dos dados de formação técnica em informática dos sujeitos 116

Tabela 6 - Dados profissionais dos sujeitos 118

Tabela 7 - Dados profissionais dos sujeitos 119

Tabela 8 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: ambiente e interfaces disponíveis 122

Tabela 9 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: ambiente e interfaces disponíveis 123

Tabela 10 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: interfaces 124

Capítulo 1

Introdução

O avanço tecnológico transformou o computador em uma ferramenta cada vez mais indispensável às atividades humanas. É difícil encontrar um ambiente onde o computador não esteja presente, de maneira direta ou indireta, e em muitos casos as pessoas são praticamente obrigadas a acessarem-no para que possam alcançar algum intento, ou, pelo menos, para que possam ter algum conforto adicional que as pessoas incapazes de acessarem-no não terão.

Tal fato é facilmente verificado nas atividades mais simples do dia-a-dia das pessoas, como na obtenção de serviços bancários, na compra de mercadorias em supermercados, na utilização de cartões de créditos para pagamentos e até mesmo no manuseio de certos eletrodomésticos, entre outras. As escolas de primeiro e segundo grau (principalmente as particulares), estão incluindo o computador como mais um recurso de apoio ao ensino, colocando-o na mesma categoria dos livros ou filmes educativos. Não se concebe uma instituição de nível superior que não possa permitir aos seus alunos o amplo acesso aos computadores. Está se tornando cada vez mais frequente a exigência de conhecimentos básicos de informática, como pré-requisito para obtenção de empregos em cargos menos especializados nas empresas. A máquina de escrever está praticamente substituida pelos computadores.Quando se trata das atividades de lazer, o computador assume um papel quase sem precedentes, na forma de vídeo games, jogos e softwares de todas as espécies para todos os gostos e idades. A própria menção da palavra software não causa mais qualquer tipo de espanto, não necessitando de maiores explicações, pois já faz parte do vocabulário da maioria das pessoas.

Um fator importantíssimo que deve ser considerado como resultado do avanço tecnológico na área de informática é a rapidez com que o custo dos equipamentos da área diminui, tornando-os cada vez mais acessíveis à população.

O fato é que o computador já está integrado na vida das pessoas e sem ele será cada vez mais difícil a adaptação das mesmas na sociedade moderna. Pode-se dizer que, com tudo isto, uma grande parte da sociedade está sendo amplamente beneficiada e o benefício será mais amplo na medida em que mais pessoas consigam ter acesso aos equipamentos de informática.

O fator que restringe o acesso a tais equipamentos não é apenas o financeiro, pois a dificuldade encontrada por certas pessoas em acessar os computadores, por falta de treinamento ou habilidade, é um fator restritivo tão importante, que faz com que um grande número de cientistas e técnicos se dediquem a desenvolver projetos que facilitem o acesso aos computadores, por pessoas com pré-requisito cada vez menor. O objetivo destes estudiosos é proporcionar, às pessoas, interfaces de computadores que tornem o acesso à eles tão simples, que qualquer pessoa sem o mínimo conhecimento prévio, habilidade ou nível de instrução possa acessá-los.

Com referência à importância das interfaces nos projetos de sistemas para computadores, Carvalho e Daltrini (1993, p. 3) afirmam que:

"Mesmo nos dias atuais, é muito significativa a quantidade de projetistas que concentram muito mais esforços na tentativa de desenvolver um produto de excelente qualidade técnica, do que na elaboração de uma interface que cause satisfação ao seu usuário, esquecendo-se, muitas vezes, de que para o usuário, que não conhece o conteúdo da caixa preta sistema, a interface é sua única interação com o produto em questão.

Quantos sistemas podem ser apontados como praticamente perfeitos, tecnicamente falando, atendendo a todas as recomendações e exigências das mais modernas técnicas da engenharia de manufatura de software, porém, quando instalados para o usuário (apesar de seu acompanhamento durante o desenvolvimento do projeto), fracassam no uso do dia-a-dia. Os usuários simplesmente os rejeitam, e para tanto, encontram mil e uma justificativas. No caso dos software prontos (pacotes), isto se torna muito mais enfático, e pode-se até afirmar que este fator seja a diferença entre o sucesso ou insucesso de vendas do produto."

O desenvolvimento adequado das interfaces entre o homem e o computador, no entanto, se torna uma tarefa complexa devido ao elemento humano das mesmas. Pela sua complexidade, o estudo das características envolvidas em tal interação exige uma abrangência multidisciplinar, englobando conhecimentos de várias áreas ligadas aos fatores humanos, além da computação.

Outro fator de complexidade aparece como resultado de ser a área de estudos das interfaces entre o homem e o computador muito recente, apresentando informações com diferentes abordagens sobre o tema.

Apesar das insistentes recomendações direcionadas aos fatores humanos, nos projetos das interfaces para computadores, existe, no entanto, uma parte da população que mesmo com os atuais avanços tecnológicos podem ficar fora de tal contexto, caso os projetistas de interfaces não as levem em consideração, são os deficientes físicos. É a este caso em particular, dos deficientes físicos, mais especificamentes dos deficientes visuais, que este trabalho se refere.

Muitas das soluções para projetos de interfaces, que possibilitam um maior acesso e conforto aos usuários de computadores, são exatamente as que passam a dificultar e, em alguns casos, impossibilitar o acesso aos mesmos pelos deficientes físicos. Um exemplo importante deste fato, que está ocorrendo atualmente, no caso dos deficientes visuais, é o advento das interfaces gráficas. As interfaces gráficas abrangem o conceito da inclusão de gráficos, desenhos, ícones e símbolos, em vez de textos, para o diálogo com computadores. Este conceito embora poderosíssimo, no que diz respeito à facilidade de comunicação para as pessoas sem problemas visuais, é extremamente restritivo para os deficientes visuais. Se tais indivíduos já enfrentavam um sério problema de acesso aos computadores, com a nova abordagem, das interfaces gráficas, passaram a enfrentar um problema ainda maior. As interfaces gráficas vieram para ficar, pelo menos por algum tempo, e são cada vez mais utilizadas para acesso aos computadores, impossibilitando a utilização dos mesmos pelos deficientes visuais, a menos que novas soluções possam ser apontadas para o caso.

Sem acesso aos computadores, os deficientes visuais encontrarão sérias dificuldades na adaptação ao dia-a-dia do mundo atual, na capacitação em cursos que vão do primeiro ao terceiro grau, na obtenção de empregos e até no lazer. Até mesmo os deficientes visuais que são profissionais da área de informática vêm encontrando dificuldades na interação com computadores, devido às novas tendências das interfaces homem-computador.

O objetivo deste trabalho é o de oferecer uma contribuição para minorar o problema de acesso aos computadores, pelos deficientes visuais no Brasil. A proposta é o fornecimento de referenciais, tanto para os projetistas de interfaces homem computador, que desejam facilitar o acesso a tais equipamentos pelos deficientes visuais, ampliando assim o universo de usuários de seus produtos, quanto para usuários deficientes visuais, que queiram adquirir computadores que possam ser acessados via interfaces especializadas.

Os fatores motivadores para a elaboração do trabalho foram as atividades de seu autor como docente da área de informática, que contava, em seu quadro de alunos, com deficientes visuais e como responsável pela aquisição de equipamentos de interface de computador para os citados alunos deficientes visuais. Foi um processo difícil para quem não possuia o menor conhecimento da problemática que envolve os deficientes visuais e que pode ser parcialmente verificada no decorrer dos capítulos aqui apresentados.

O segundo capítulo, a seguir, apresenta as interfaces entre o homem e o computador no sentido amplo do tema, sempre enfocando o ser humano como pricipal objetivo dos projetos de interface. O capítulo se divide em três partes que são abordadas separadamente, porém de forma integrada. A primeira parte discute o primeiro fator envolvido no tema interface homem-computador, que é a interface, apresentando a evolução, as tendências e importância da mesma. A segunda parte diz respeito ao segundo fator envolvido no tema, que é o homem, apresentando os fatores humanos, ergonômicos e cognitivos envolvidos no processo. A terceira parte diz respeito aos computadores, o terceiro fator envolvido no processo, e apresenta os aspectos relacionados aos dispositivos para interação com computadores.

O terceiro capítulo é direcionado aos deficientes visuais, proporcionando uma visão dos problemas relacionados a este tipo de deficiência física, seguida pelos problemas e soluções encontrados para o acesso aos computadores, por este segmento da população.

O quarto capítulo apresenta um conjunto de referenciais, que devem ser levados em conta por projetistas de interfaces para computadores, com o objetivo de aumentar a acessibilidade dos deficientes visuais aos computadores, e por indivíduos deficientes visuais que estejam interessados em acessar os computadores.

O quinto capítulo apresenta algumas considerações sobre o tema, baseadas na realidade tecnológica e social brasileira, apoiadas principalmente por questionários submetidos a deficientes visuais profissionais da área de informática em São Paulo. Este capítulo aponta para o Anexo III, que apresenta e comenta algumas características de algumas interfaces de computadores para deficientes visuais, disponíveis no mercado internacional, que podem ser adquiridas pelos usuários brasileiros de computadores.

Finalmente, o sexto e último capítulo apresenta uma discussão sobre o que foi abordado nos capítulos anteriores, algumas conclusões finais e sugestões sobre o tema em questão.

Capítulo 2

Interfaces Homem-Computador

O presente capítulo enfoca a relação entre o homem e o computador, mais precisamente o meio através do qual esta relação é mantida, ou seja, a interface entre eles. Inicialmente apresenta a área de estudos denominada interação homem-computador e em seguida, apresenta o tema interface homem-computador dividindo-o em três partes: as interfaces; o homem e o computador. Finalmente, conduz o assunto sob o ponto de vista do projetista de interfaces e discute técnicas de projetos e critérios de avaliação para as interfaces homem-computador.

2.1- INTERAÇÃO HOMEM-COMPUTADOR

Baecker & Buxton (apud Thakkar, 1990, p. 1) definem **interação homem-computador** como "*o conjunto de processos, diálogos, e ações através dos quais o usuário humano interage com um computador.*".

Não existe ainda uma concordância geral sobre a abrangência desta área de estudos, porém em 1992 a conceituada ACM (Association for Computing Machinery) publicou um currículo de referência para cursos de graduação na área de interação homem-computador, desenvolvido pelo Grupo de Desenvolvimento de Currículo (CDG) do seu Grupo de Interesse Especial em Interação Homem-Computador (ACM SIGCHI) (CDG, 1992). Na publicação é apresentada a seguinte definição (CDG,1992, p. 5) "*A interação homem-computador é uma disciplina que diz respeito ao projeto, avaliação e implementação de sistemas de computador interativos para uso humano e ao estudo dos principais fenômenos que os cercam*".

Do lado da máquina a publicação aponta o interesse da área pelo estudo de projetos de máquinas que não são passivas e mecânicas, deixando este aspecto para o campo mais abrangente dos fatores humanos.

A mesma publicação classifica a área como sendo interdisciplinar abrangendo disciplinas como: ciência da computação (aplicação, projeto e engenharia de interfaces humanas), psicologia (aplicação de teorias dos processos cognitivos e análise empírica do comportamento do usuário de computadores), sociologia e antropologia (interações entre tecnologia, trabalho e organização) e projeto industrial (produtos interativos). Devido ao fato da interação homem-computador estudar o homem e a máquina em comunicação é necessário, ao estudioso da área, o conhecimento tanto de máquinas como do ser humano. Pelo lado das máquinas a área requer conhecimento de técnicas de computação gráfica, sistemas operacionais, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento. Pelo lado do ser humano requer conhecimentos de teoria da comunicação, disciplinas de projeto gráfico e industrial, linguística, ciências sociais, psicologia cognitiva e desempenho humano. Além disto, é relevante que se tenha conhecimento de métodos de projetos e de engenharia..

Para se ter uma caracterização da interação homem-computador como um campo, deve-se pensar que a área se interessa pelo desempenho conjunto das tarefas executadas pelos seres humanos e pelas máquinas; pelas estruturas de comunicação entre o homem e a máquina; pela capacidade humana de usar máquinas (incluindo a facilidade de entendimento das interfaces); pelos algorítmos e programas da própria interface; pelos conceitos de engenharia aplicados ao projeto e construção de interfaces e pelo processo de especificação, projeto e implementação de interfaces. A interação homem-computador, desta forma, tem aspectos de ciência, engenharia e projeto.

Após definida a abrangência e objetivos da área da interação homem-computador, pode-se passar ao estudo das interfaces homem-computador que são os meios através dos quais se faz a interação homem-computador.

2.2- AS INTERFACES

Ao longo da história o homem foi criando máquinas cada vez mais sofisticadas. Os avanços da ciência e da tecnologia tornaram estes produtos cada vez mais complexos e capazes de proporcionar soluções a uma ampla variedade de problemas, melhorando a qualidade de vida dos seres humanos. Tais máquinas passaram a ter um papel tão importante no mundo moderno que várias áreas do conhecimento vieram a se preocupar com a inserção destas máquinas na vida do homem e com a forma com que ele se relaciona e pode tirar o melhor

proveito delas. Alguns aspectos desta problemática são aqui considerados, começando-se a delinear uma estrutura de referência a partir da própria interface.

2.2.1- DEFINIÇÕES

Antes de se falar nas interfaces homem-computador é necessário que se faça menção a uma área de interesse denominada **ergonomia de software**, o que implica em inicialmente retomar o tema ergonomia.

O significado da palavra **ergonomia** conforme apresentado pelo **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa** (Ferreira, 1986, p. 677) é: "*[De erg(o)- + -nomo(o)- + -ia.] S. f. Conjunto de estudos que visam à organização metódica do trabalho em função do fim proposto e das relações entre o homem e a máquina*".

Bullinger, Fähnrich & Ziegler (1987) descrevem a ergonomia de software da seguinte maneira:

- É um campo interdisciplinar que trata da análise, projeto e avaliação de sistemas de computadores interativos. A ergonomia de software interage com o projeto técnico de duas maneiras:

    - Novos desenvolvimentos tecnológicos são pinçados pela ergonomia de software para a obtenção de novas soluções para questões do uso de computadores.

    - A ergonomia de software pode proporcionar conceitos e critérios para o desenvolvimento de projetos orientados para o lado do usuário.

- Apresentam a seguinte definição de Shackel (apud Bullinger e outros, 1987, p. 308): "*... o estudo das aplicações dos fatores humanos a todos os aspectos da relação entre o ser humano, a máquina e o ambiente, que influencia diretamente a segurança, a eficiência, a aceitação e a satisfação no uso de tais sistemas.*".

- Ao definirem a abrangência da área de ergonomia de software, fazem referência à área de projetos da seguinte maneira(p. 309): "*... o trabalho abrange toda a especificação das ferramentas, das funções e da conceituação e ralização das diversas técnicas e formas de diálogo a serem usadas nos*

sistemas, assim como, eventualmente, o projeto das interfaces do usuário do sistema (leiaute de informação, agrupamento, codificação, etc.). Questões de projeto relativas a ferramentas de trabalho (teclados, monitores de vídeo, etc.), e também ao mobiliário necessário (cadeiras, mesas, etc.), podem ser consideradas de maneira periférica. O ambiente de trabalho (luz, som, atmosfera, etc.), também exerce constante influência sobre interface homem-máquina".

Como pode ser notado pelo exposto, a área de estudo da ergonomia de software abrange o estudo das interfaces entre o ser humano e o computador.

Para se definir melhor o significado da expressão interface homem-computador, ao se recorrer novamente ao **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa** (Ferreira, 1986, p. 957), encontra-se para o verbete **interface** a seguinte definição: "*[De inter- + face.] S. f.* ***1.*** *Fís. Superfície em que separa duas fases de um sistema.* ***2.*** *Dispositivo físico ou lógico que faz a adaptação entre dois sistemas.* ***3.*** *Proc. Dados. Interconexão entre dois equipamentos que possuem diferentes funções e que não poderiam se conectar diretamente como, p.ex., o modem [q. v.]*".

No Webster's Dictionary (Webster, 1987, p. 957) encontra-se: "*Superfície que existe entre duas partes da matéria ou espaço e forma sua fronteira comum.*".

Em outras palavras, interface é o nome que se dá a algo que serve de ligação entre dois sistemas, independente da estrutura dos mesmos. No caso de sistemas que se caracterizam pelo processamento de informações (sistemas cibernéticos), a interface serve como elo de comunicação (um tradutor de informações), entre ambos.

Carey (1988) define interface como um ponto de contacto entre duas entidades. Para ela as interfaces entre o computador e os seres humanos podem abranger várias características, incluindo o meio, o diálogo e as técnicas de manipulação.

A expressão **interface homem-computador** se refere a interface que serve de interconexão entre dois sistemas que trocam informações, sendo eles: de um lado o **computador** e de outro, o ser humano, aqui designado como **homem** no significado amplo da palavra.

De acordo com Hartson & Hix (1989), as expressões **diálogo homem-computador** e **interface homem-computador** - também conhecida como **interface do usuário** - são definidas separadamente para denotar, respectivamente, a comunicação entre um usuário humano e um sistema de computador e o meio para tal comunicação. Assim um **diálogo** é a troca de símbolos e informações (nos dois sentidos), observável entre o homem e o computador, ao passo que uma **interface** é o apoio de software e de hardware através do qual tal troca de símbolos ocorre. As duas expressões, no entanto, estão estreitamente ligadas no processo de desenvolvimento dos sistemas e são usadas como sinônimos, na maioria da literatura sobre o assunto.

Barfield (1993) se refere à expressão **interface do usuário** para definir um conjunto formado por: elementos que fazem parte de um sistema; elementos que fazem parte do usuário do sistema e métodos de comunicação de informações de um para outro.

Para ele, conforme pode ser notado em seu modelo na Fig 1 a seguir, a interface do usuário em um sistema é composta pelo próprio sistema, pelo usuário do sistema e pela maneira com que eles se interagem. Ela é composta pelas partes do sistema que foram projetadas para ficar aparentes (com a finalidade de serem manipuladas pelo usuário), e pelos modelos e impressões, que estão embutidos na mente do usuário (gerados para a interação com o sistema). Como resultante deste conjunto, existe uma divisão entre os elementos do sistema que fazem parte da interface do usuário e aqueles que dizem respeito às partes internas do sistema. A divisão entre a parte interna do sistema e a interface do usuário é algumas vezes difícil de ser percebida.

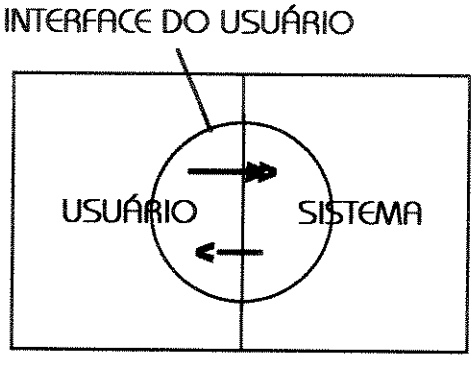

Fig. 1 - Visualizando a interface do usuário (adaptado da Fig 1.1 de Barfield, 1993).

Considerando o enfoque sistêmico, Mayhew (1992) define **interface usuário-computador** ("computer-user interface") como o meio ou mecanismo através do qual o ser humano, visto como um sub-sistema, se comunica com o computador, visto também como um sub-sistema.

Resumindo, **interface homem-computador** se refere ao conjunto (meio e métodos de comunicação, modelos mentais, software e hardware), que serve como intermediário para efetuar a troca de informação entre o ser humano e o computador e pode ser referenciado de várias maneiras na literatura técnica especializada.

2.2.2- A EVOLUÇÃO DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR

Apesar do fato de ser recente o interesse pelo campo que estuda as interações entre o homem e o computador, muito desenvolvimento já foi registrado nesta área, como é característica de praticamente todos os assuntos que giram em torno do computador. Muckler (1987, p. 3) cita: "*Em 1950, a interface homem-computador era completamente diferente da que nós vemos hoje...*". Tal desenvolvimento decorre não somente devido às rápidas transformações tecnológicas, envolvendo a máquina, mas também devido às transformações sociais, às mudanças de atitude face ao uso de tais equipamentos e até mesmo ao que já se conhece a respeito das interfaces em questão[1].

Para que se possa ter uma idéia do avanço na área, é interessante que se recorra à explanação sobre as gerações das interações entre o usuário e o computador, no decorrer dos tempos, feita por Walker (1990). Walker redefine a geração dos computadores sob o ponto de vista de como os usuários interagem com ele (afirmando ser este ponto de vista muito mais importante do que o de como eles foram construidos), em 5 gerações:

- Primeira geração - painéis com plugues, botões, mostradores e funcionamento dedicado:

  Composta pelos sistemas de tabulação e pelo ENIAC, desenvolvidos para resolver problemas específicos, por especialistas com conhecimento preciso e detalhado da operação do hardware. O usuário tinha uma relação

[1] Carey (1988), afirma que a área de interação homem-máquina tem sido a mais pesquisada das cinco áreas, em que se divide a área de fatores humanos (vide seção 2.3.1).

um a um com o computador, na sala do computador, operando-o através de chaves e botões. Pelo fato do usuário ser o operador da máquina e controlá-la com pouca ou nenhuma abstração, não havia qualquer mediação entre o computador e seu usuário especialista.

Nos anos cinqüenta, o modelo do usuário de um computador era o de um usuário individual, com o tempo totalmente dedicado para a máquina.

- Segunda geração - lotes de cartões de dados perfurados e entrada de dados remota ("RJE"):

A segunda geração introduziu muitos níveis importantes de mediação e abstrações entre o usuário e o hardware do computador. Provavelmente, a mudança mais importante foi a autonomia de tempo oferecida, pelo processamento em lotes, para o usuário que, até então, ficava o tempo todo em que durava o processamento de um programa, dedicado a operação do computador. As linguagens de controle de serviços ("job control languages - JCL"), controlavam as atividades dos computadores sem a necessária intervenção do usuário. Os lotes de cartões, as listagens de impressoras, os balcões de atendimento e os JCL formaram o ponto central da imagem do usuário dos sistemas de segunda geração.

- Terceira geração - tempo compartilhado via teletipo ("teletype timesharing"):

Os sistemas operacionais passaram, em sua maioria, a proporcionar a execução concorrente de múltiplos serviços, originando o conceito de compartilhamento do computador com uma grande comunidade de usuários, de maneira interativa. Os conceitos de produtividade de máquina (que ocasionaram a execução concorrente de programas), deram origem ao conceito de produtividade do usuário, através de uma maior interação conversacional do usuário com o computador, levando ao desenvolvimento dos sistemas de tempo compartilhado dos anos sessenta.

O uso de sistemas em tempo compartilhado proporcionou, aos usuários de sistemas em lotes, os mesmos serviços oferecidos anteriormente, porém acrescidos da facilidade da execução dos trabalhos de modo interativo, permitindo a monitoração de seus progressos de forma "on-line".

O dispositivo interativo (um terminal de impressão lento ou um teletipo com tela em ASCII), permitia o desenvolvimento de computação conversacional. O usuário digitava uma linha de entrada para o computador,

que imediatamente a processava e respondia com outra linha. No modo de interação conversacional, o usuário conversava com o computador da mesma forma que com outra pessoa, através de uma ligação teletipo a teletipo.

- Quarta geração - sistemas de menus:

  O desenvolvimento de terminais alfanuméricos rápidos e sofisticados permitiu que se pudesse apresentar, para o usuário, uma grande quantidade de informações de maneira quase que instantânea, possibilitando o desenvolvimento dos menus de escolhas, pelos quais os usuários podiam selecionar o ítem desejado, simplesmente pressionando uma ou duas teclas. Estes tipos de menus rapidamente se tornaram padrões para os sistemas de aplicações desenvolvidos para serem operados por pessoas não especializadas em computação.

- Quinta geração - controles gráficos e janelas:

  Alan Kay e outros pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Aprendizado do Centro de Pesquisa de Palo Alto da Xerox, perceberam que o desenvolvimento dos circuitos integrados monolíticos (que diminuiram o custo da memória do computador), dos processadores rápidos e baratos, das redes de dados e das técnicas de programação orientadas a objetos, poderiam permitir o desenvolvimento de uma forma, totalmente nova, de interação entre os usuários e os computadores, através de telas com gráficos bi-dimensionais, que permitiram a aplicação de muitas metáforas que com as tecnologias anteriores podiam ser apenas vagamente aproximadas da realidade. A tela do computador pode ser transformada em uma mesa de trabalho completa, com folhas de papel que podiam ser folheadas, contendo vários acessórios e recursos. A disponibilidade de um dispositivo apontador, como o "mouse", permitiu a seleção de objetos na tela, sem a necessidade da digitação de nomes ou da opção através dos menus, como nos sistemas anteriores.

Pressman (1992), entretanto, prefere classificar a evolução das interações entre o ser humano e o computador em apenas quatro gerações:

- Primeira geração - comandos e interfaces de perguntas ("query interfaces"):

  A comunicação é puramente textual e é feita via comandos e respostas às perguntas geradas pelo sistema.

- Segunda geração - menu simples:

  Uma lista de opções é apresentada ao usuário e a decisão apropriada é selecionada via algum codigo digitado.

- Terceira geração - orientada a janela, interfaces de apontar e apanhar ("point and pick interfaces"):

  Estas interfaces são algumas vezes referenciadas como interfaces "WIMP" ("windows, icons, menus, and pointing devices"). Trazem o conceito de mesa de trabalho ("desktop").

- Quarta geração - hypertexto e multitarefa:

  Esta geração (que para ele é a corrente), soma, aos atributos das interfaces de terceira geração, as técnicas de hipertextos[2] e multitarefas[3]. A quarta geração das interfaces está disponível na maioria das estações de trabalho e dos computadores pessoais atuais.

É interessante que se note que, apesar de tais avanços nos conceitos das interfaces entre os seres humanos e os computadores, é comum que se encontre no Brasil, sistemas atuais, altamente difundidos, que funcionam usando interfaces de primeira geração, como é o exemplo das versões do DOS encontrada na maioria dos microcomputadores do país. Outro ponto interessante, que pode ser observado, é a resistência de alguns usuários (principalmente os mais antigos), em usar interfaces do tipo WIMP, preferindo interfaces de primeira ou segunda geração. Tal fato faz com que o atual usuário dos computadores, tenha que conviver (e nem sempre pode optar), com pelo menos quatro tipos diferentes de interfaces homem computador, (Marcus, 1993):

- **CUI ("character-based user interface")** - São as interfaces fundamentadas em textos e caracteres alfanuméricos, fazendo uso da metáfora[4] de uma máquina de escrever ou de um teletipo. Fazem parte das primeiras gerações de interface homem computador.

---

[2] Conceito de documentos que possuem apontadores e sinalizadores opcionais, de palavras ou pontos, de um texto apontando para outros textos. Em outras palavras, se na leitura de um texto aparece uma palavra que não se conhece o significado, por exemplo, pode-se simplesmente apontá-la e o sistema de hipertexto expande na tela uma explanação completa do termo (Norman, Draper & Bannon, 1986, p. 491).

[3] Habilidade de executar uma quantidade de tarefas diferentes simultaneamente, do ponto de vista do usuário.

[4] Vide seção 2.4.1.

- **GUI ("graphical user interface")** - São as interfaces fundamentadas em gráficos e desenhos, fazendo uso de metáforas de mesas de trabalho, documentos, botões, janelas, etc.. Fazem parte da quinta geração apresentada por Walker ou da terceira apresentada por Pressman.

- **PUI ("pen-based user interface")** - São as interfaces compostas de um monitor de vídeo em formato de uma planilha ou bloco de anotações que recebe dados através de uma espécie de caneta eletrônica. Tais interfaces fazem uso da metáfora de se escrever ou desenhar em um papel de maneira manuscrita.

- **VRUI ("virtual reality-based user interface")** - São as interfaces fundamentadas no paradigma da realidade virtual[5] e utilisadas com muito menor frequência que as anteriores por limitação de custos e tecnologia.

Quanto ao futuro, como Walker (1990, p. 444) comenta: "*Agora, nós estamos no limiar da próxima revolução na interação usuário-computador: uma tecnologia que irá levar o usuário a atravessar do vídeo para o mundo "dentro" do computador - um mundo no qual o usuário pode interagir com objetos tridimensionais, cuja fidelidade irá crescer conforme aumenta o poder de computação e progride a tecnologia dos monitores de vídeo. Este mundo virtual pode ser de qualquer forma que o projetista deseje criá-lo. Na medida em que os projetistas e os usuários forem explorando novas experiências e modos de interação, estarão definindo, em conjunto, a próxima geração da interação do usuário com o computador.*".

Cabe notar, entretanto, que as classificações referentes às interações entre o ser humano e o computador têm levado em conta sempre a ótica da evolução do equipamento e as possibilidades oferecidas resultantes de tal evolução. Deveriam ser feitos estudos sobre a evolução das interações entre os seres humanos e as máquinas, sob o ponto de vista dos seres humanos, levando em conta a evolução social decorrente dos contatos cada vez maiores (e porque não dizer dependência em até certo ponto), com tais interações[6].

---

[5] Vide seção 2.2.3.

[6] É muito comum presenciar a diferença na habilidade de interação entre pessoas de gerações diferentes (avô e neto ou até mesmo pai e filho, como exemplo), ambas sem treinamento específco, no acesso a um mesmo equipamento utilizando a mesma interface

2.2.3- AS TENDÊNCIAS DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR

Ao se pesquisar as interfaces entre o homem e o computador depara-se com conceitos e tendências que, embora em alguns casos ainda não tenham uma aplicação comercial totalmente difundida, não demorarão muito a estarem disponíveis comercialmente por preços acessíveis (pelo que se pode deduzir da história da evolução tecnológica das interfaces). É importante, então, que se exponha, embora sucintamente, algumas destas tendências ou paradigmas, em um estudo sobre interfaces como este que está sendo apresentado. Antes porém, da exposição de tais paradigmas, é interessante retomar a apinião de Laurel (1990A, p. 346) sobre o asunto:

"Os mais robustos paradigmas começaram com fantasias e grandes "e se...". H. G. Wells imaginou uma missão tripulada para a lua; Capek dramatizou a condição dos robôs; Vinge e Gibson mapearam os mares do Ciberespaço. Trabalhadores reais, no mundo real da tecnologia, devem dividir estas visões - usualmente criadas por pessoas que não são tecnólogos - em conjuntos de problemas tratáveis que rapidamente perdem sua fascinação. Mais cedo ou mais tarde, será legada para nós - as pessoas que atualmente projetam as interações homem-computador - a reconstituição das grandes idéias, incorporando as noções sobre técnica e tecnologia, propósito e uso, e estratégias de pesquisa e desenvolvimento.".

- **Paradigma da Multimídia**

Neste paradigma, conforme explana Oren (1990), o computador deixa de ser visto como um instrumento para armazenar e manipular dados, para serem impressos posteriormente (via papel ou monitor de vídeo) e passa a ser visto como um meio de comunicação, que não se restringe simplesmente à impressão de dados. A **multimídia** engloba textos, vozes, músicas, gráficos, vídeos e animação

Williams e Blair (1994) definem multimídia usando a expressão matemática: MULTIMÍDIA = VARIEDADE + INTEGRAÇÃO, onde **variedade** se refere à variedade de tipos de meios de comunicação (característica dos modernos sistemas de informação) e **integração** se refere ao modo de se tratar com esta variedade. Afirmam que é necessário, ao sistema de multimídia, suportar uma variedade de tipos de meios de comunicação, que podem variar de simples combinações de texto e gráficos a sofisticadas combinações de animação, áudio e vídeo, porém, qualquer

um destes tipos isolados, não é suficiente para a caracterização de um ambiente de multimídia. É importante, também, que as várias fontes de tipos de meios de comunicação sejam integradas em uma única estrutura de sistema. Um sistema de multimídia permite que os usuários finais possam compartilhar, comunicar e processar uma variedade de formas de informação de maneira integrada. Em essência, sistemas de multimídia tentam resolver os problemas de gerenciamento de informação, integrando as várias formas de meios de comunicação em uma infraestrutura formada por computador/comunicação.

- **Paradigma da Interface de Linguagem Natural**

As interfaces de **linguagem natural** são aquelas que usam a habilidade de comunicação através de uma linguagem, como a portuguesa por exemplo.

Mountford & Gaver (1990) afirmam que com o aumento da liberdade decorrente das entradas e saídas dos sistemas com interfaces de manipulação direta[7], surgiu uma crescente dependência do uso das mãos e olhos para as entradas manuais e saídas gráficas de tais interfaces. Em muitas situações, os usuários simplesmente tem muita coisa para ver ou fazer. A entrada e saída audíveis são um canal natural, disponível e sistematicamente sub-utilizado para melhorar a comunicação entre o usuário e o computador. Para eles tais interfaces somadas as atuais interfaces visuais, aumentam o sentimento de manipulação direta e o entendimento dos usuários.

- **Paradigma dos Agentes de Interface**

Segundo Alan Kay (apud Laurel, 1990B, p. 359), a idéia de um **agente** teve sua origem com John McCarthy, em meados da década de 50, e o termo foi adotado por Oliver G. Selfridge poucos anos após, quando ambos estavam no Instituto de Tecnologia de Massachusets. Eles estavam interessados em um sistema que ao receber um objetivo, levasse a cabo os detalhes das operações de computador apropriadas à obtenção do objetivo e que pudesse fazer perguntas e receber avisos, dados em termos humanos, quando fosse necessário. Um agente deveria ser um "robô na forma de software", vivendo e trabalhando dentro do universo do computador.

---

[7] Vide seção 2.4.1.

Para Laurel (1990B), os agentes devem oferecer conhecimento de especialista, habilidade e trabalho. Devem necessariamente ser capazes de entender as necessidades e objetivos do usuário em relação a eles, traduzindo tais objetivos para um conjunto apropriado de ações e proporcionar resultados que possam ser usados pelo usuário. Devem também saber quando certas informações são necessárias para seus usuários e como fornecê-las. Na vida real os agentes seriam: secretários, jardineiros, artesãos, professores, bibliotecários e contadores ou qualquer pessoa que execute ações para outra pessoa com a sua permissão. Os agentes de interface são apropriados para executar tarefas similares aos agentes da vida real, ou seja, tarefas que requeiram conhecimento, habilidade e recursos ou o trabalho necessário para que seu usuário atinja um objetivo, porém não está disposto ou está impossibilitado de faze-lo.

Este paradigma depende diretamente do avanço na área de inteligência artificial.

- **Paradigma da Realidade Virtual e Ciberespaço ("cyberspace")**

*"A expressão **Realidade Virtual** é geralmente usada para descrever sistemas que tentam substituir muitas ou todas as experiências do mundo físico do usuário, por material em três dimensões sintetizado tal como gráficos e sons."*(Feiner, Macintyre & Seligmann, 1993, p 53).

O paradigma da realidade virtual visa levar o usuário a ter a impressão de que faz parte (como protagonista), do universo do software que está sendo executado pelo computador. Esta sensação é conseguida através de entradas e saídas que estimulam os orgãos sensoriais do usuário (como capacetes com óculos especiais, luvas e equipamentos acústicos) e permitem uma interação dinâmica com o sistema. Na verdade, o usuário passa a ter a impressão de que tudo o que está vendo e sentindo (e com o qual está interagindo), faz parte do mundo real, mesmo que fantástico. Conforme afirma Naimark (1990, p.455) *"...**realidade virtual** é, por definição, indistinguível da realidade, onde todos os nossos efetores*[8] *são estimulados e todos os nosssos sensores são afetados."*.

[8] Músculos, glândulas, etc. capazes de responder a estímulos, especialmente de um impulso nervoso.

Fisher (1990) prefere usar o termo **ambiente virtual** para enfatizar a habilidade de imergir completamente alguém em um espaço simulado com sua realidade própria.

Um outro conceito, diretamente ligado ao de realidade virtual, é o de **ciberespaço**. Walker (1990) define sistemas de ciberespaço como sendo aqueles que proporcionam uma experiência de interação tridimensional, com a ilusão de se estar dentro de um mundo em vez da sensação de se estar vendo uma imagem. Um sistema de ciberespaço deve permitir imagens estereoscópicas de objetos em três dimensões, sensíveis ao movimento da cabeça do usuário, readaptando as imagens em relação à nova posição da mesma e deve proprocionar modos de interação com os objetos simulados. Ciberespaço é uma imersão em outro mundo, um mundo simulado que pode ser visto e tocado diretamente.

- **Paradigma dos Ambientes Aumentados por Computador**

Uma outra visão do futuro da computação está emergindo e tomando um enfoque oposto ao da realidade virtual, conforme apontam Wellner, Mackay e Gold (1993). Em vez de se usar o computador para encerrar as pessoas em um mundo artificial, pode-se usá-lo para "aumentar" objetos no mundo real. Pode-se fazer com que o ambiente do dia a dia das pessoas fique sensível, através do uso de infra-vermelho, som, vídeo, calor, movimento e detectores de luz e reaja às suas necessidades, atualizando telas, ativando motores, armazenando dados e dirigindo atuadores, controles e válvulas. Com a visão através de telas e projetores, pode-se criar espaços nos quais os objetos do dia a dia ganhem propriedades eletrônicas, sem a perda das suas propriedades físicas. O **ambiente aumentado por computador** funde sistemas eletrônicos com o mundo físico, em vez de tentar substitui-lo. O ambiente do dia a dia passa a ser uma parte integral destes sistemas; ele continua a funcionar como esperado, porém com uma nova funcionalidade computacional integrada.

Outros nomes encontrados para definir este paradima são: **realidade aumentada** (Adam, 1993, p. 22), e **computação ubíqua** (Weiser, 1993, p. 75).

Na verdade, é arriscado tentar analizar paradigmas, como os apresentados, que estão (com excessão do paradigma da multimídia), em fase muito inicial de pesquisas, sendo que alguns estão situados muito mais em níveis conceituais do que em níveis de realizações, mesmo que na forma de protótipos. O fato é que o avanço nos campos da inteligência artificial e das redes neurais

artificiais apoiados pelo sempre crescente avanço tecnológico do hardware (aumento da capacidade de armazenamento e da velocidade de processamento dos dados, entre outros desenvolvimentos), permite que se possa ter um certo grau de credibilidade na concretização em escala comercial de tais paradigmas. O fator mais decisivo na maior ou menor difusão de cada um dos paradigmas apresentados parece estar mais relacionado à adaptação da sociedade à eles do que à possibilidade tecnológica e consequentemente econômica de se tornarem uma realidade cotidiana. Mesmo com tais restrições, não parece ser arriscado reafirmar a posição de Kurzweil (1994, p.14) quando afirma que em um futuro próximo "*o reconhecimento da voz será a principal modalidade de entrada de dados*" nos sistemas de informações.

2.2.4- A IMPORTÂNCIA DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR

Shneiderman (1992) afirma que os sistemas efetivos geram sentimentos positivos de sucesso, competência e clareza na comunidade usuária. Os usuários não se sentem atrapalhados com o uso do computador, podendo fazer uma previsão do que ocorrerá como resultado de cada ação executada no mesmo. Quando um sistema interativo é bem projetado, a dificuldade na sua operação desaparece, permitindo que o usuário possa se concentrar em seu trabalho com prazer.

Justifica a importância das interfaces homem-computador da seguinte maneira:

- Pesquisas têm mostrado que refazer um projeto de interface homem-computador pode proporcionar uma substancial diferença no tempo de aprendizado, na velocidade de execução, na taxa de erro e na satisfação do usuário.

- Projetistas da área comercial reconhecem que os sistemas que são fáceis de serem usados, geram uma margem competitiva na recuperação da informação, automação de escritório e computação pessoal.

- Programadores e equipes de garantia de qualidade estão mais atentos e cuidadosos com relação aos ítens de implementação, que garantam interfaces de alta qualidade.

- Gerentes de centros de computação estão trabalhando no sentido de desenvolver regras que garantam recursos de software e hardware que resultem em serviços de alta qualidade para seus usuários.

Pressman (1992), considera que as interfaces bem projetadas vão adquirindo cada vez mais importância, na medida em que o uso dos computadores vai aumentando. Interfaces "inteligentes" são encontradas quando se usa uma fotocopiadora, um forno de micro ondas, um processador de textos ou um sistema CAD ("Computer-Aided Design). Do ponto de vista do usuário, é a interface que possibilita a um piloto voar em modernos aviões, a um radiologista interpretar o resultado de um exame e a um banqueiro transferir milhões de dólares através de continentes. As interfaces são as "embalagens" dos software. Se são fáceis de aprender e simples de serem usadas de maneira direta, o usuário ficará inclinado a fazer bom uso do que está dentro, caso contrário, problemas irão invariavelmente aparecer.

É importante levar em conta o aviso de Barfield (1993) de que um projeto de interface para usuário significa muito mais do que projetar telas e ícones agradáveis. É uma área vital. A noção de conforto, individualmente, é muito mais complexa do que aparenta ser a princípio e os ítens segurança e eficiência são partes importantes deste contexto.

Na verdade, quando se procura um software no mercado, para aquisição (um editor de textos por exemplo), espera-se que os oferecidos funcionem devidamente. Não é mais difícil encontrar, no mercado, software que funcionem a contento, devido a evolução da engenharia de software que permite que se desenvolvam software cada vez mais confiáveis e com bom desempenho. O fator que acaba "desempatando" dois produtos semelhantes passa a ser, muitas vezes, a interface e não a análise das qualidades de desempenho do software. Falando em termos comerciais uma boa interface parece ser cada vez mais decisiva na boa colocação de um software no mercado. Concluindo e aproveitando a citação de Pressman acima, se os produtos são semelhantes e vendidos por preços também semelhantes, compra-se aquele que vem em uma "embalagem" mais agradável.

Estas considerações apontam para a necessidade de se visualizar as interfaces levando em conta o outro elemento envolvido, ou seja, o homem, ou o usuário do computador. Assim sendo, no ítem seguinte, procura-se resgatar um pouco dos aspectos humanos implícitos no título do presente capítulo.

2.3- O HOMEM

O homem é o produtor e o consumidor do conhecimento científico justificando-se, desta forma, que muitos cientistas de áreas distintas o enfoquem em seus estudos. Quando se estuda a interface homem-computador torna-se indispensável considerar o primeiro, posto que muitos fatores humanos atuam nesta interface como se verá a seguir.

2.3.1- FATORES HUMANOS

Fatores humanos como um particular campo de estudo tem uma história relativamente curta, conforme relatam Beard & Peterson (1988). Eles lembram que já em 1889 foram feitos estudos empíricos, por Frederick W. Taylor, para descobrir o melhor modelo para pás e o melhor peso por pá cheia. O principal interesse deste estudo, foi no sentido de aumento de velocidade e motivação dos trabalhadores. Dos trabalhos iniciais de Taylor emergiu toda uma teorização sobre ergonomia, organização do trabalho e de sua administração, que viria a se tornar a Teoria Taylorista de grande repercursão mundial.

Mais tarde, Frank B. Gilbreth (Beard & Peterson, 1988) fez um estudo sobre pedreiros em 1911, inventando um andaime que podia ser facilmente levantado ou abaixado, de modo que os pedreiros pudessem trabalhar nos níveis mais convenientes. Gilbreth acreditava que os métodos de trabalho proporcionavam a base para a diferença da habilidade e efetividade nos vários estágios de treinamento.

A preocupação com a adequação homem-equipamento continuou a ter algum impacto ao longo da história como pesquisas em desenho industrial, porém não eram vistas como cruciais para o desenvolvimento científico, tecnológico ou comercial. A competitividade comercial forçou uma maior preocupação com a relação homem-máquina, para garantir aceitabilidade do produto. Entretanto um evento de proporções internacionais tornou mais relevante estes estudos. Trata-se da Segunda Guerra Mundial.

A partir da Segunda Guerra Mundial começaram a surgir máquinas que demandavam, em vez da força muscular de seus operadores, habilidades como sensibilidade, percepção, julgamento e tomada de decisão. O interesse pelos fatores humanos, cresceu com a complexidade dos avanços tecnológicos, principalmente nas áreas militar, espacial e eletrônica. As questões sobre projeto e uso não podiam mais ser respondidas pelo senso comum ou por

princípios teóricos antiquados. Os equipamentos estavam ficando tão complexos que excediam a capacidade do homem de operá-los. Os novos especialistas no campo eram os psicólogos que estudavam o comportamento das pessoas, os fisiologistas, os antropólogos e os médicos em vez de engenheiros. Esta pesquisa dirigida para os trabalhadores e seus ambientes de trabalho originou um campo de pequisa que foi denominado fatores humanos. Considerá-lo é inclusive fundamental para a administração da concorrência (Fuld, 1988), o que vem demandando maior atenção ao tema.

Os sistemas de informação computadorizados começaram a aparecer também no período pós-guerra, onde o interesse por fatores humanos estava crescendo e influenciando diretamente na evolução das interfaces entre o homem e o computador, como pode ser verificado no ítem 2.2.2 deste trabalho. São desta época, também, os trabalhos executados por Norbert Wiener que originaram as bases da Cibernética que tem entre suas principais procupações o fornecimento de uma linguagem comum (interface) que possa ser aplicada de maneira interdisciplinar entre os vários ramos da ciência.

Entretanto, para maior clareza da exposição aqui feita, é necessário conceituar e explicitar a taxonomia a ser usada aqui, em relação ao conjunto de variáveis implícitas nos chamados fatores humanos, o que se verá a seguir.

2.3.1.1- DEFINIÇÃO E TAXONOMIA

Para Beard & Peterson (1988, p. 12) "*fatores humanos é o estudo científico da interação entre pessoas, máquinas e seus ambientes de trabalho. O conhecimento adquirido neste estudo é usado para criar sistemas e ambientes de trabalho que ajudam a tornar as pessoas mais produtivas e mais satisfeitas com seu trabalho*".

Também chamam a atenção para o fato de que, apesar de o vocábulo ergonomia ser apresentado muitas vezes como sinônimo de fatores humanos, deve ser feita uma distinção muito clara entre ambos. A ergonomia diz respeito aos aspectos físicos da interação entre o homem e o computador, enquanto que os fatores humanos dizem respeito também aos aspectos cognitivos da interação. A ergonomia enfoca tópicos como projetos de estações de trabalho e mobiliário, luminosidade, ruidos, altura do teclado e disposição de equipamentos (ver ítem 2.2.1 deste trabalho). Os fatores humanos ou atributos cognitivos se concentram nas atividades mentais conscientes e inconscientes que ocorrem durante o uso do computador.

Os referidos autores enfocam a conceituação em termos de área ou campo de pesquisa, porém a questão pode ser vista de um prisma mais específico, ou seja, das variáveis em jogo e suas possíveis consequências.

Hussain e Hussain (apud Beard & Peterson, 1988, p. 11) definem fatores humanos como sendo "*os fatores fisiológicos, psicológicos e de treinamento a serem considerados no projeto de hardware e software, e o desenvolvimento de procedimentos que permitam que o ser humano possa interagir com máquinas eficiente e efetivamente*". Ao que se pode acrescentar com um baixo custo de resposta ou esforço, reduzindo a fadiga e mantendo a motivação.

Beard e Peterson (1988) pesquisando a literatura sobre o tema fatores humanos dividiram o que encontraram em cinco categorias, afirmando porém que existem sobreposições entre elas:

- **Interações Homem-Máquina**

  São as diferentes formas pelas quais o usuário e o computador se comunicam. Abrange, pelo lado do hardware, os estudos sobre teclados, monitores de vídeo, entradas e saída de dados falada, visão ("eye-tracking"), telas sensíveis a toques, canetas ("light pens"), "mouses", mesas digitalizadoras e, pelo lado do software, projetos de comandos em linguagem natural, menus, ícones, gráficos e manipulação direta.

- **Ferramentas para Especificação de Interfaces**

  São as técnicas mais formais para projetos detalhados, do ponto de interação entre as pessoas e o computador. Algumas destas técnicas consistem do uso de "flowcharts", diagramas de sistemas, diagramas de fluxo de dados, técnicas Warnier-Orr, técnicas Nassi-Shneiderman, sistemas "shells" e prototipação.

- **Apresentação da Informação**

  Se preocupa em como o dado é retratado para o usuário do sistema. A forma de sua apresentação pode ser gráfica, numérica, alfanumérica, tabular, textual ("hard copy"), audível, tátil, ou alguma outra forma.

- **Documentação Sistema-Usuário**

  Discute as necessidades e técnicas para produção de documentação, na forma e no estilo conveniente para todos os usuários do sistema, sejam eles especialistas ou novatos. A documentação inclui manuais de operação do sistema, mensagens do sistema e facilidades de auxílio via manuais ou via on-line.

- **Envolvimento do Usuário Final.**

  É também um aspecto dominante no desenvolvimento de sistemas fáceis de serem usados que consiste de métodos usados para conseguir o envolvimento direto dos usuários no projeto, desenvolvimento, teste, implementação e manutenção dos sistemas.

A Fig. 2 mostra que as cinco categorias apresentadas formam uma rede de relacionamentos entre o computador o usuário e o analista / programador / desenvolvedor. Os três participantes destes relacionamentos: o computador, o analista e o usuário formam um intrigante e complexo relacionamento. O analista enxerga o computador sob o ponto de vista de um especialista e, muitas vezes, sob uma perspectiva técnica. O usuário enxerga o computador como uma ferramenta potencialmente utilizavel, porém sob uma orientação mais geral. Estes dois pontos de vista são muito diferentes e muitas vezes imcompatíveis e conflitantes.

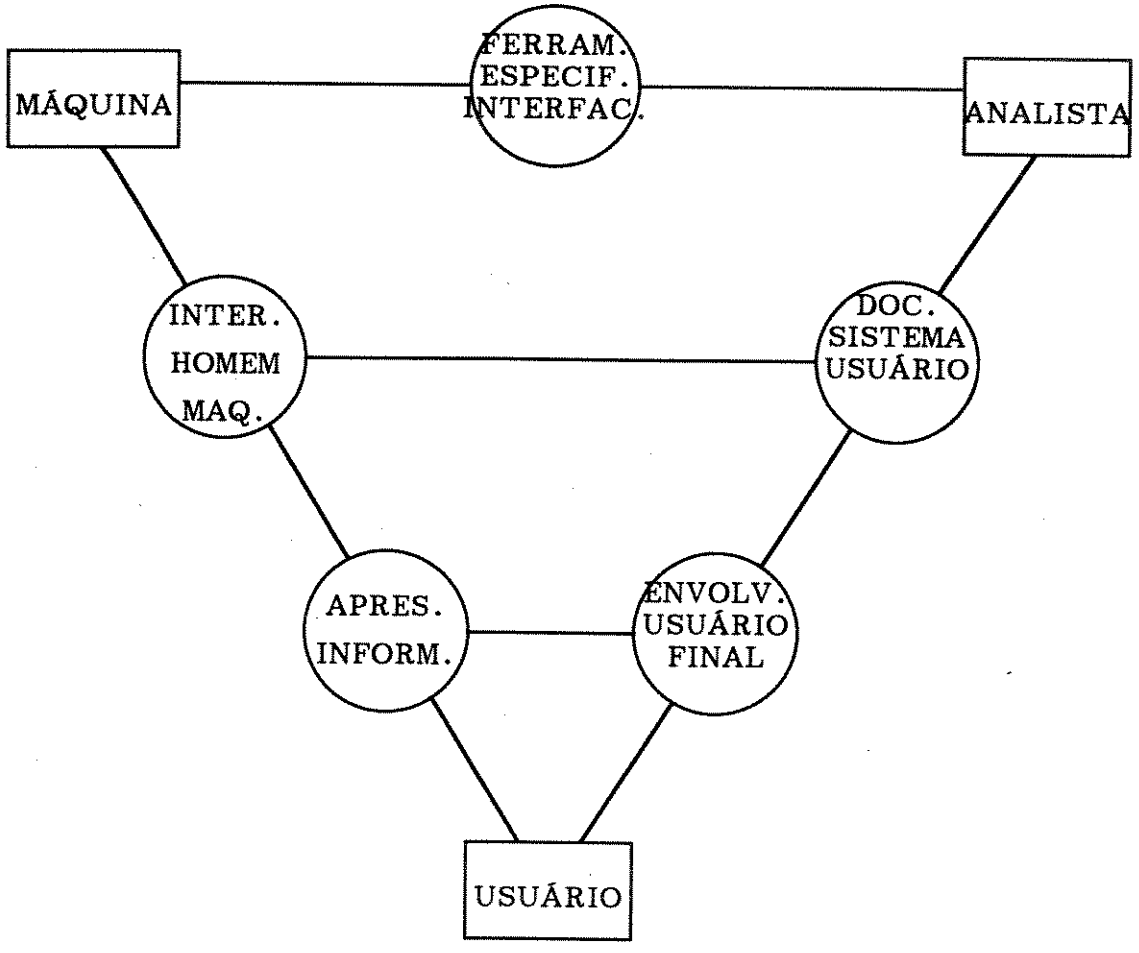

Fig. 2 - Taxonomia para fatores humanos (adaptado da Fig. 1 de Beard & Peterson, 1988).

Das cinco categorias apresentadas, a primeira, que se refere à interação homem-máquina, é a que está mais diretamente ligada a este trabalho, porém, como poderá ser observado durante o prosseguimento do mesmo, as outras quatro, principalmente as que dizem respeito à apresentação da informação, à documentação sistema-usuário e ao envolvimento do usuário final, também estão ligadas à ele.

Uma vez apresentada a abrangência e os vários enfoques a respeito do fator humano, como ponto central de preocupação no estudo das relações entre o homem e as máquinas, é necessário que se faça mais detalhadamente uma explanação de como funciona a mente do ser humano, para

que se possa ter uma visão melhor dos aspectos cognitivos relevantes para o desenvolvimento de interfaces entre o homem e o computador.

2.3.2- ASPECTOS MENTAIS

Ao se falar de interfaces homem-computador está se referindo a interfaces que devem se adaptar não apenas aos aspectos físicos do ser humano (como teclados com formatos que permitem uma posição mais cômoda das mãos[9]), e sim, em maior quantidade, aos aspectos mentais do ser humano, ou seja, à interação do intelecto do ser humano, através dos orgãos sensitivos, com o software aplicativo, através da interface (entradas e saídas) do computador.

Os diversos tipos de entradas e saídas do computador estimulam, dependendo da sua natureza, um ou mais orgãos sensitivos do ser humano[10], que por sua vez, no cumprimento dos seus papeis de interface entre o cérebro do ser humano e o ambiente, transmitem ao cérebro as informações emitidas pelo computador. A eficiência desta transmissão, também vai depender do fato de se estimular o órgão sensitivo mais adequado para a transmissão de determinado tipo de informação para o cérebro. Além disto é necessário que a informação seja corretamente interpretada pelo cérebro e, se for o caso, ficar gravada na memória do indivíduo.

Pelo exposto, pode-se notar que um projeto adequado de interface homem-computador (levando-se em conta a complexidade do fator humano), é extremamente complexo, sendo necessário um maior conhecimento dos aspectos mentais do ser humano, antes de se prosseguir neste trabalho. Este conhecimento é tão importante que chegou a motivar cientistas, como Normam, a designarem áreas de estudos específicas para este fim, de acordo com suas próprias palavras (Norman, 1986, p.31): "***Engenharia Cognitiva***, *uma expressão inventada para refletir o empreendimento no qual eu me encontro engajado: nem Psicologia Cognitiva, nem Ciência Cognitiva, nem Fatores Humanos. É um tipo de Ciência Cognitiva aplicada, tentando aplicar o que é conhecido da Ciência para o projeto e construção de máquinas*".

---

[9] Tais aspectos ergonômicos serão vistos mais detalhadamente nas seções 2.3.1 e 2.4.2.3.

[10] Os órgãos sensoriais estimulados pelas atuais interfaces são os da visão, da audição e do tato (este, na maioria das vezes, no caso de usuários com deficiência visual), porém, já se sabe de tentativas de estímulo do olfato, para criar a ilusão mais profunda de realidade, nas interfaces que buscam a realidade virtual

Exposta a importância do funcionamento da mente para o estudo das interfaces, pode-se tentar entender como as pessoas pensam, objetivo do ítem a seguir.

2.3.2.1- MODELO DESCRITIVO DO FUNCIONAMENTO DA MENTE

Para se explicar um processo tão complicado, como o do funcionamento da mente, é comum valer-se de modelos que refletem um comportamento análogo ao real, mesmo porque, alguns aspectos deste funcionamento permanecem ainda obscuros, sendo interpretados como caixas pretas.

Um bom modelo (para quem tem como objetivo projetar interfaces homem-computador), para se descrever o funcionamento da mente, é o apresentado por Thimbleby (1990).

As informações que chegam à mente são armazenadas, por cerca de um quarto de segundo, em cinco **memórias sensoriais**, sendo uma memória para cada um dos cinco **sentidos** (tato, olfato, visão, audição e gosto). A memória sensorial possui uma grande capacidade de armazenamento de informações, porém, não consegue restabelecê-las, exceto através da repetição do estímulo externo que as originou. Para se lembrar de algo por um longo período, a mente deve ficar atenta a um sentido particular. Os diferentes sentidos têm diferentes prioridades de atenção, embora a atual prioridade dependa das circunstâncias e da expectativa do indivíduo. Geralmente se obtém mais rapidamente a atenção de uma pessoa, através do uso de estímulos audíveis do que de estímulos visuais; os estímulos olfativos são mais lentos ainda. Os bons sistemas interativos fazem uso dos vários sentidos, particularmente de estímulos audíveis se for requerida rápida atenção, como por exemplo, no caso de se produzir um conveniente ruido ao se detectar um erro na operação de um sistema aplicativo.

Uma vez selecionada, a informação é processada e copiada para a pequena **memória de curto prazo (MCP)**, também conhecida como **memória de trabalho**. É na MCP que parece residir a consciência e é nela que os pensamentos são executados. A MCP tem a capacidade de tratar de aproximadamente 7 itens ao mesmo tempo. A informação não usada na MCP decai após cerca de 20 segundos, ou seja, ela perde a informação muito rapidamente. No entanto, pode-se restabelecer a memória indefinidamente através de um processo

chamado **ensaio**. Os dados não são literalmente armazenados na MCP, mas são processados em forma de abstrações chamadas "**chunks**". Um "chunk" é um nome que pode ser atribuido ao dado que ele representa e obviamente, quanto mais qualificados forem os "chunks" maior será o uso efetivo da memória, especialmente no caso da MCP, que possui uma capacidade pequena. Os "chunks", assim como as abstrações, são hierárquicos e podem conter "**sub-chunks**".

As palavras são frequentemente usadas para o "**chunking**", o que ocasiona o fato da maioria das pessoas possuirem MCP predominantemente verbal. O fato das MCP poderem armazenar apenas cerca de sete palavras ao mesmo tempo, faz com que, no ato de se prestar a atenção a detalhes, como soletrar uma destas palavras, por exemplo, sejam geradas mais informações para serem retidas na MCP. Este processo irá interferir na retenção das outras 6 palavras que estavam armazenadas na MCP.

O processo de formação de um chunk é chamado de **fechamento**. A sensação de ansiedade ao não se lembrar de uma palavra que aparentemente se encontra na "ponta da língua", deriva da impossibilidade da formação de um fechamento correto. Pode-se inferir que quando alguém se encontra inibido para formar um fechamento (por exemplo, o sistema interativo que ele está usando interrrompe seu processo de pensamento, avisando-o de algum erro de implementação), fará um uso ineficiente da MCP correndo o risco de perder a informação da mesma ao atender a interrupção.

Pode-se comparar a MCP a uma pilha. Quando o usuário quer executar algo ele coloca o seu objetivo no topo da sua pilha-MCP (empilha); quando ele já o executou ele retira o seu objetivo da pilha-MCP (desempilha). O fechamento é o ato de retirar ou limpar a pilha. Nós vimos da analogia que tal fechamento é necessário de tempos em tempos, caso contrário o usuário irá perder a pista do que estava fazendo, como se o seu objetivo estivese perdido na base da pilha.

Se a informação for **ensaiada** na MCP, ela será transferida para a **memória de longo prazo (MLP)** após cerca de cinco segundos. A MLP registra as informações indefinidamente, ou seja, quanto mais se joga xadrez mais posições do jogo são relembradas. A MLP possui uma grande capacidade de armazenamento e um declínio muito lento (se houver algum). Todos os nossos conhecimentos gerais, de linguagem e tudo o mais está na MLP. Existe alguma evidência de que a MLP é, em princípio, perfeita, porém, o acesso à mesma passa a ser cada vez mais difícil, se não houver ensaio, devido à interferência de outras memórias. Recordar algo da MLP toma pelo menos um décimo de segundo. A eficiência da recordação é aperfeiçoada pelas chamadas **técnicas de elaboração**,

como o uso de mnemônicos ou imagens mentais, por exemplo, para associar aquilo que se deseja lembrar à uma figura conhecida. Algumas técnicas de elaboração contam também com um ensaio extra na MCP, que parece fazer com que a informação seja mais coerentemente armazenada na MLP.

Técnicas de elaboração podem ser imaginadas como métodos para construção de funções "hash". Da mesma maneira que as funções hash, a MLP e a MCP sofrem um efeito também chamado de **interferência**, ou seja, seria como se diferentes ítens na memória tivessem o mesmo valor "hash". Então torna-se difícil recordar algo cujo valor "hash" seja semelhante ao de outra informação relacionada, aprendida anteriormente. A interferência na MLP tem vantagens e desvantagens, ou seja, o aprendizado de um novo sistema interativo será influenciado por aquilo que foi aprendido de um sistema anterior e tal fato pode ajudar ou atrapalhar.

Loman, Bennett e Rogers (1993) adicionam ao modelo apresentado por Thimbleby um componente denominado **componente executivo,** responsável pela parte do sistema de processamento de informação humano, que integra as interações entre as três memórias e mantem a pista do objetivo que esta sendo realizado.

O modelo apresentado é uma descrição muito simples do funcionamento da mente, conforme afirma o próprio Thimbleby (1990 p. 38), uma vez que o ser humano e sua mente são muito mais complexos. Na verdade, alguns ítens envolvidos no funcionamento da mente não foram relacionados no modelo apresentado, como: diferenças individuais, processamento paralelo, especialização, efeitos ambientais (como ansiedade, fadiga, falta de motivação entre outros).

O modelo exposto apresenta as **variáveis psicológicas** envolvidas na execução de um objetivo, porém tais variáveis não são suficientes para a execução de um objetivo como um todo, pois estão envolvidas no processo as **variáveis físicas**, como pode ser visto a seguir.

2.3.2.2- TEORIA DA AÇÃO

Segundo Norman (1986), existe uma discrepância entre os objetivos, psicologicamente expressos, das pesssoas e os controles e variáveis físicas de uma determinada ação. Inicia-se o processo de uma atividade ou ação qualquer, com objetivos e intenções, que são as variáveis psicológicas que existem na mente das pessoas e exprimem suas necessidades e aspirações. Porém a ação será executada em um sistema físico, com mecanismos físicos a serem

manipulados, que resultarão em mudanças nas variáveis físicas e no estado do sistema. Neste ponto, deve-se interpretar as variáveis físicas, levando em conta os objetivos psicológicos, e então, traduzir as intenções psicológicas em ações físicas sobre os mecanismos do sistema a serem manipulados. Isto significa que deve haver um estágio de interpretação no qual se relacionam as variáveis físicas e psicológicas, da mesma forma que as funções que relacionam a manipulação das variáveis físicas às mudanças resultantes no estado físico do sistema.

Pelo exposto, nota-se que até mesmo as ações simples envolvem um grande número de aspectos, gerando a necessidade de se desenvolver modelos teóricos para que se entenda o que o usuário está fazendo, ou seja, existe a necessidade de se conhecer mais a respeito de como as pessoas fazem as coisas, ou seja, uma **teoria da ação**.

Uma teoria da ação, conforme define Norman (1986), deverá distinguir os diferentes estágios das atividades das pessoas, não necessariamente aplicados na ordem em que estão definidos, mas que capturem os aspectos críticos das suas ações. Os componentes essenciais da teoria aparecem no Quadro 1.

Quadro 1- Aspectos de uma atividade (Norman, 1986, p. 37)

ASPECTOS	DESCRIÇÃO
Objetivos e intenções	Um objetivo é o estado que a pessoa deseja alcançar; uma intenção é a decisão de agir para atingir o objetivo
Especificação da sequência de ação	Processo psicológico que determina a representação psicológica das ações que serão executadas pelo usuário, sobre os mecanismos do sistema.
Mapeamento dos objetivos psicológicos e intenções para a sequência de ação	Para expecificar a sequência de ação, o usuário deve traduzir os objetivos psicológicos e as intenções para o estado do sistema desejado; determinar que posições dos mecanismos de controle irão produzir aquele estado e então, determinar quais manipulações físicas dos mecanismos são requeridas. O resultado é a especificação mental das ações que serão executadas.
Estado físico do sistema	O estado físico do sistema, determinado pelos valores de todas suas variáveis físicas
Mecanismos de controle	Os dispositivos físicos que controlam as variáveis físicas
Mapeamento entre os mecanismos de controle e o estado do sistema	O relacionamento entre a posição dos mecanismos do sistema e o estado do sistema.
Interpretação do estado do sistema	O relacionamento entre o estado físico do sistema e os objetivos psicológicos do usuário são determinados pela tradução do estado físico em estado psicológico (percepção) e então, pela interpretação do estado do sistema percebido, em termos de variáveis psicológicas de interesse.
Avaliação dos resultados	Avaliação do estado do sistema requer a comparação da interpretação do estado do sistema percebido com os objetivos desejados. Isto geralmente conduz a um novo conjunto de objetivos e intenções.

Nesta teoria da ação, onde se interage com um sistema de computador, os objetivos são expressos em termos psicológicos, e os mecanismos e estados do sistema em termos físicos. As discrepâncias entre as variáveis físicas e psicológicas são um ponto muito importante a ser considerado no projeto, análise e utilização dos sistemas e Norman as compara a dois golfos que precisam ser ligados: o **golfo da execução** e o **golfo da avaliação**, conforme mostra a Fig. 3.

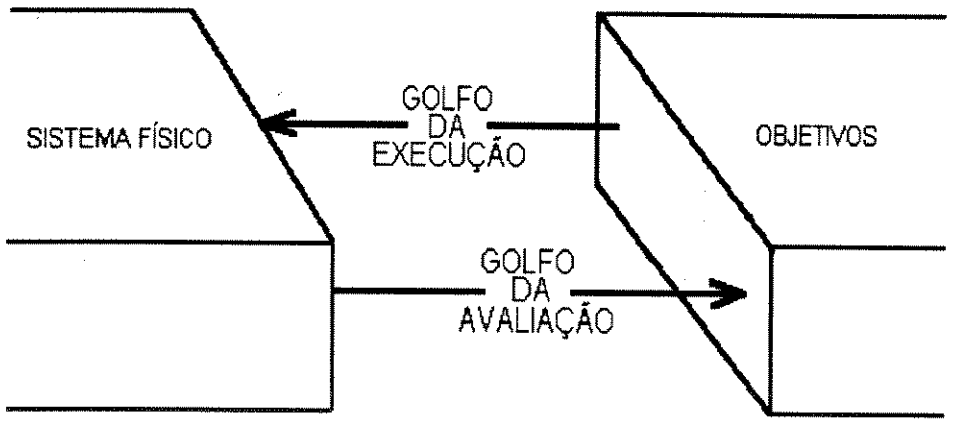

Fig. 3 - O golfo da execução e o golfo da avaliação (adaptado da Fig. 3.1 de Norman, 1986).

Os golfos podem ser ligados a partir de qualquer direção. O projetista pode ligar o golfo a partir do lado do sistema indo em direção ao usuário, através da construção de entradas e saídas da interface, que se aproximem das necessidades psicológicas do usuário. O usuário pode ligar o golfo a partir de seu lado, criando planos, sequências de ações e interpretações, que aproximem suas necessidades psicológicas do sistema físico conforme pode ser visto na Fig. 4.

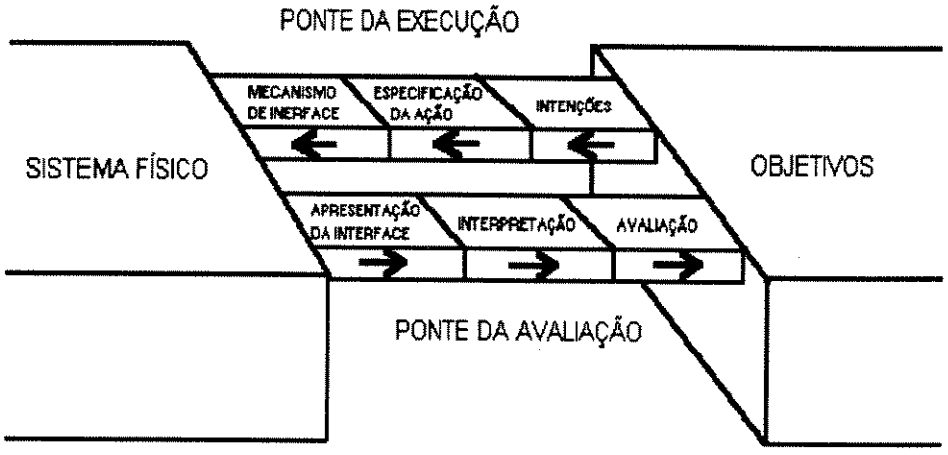

Fig. 4 - Ligando os golfos da execução e da avaliação (adaptado da Fig. 3.2 de Norman, 1986).

Cada golfo é unidirecional: o golfo da execução vai dos objetivos ao sistema físico, o golfo da avaliação vai do sistema físico aos objetivos.

A ligação do golfo da execução é feita em quatro segmentos:

1. Formação da intenção- é o primeiro passo e inicia a ligação do golfo.

2. Especificação da sequência das ações- é um exercício de planejamento. É uma transformação dos objetivos psicológicos em um plano de ação, necessário para alterar as variáveis físicas do sistema.

3. Execução da ação- é a primeira ação física da sequência. Sua complexidade é determinada pela escolha do dispositivo da entrada do sistema e isto pode fazer grande diferença na facilidade de uso do software. Devido ao fato de algumas ações físicas serem mais difíceis que outras, a escolha dos dispositivos de entrada pode afetar a seleção das ações, que por sua vez afetará o bom entrozamento entre o sistema e as intenções.

4. Contato com o mecanismo de entrada da interface.

A ligação do golfo da avaliação requer a comparação entre a interpretação do estado do sistema e os objetivos e intenções originais. Um problema é determinar qual é o estado do sistema, tarefa que pode ser auxiliada por apresentações de saída, apropriadas para o sistema. O espaço entre o sistema e o usuário pode ser ligado por quatro segmentos:

1. Apresentação da saída da interface do sistema.

2. Percepção da apresentação.

3. Interpretação da apresentação.

4. Avaliação- a comparação da interpretação do estado do sistema com os objetivos e intenções originais.

Um ponto importante, a ser considerado, é que se a mudança no estado do sistema não ocorre imediatamente após a execução da sequência de ações, o atraso pode impedir o processo de avaliação, devido ao fato do usuário não se lembrar por muito tempo dos detalhes das intenções ou sequência de ações.

Norman resume todo o processo de execução e avaliação de uma ação em sete estágios de atividades: estabelecimento do objetivo, formação de intenção, especificação da sequência de ação, execução da ação, percepção do estado do sistema, interpretação do estado do sistema e avaliação do estado do sistema em relação aos objetivos e intenções. A Fig. 5 procura ilustrar tal processo.

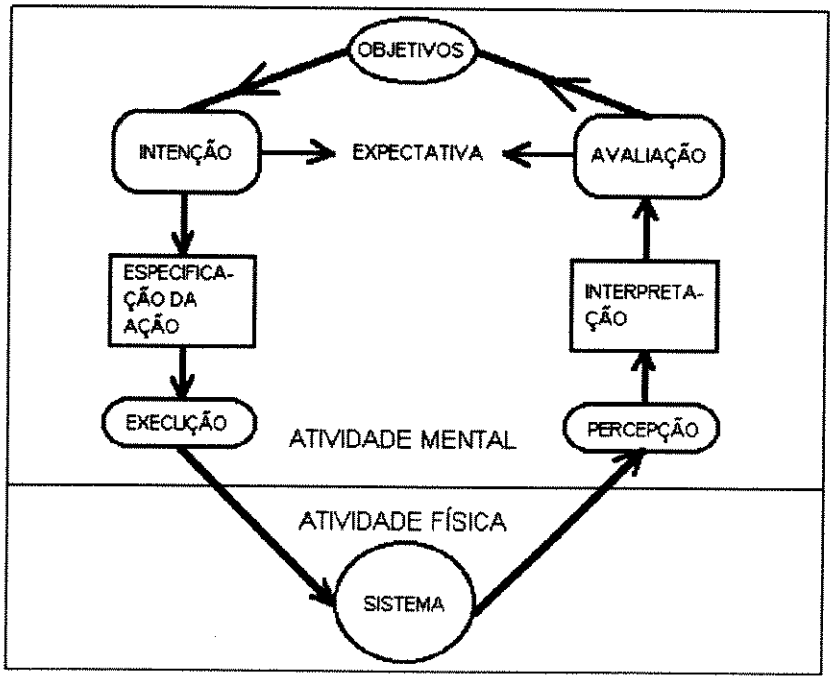

Fig. 5 - Os sete estágios de atividades do usuário, envolvidos na execução de uma ação (adaptado da Fig. 3.3 de Norman, 1986).

Finalmente deve ficar claro que as atividades não são executadas como uma simples sequência de estágios. Os estágios podem aparecer fora de ordem, alguns podem ser saltados e outros repetidos, porém tem-se agora a noção de que a análise de uma tarefa, mesmo sendo ela simples, pode ser muito complexa.

2.3.2.3- MODELOS MENTAIS

Um outro item que deve ser levado em conta ao se estudar os aspectos mentais envolvidos no relacionamento do ser humano com sistemas é o que diz respeito aos **modelos mentais**. A expressão modelos mentais aqui utilizada, não se refere aos modelos criados para tentar uma maior compreensão do funcionamento da mente humana (conforme tratado na seção 2.3.2.1), e sim aos modelos, criados pela mente humana, dos sistemas[11] com o qual o ser humano vai interagir. Para que se possa fazer referência a tais modelos mentais, torna-se necessária a abordagem do conceito de **abstração**.

O significado da palavra abstração é "... *Ato de separar mentalmente um ou mais elementos de uma totalidade complexa (coisa, representação, fato), os quais só mentalmente podem subsistir fora dessa totalidade.* ..." (Ferreira, 1986, p. 16). O ser humano faz abstrações, ou seja, constroi **modelos abstratos** mentais dos sistemas com os quais se relaciona. Tais modelos podem ser construidos na mente do indivíduo a partir do seu relacionamento com o sistema ou mesmo antes deste relacionamento ter ocorrido de fato, baseado apenas na expectativa do que será e como se comportará tal sistema, ou ainda, predizer a maneira correta de se executar um procedimento já esquecido. O modelo criado de um determinado sistema pode ser alterado após a interação do seu criador com o sistema, pois ele geralmente é gerado baseado nas experiências anteriores do seu criador (Barfield, 1993, p. 80).

Tais modelos são um dos mais importantes fatores, que devem ser levados em conta, no projeto de sistemas interativos, uma vez que afetam diretamente a interação entre o usuário do sistema e o sistema.

Barfield (1993) denomina tais modelos de **modelos do usuário** e afirma que são compostos (independente de sua complexidade), por duas partes. A primeira, se refere à parte mais fisicamente orientada, ou seja, aquela que diz respeito a interações com os aspectos físicos do sistema, ou às propriedades como tamanho, forma, peso e outras similares. A segunda se refere à parte mais conceitual do modelo do usuário, ou àquela que diz respeito a interações com aspectos como comportamento, idéias e lógica. Quando se interage com um sistema, um pouco da interação será baseada no **modelo físico do usuário** e um pouco será baseada no **modelo conceitual do usuário**.

---

[11] Sistema neste contexto se refere a qualquer coisa do meio ambiente com a qual o ser humano possa se envolver e não apenas aos sistemas de computação.

Da mesma forma que existe a diferença entre o modelo físico e o modelo conceitual do usuário, também existem outras diferenças, afirma ainda Barfield. Alguns modelos do usuário estão firmemente estabelecidos na mente, são o que ele denomina por **modelos estabelecidos** e permitem que se faça interações com sistemas, sem que se pense sobre como fazer tal interação. Outros modelos são **menos familiares** e requerem, dos usuários, pensamentos e planejamentos prévios a respeito de como serão feitas as interações com o sistema. Ao se usar repetidamente um modelo do usuário, ele vai deixando de ser menos familiar e vai se tornando mais estabelecido.

Tais modelos mentais de sistemas apesar de serem denominados por Barfield de modelos do usuário são gerados na mente tanto do usuário de um determinado sistema de informação, como na mente do projetista de tal sistema. Tal fato é de extrema relevância para o projeto de interfaces homem-computador, uma vez que o modelo mental do criador de uma interface pode não ser o mesmo do usuário da mesma interface, dificultando a interação entre o usuário e o sistema. Pressman (1992) ilustra bem este processo. Para ele quatro diferentes modelos mentais de um mesmo sistema estão em jogo, quando se pretende projetar uma interface homem-computador para o mesmo. O especialista em software cria o **modelo do projeto**; o especialista em fatores humanos estabelece o **modelo usuário**; o usuário final desenvolve uma imagem mental que é geralmente chamada de **modelo do usuário** ou **percepção do sistema** e o implementador do sistema cria a **imagem do sistema**. Infelizmente, cada um destes modelos pode ser significativamente diferente dos outros. Um bom projeto de interface deve reconciliar tais diferenças e gerar uma representação consistente da interface.

Muitos sistemas de informação, infelizmente, são desenvolvidos por profissionais que apesar de possuirem um bom conhecimento técnico dos aspectos computacionais (hardware e software) dos sistemas, praticamente desconhecem os aspectos humanos. Para muitos deles o projeto de interfaces amigáveis são considerados de menor importância em seus projetos, quando são considerados. Tais profissionais constroem interfaces sem levar em conta os processos envolvidos no pensamento dos usuários e consideram que os modelos mentais dos sistemas, construidos pelos usuários, são semelhantes aos seus.

Um melhor conhecimento do ser humano é imprescindível para quem deseja desenvolver interfaces homem-computador voltadas para o usuário e uma vez que se tenha evidenciado este aspecto pode-se voltar para o outro lado das interfaces homem-computador que é o lado do computador.

2.4- O COMPUTADOR

Após terem sido abordados, nos tópicos anteriores, os aspectos referentes às interfaces e ao homem, apresenta-se, neste tópico, os aspectos relativos ao computador, no que se refere ao tema interfaces homem-computador. O computador, aqui apresentado, continua sendo enfocado como algo que deve se adaptar ao homem, sempre que possível e será abordado sob dois aspectos, que são o software e o hardware, limitados apenas às preocupações de como melhor servir ao homem.

2.4.1- O SOFTWARE

Geralmente quando são analisados projetos de interfaces homem-computador é mais frequente destacar o software. Isto acontece devido ao fato de que entre todos os elementos envolvidos nos sistemas de informação, os mais flexíveis, em um grau decrescente de flexibilidade, são: o próprio usuário (motivo pelo qual levou tanto tempo para que se desse a devida importância em se adaptar os sistemas aos usuários e não o inverso), e em seguida o software. O hardware apesar de ter um papel importante no relacionamento entre o sistema e o usuário, é mais inflexivel do que os outros componentes envolvidos, pois, na maioria dos casos, são projetadas interfaces baseadas em hardware já definidos (por restrições de mercado, tecnológicas e de aproveitamento de equipamento já existente, entre outras). Os aspectos referentes ao hardware podem ser vistos com maior detalhe na Seção 2.4.2 deste trabalho.

O componente software das interfaces, devido a sua flexibilidade, permite que possam ser projetadas interfaces quase que limitadas apenas à criatividade do seu projetista. Sob alguns aspectos tais interfaces podem ser comparadas a criações artísticas, no que se refere à estética agradável que a imagem de uma interface causa a quem com ela se depara. Muitas interfaces agradáveis aos usuários são desenvolvidas sem que o seu projetista conheça, mais profundamente, os conceitos envolvidos nos projetos das mesmas, que as tornam agradáveis, desenvolvendo-as como que por instinto, de modo semelhante a um artista que cria uma pintura [12]. Os aspectos que serão levados em conta neste trabalho, envolvidos na questão de tornar as interfaces agradáveis aos seus usuários, são mais cognitivos do que artísticos. Não se pretende, também, tratar

[12] O aspecto de classificar interfaces como arte é muito polêmico entre os pesquisadores de interfaces homem-computador e pode ser mais aprofundado em Hooper (1986), Laurel (1986) e Mountford (1990).

neste trabalho do modo como as interfaces devem ser projetadas (metodologia e ferramenta de desenvolvimento de interfaces), e sim do que deve ser considerado no projeto das mesmas para que elas proporcionem conforto aos seus usuários.

Ao se projetar software para interfaces homem-computador com a preocupação de que o homem seja o elemento mais importante, deve-se levar em consideração alguns conceitos descritos a seguir.

- **Alocação de funções**

  Brown (1988) afirma que um dos mais importantes tipos de decisão, entre as que devem ser tomadas ao se desenvolver uma interface homem-computador efetiva, é a alocação das funções que devem ser executadas pelo usuário e pelo computador. A alocação destas funções deve ser baseada em um conhecimento das capacidades e limitações de ambos, o sistema e o usuário. O computador deve executar as tarefas que os computadores executam melhor e o usuário as que as pessoas executam melhor. Infelizmente, tais decisões são geralmente baseadas exclusivamente no hardware, software e conceitos de custo, ou são feitas sem qualquer análise explícita sobre a alocação das funções.

  A alocação de funções inclui a tomada de decisões como as formuladas em seguida:

  - Será necessário, ao usuário, recorrer à própria memória para a execução de um comando ou ele terá disponível uma lista de opções?

  - Será necessário, ao usuário, a execução de cálculos aritméticos mentais, a respeito dos dados apresentados pelo sistema, ou o sistema irá calcular tais dados e apresentá-los no formato necessário para a execução da tarefa do usuário?

  - Será permitida, ao usuário, a correção de um erro, detectado no último passo de um procedimento de um sistema, sem ter que reiniciar tal procedimento por inteiro, ou será necessário que o usuário tenha que retornar ao passo um sendo que o erro foi detectado no passo nove?

- Terá a tela, apresentada ao usuário, uma ampla tabela de parâmetros de valores para determinar se todos estão dentro dos limites exigidos, o sistema destacará (brilhando), parâmetros suspeitos para chamar a atenção do usuário, ou o software irá monitorar todos os parâmetros automaticamente, diagnosticando padrões de valores, apresentando conclusões e recomendando ações ao usuário?

A literatura sobre fatores humanos mostra as capacidades e limitações humanas, que devem ser levadas em conta na alocação de funções. Muitos textos sobre engenharia de fatores humanos mostram comparações entre as funções que as pessoas tendem a executar melhor e as que as máquinas tendem a executar melhor[13]. A implicação destas comparações para o projeto de interfaces homem-computador mostra que as funções mais indicadas aos seres humanos são controlar, monitorar, tomar decisões e responder a eventos não esperados enquanto que o computador é melhor empregado para armazenar e recuperar dados, processar informações usando procedimentos pré-especificados e apresentar opções e dados para subsidiar o usuário. Como conclusão sobre a comparação entre as funções melhor executadas pelo homem e pela máquina, Brown (1988, p.7) afirma que "*a memória humana é flexivel, porém é lenta, imprecisa e não confiável. A memória do computador é rapida confiável e acurada porém é limitada ao que foi programado*".

- **Consistência**

Para Brown (1988) a consistência, apesar de ser um dos mais óbvios objetivos de um projeto de interface homem-computador, é talvez o que requer maior disciplina durante o processo do projeto. Geralmente, os membros da equipe de projetistas de um sistema são responsáveis por diferentes subsistemas ou partes do sistema. Muitas vezes, cada membro possui um conceito diferente sobre a melhor forma de tratar a interface do usuário. Se um conjunto consistente de convenções não for previamente adotado, documentado e incorporado em todo os subsistemas, o usuário irá encontrar um sistema que parecerá ter um conjunto diferente de regras de interação para cada transação.

Ao começar a desenvolver um modelo cognitivo, de como o sistema trabalha, o usuário pode encontrar uma nova transação para a qual o modelo não é apropriado e acabará desenvolvendo um novo

[13] Vide Brown (1988, p.6) e Shneiderman (1992, p.84).

modelo, mais complexo, ou múltiplos modelos sempre tentando relembrar qual o mais apropriado para cada transação.

A consistência é importante não só para as ações específicas, mas também para classes de ações em vários níveis, como por exemplo em uma aplicação de processamento de palavras, a consistência não deve ser mantida apenas ao se excluir caracteres, mas ao se excluir, também, palavras, linhas e parágrafos.

Complementando as afirmações de Brown, Tognazzini (1990) aponta para o fato de que a consistência não deve apenas assegurar que mecanismos sejam usados da mesma maneira, *onde quer que ocorram*, mas também, por inferência, *sempre que ocorram*, se referindo a novas versões comerciais, por exemplo, de um mesmo software.

- **Compatibilidade entre estímulo e resposta**

Brown (1988, p. 12) define a compatibilidade entre estímulo e resposta como "*um termo usado para se referir aos relacionamentos entre estímulos e respostas que fazem a conexão entre os estímulos e as respostas apropriadas de maneira fácil*".

Para McCormick (apud Brown, 1988, p. 12) compatibilidade é uma característica espacial, de movimento ou conceitual do estímulo e da resposta que está mais consistente com as espectativas humanas. A compatibilidade pode ser inerente a situações, como no caso de se presssionar a tecla de controle do cursor da direita, em um teclado de computador, para mover o cursor para a direita, ou pode ser aprendida, como no caso de dirigir um veículo sempre do lado direito da rua.

Fitts e Seeger (apud Brown, 1988, p. 12) definem compatibilidade entre estímulo e resposta como um conjunto de combinações de estímulos e respostas, que resulta em uma alta taxa de transferência de informações. A compatibilidade resulta de situações que promovem um rápido processamento da informação pelo usuário. Tal situação minimisa a quantidade de processamento mental ou de recodificação requerida pelo ser humano. Para os projetistas de interfaces homem-computador, esta definição implica em fazer com que o computador apresente informações que sejam consistentes com as tarefas do usuário e com as capacidades e limitações do processamento de informação humano. Funções envolvendo traduções, cálculos e recordações de detalhes precisos da memória devem ser executadas pelo computador.

- **Metáforas e analogias**

Uma técnica muito eficaz que pode ser utilizada ao se desenvolver interfaces homem-computador é a de construção de metáforas e analogias de objetos, situações, procedimentos, etc. presentes no dia-a-dia da vida do usuário.

Para Brown (1988), uma vez que os usuários, geralmente, contam com analogias para construirem seus modelos mentais, deve-se explorar tal tendência desenvolvendo um sistema que o usuário irá perceber como sendo natural, lógico e fácil de entender. Pode-se citar como exemplo, o fato dos iniciantes geralmente tentarem conceitualizar programas processadores de textos através da construção de analogias com máquinas de escrever. Neste caso, os projetistas do programa processador de textos devem antecipar tal tendência, projetando protocolos e convenções para tirar vantagem do fato, fazendo com que o programa trabalhe de maneira similar a uma máquina de escrever.

Para Marcus (1993, p. 469) as "*metáforas auxiliam os usuários a entenderem e lembrarem das coisas*". As metáforas usualmente estão presentes no ambiente de trabalho dos usuários para os quais estão sendo desenvolvidas as aplicações, consequentemente, nem sempre é necessário o desenvolvimento de novas metáforas, sendo que o uso das existentes é suficiente.

Marcus (1993) também alerta para o cuidado que os projetistas devem tomar em certas situações com o uso das metáforas, pois podem encontrar uma forte oposição dos usuários caso não sejam considerados os aspectos sociais, psicológicos e antropológicos da comunidade usuária. Para algumas culturas, a apresentação em interfaces de certas imagens antropomórficas, quebram um tabú cultural que pode resultar em forte protesto. Em situações culturais diversas, os projetistas de interfaces podem necessitar subitamente de elaborar adaptações de metáforas às necessidades do usuário.

Ao se escolher metáforas para novos projetos de sistemas, deve-se examinar a comunidade do usuário para determinar qual deverá ser a metáfora adotada, antes de se impor qualquer outra, ou de se transferir outra, de outro ambiente, com características completamente diferentes da comunidade usuária. É interessante citar como exemplo, a busca de uma metáfora, que seja adequada à comunidade usuária, no

projeto de um sistema computacional para apoio ao ensino de deficientes mentais, em desenvolvimento pela Fundação Centro Tecnológico para Informática, onde se estuda a possibilidade da adoção de metáforas de personagens de livros e televisão brasileiros, como as do Sítio do Pica-pau-amarelo (Berlinck 1994) e do Castelo Rá-Tim-Bum (Hamburger 1994).

- **Expectativas e estereótipos**

Brown (1988) afirma que o conhecimento das expectativas dos usuários são importantes, nos projetos de interfaces homem-computador, não somente no sentido de aumento de usabilidade dos sistemas, mas também, no sentido de evitar os efeitos negativos da contradição de tais expectativas. Caso um projeto de interface não somente venha a falhar em atender uma expectativa existente do usuário, mas também a contradizer tal expectativa, proporcionando uma resposta do usuário oposta a esperada, passa a agir como uma transferência negativa de aprendizado, que muitas vezes resultará em muito tempo para ser esquecida e substituida pelo aprendizado esperado.

As associações que são comumente mantidas por um grupo relevante de pessoas são chamadas estereótipos da população. No desenvolvimento de interfaces, pode-se tirar vantagens da associação com sinais tráfego, que a maioria dos usuários conhece, usando-se a cor vermelha para sinalizar alarme, a amarela para precaução e verde para segurança, para tanto, è importante que se considere a população usuária particular ao selecionar o estereótipo apropriado para o projeto. As populações usuárias especializadas podem ter estereótipos únicos, não encontrados na população em geral ou que contradizem aos esperados. Se um produto for utilizado apenas por um grupo de usuários especializados, ele deve estar de acordo com o estereótipo do grupo. Na industria elétrica de potência, por exemplo, o vermelho usualmente denota "ligado", "aberto" ou "fluindo". Uma tela de um sistema designado para este tipo de indústria deve seguir tal estereótipo, apesar do estereótipo da população em geral apontar o significado do vermelho como "pare" ou "perigo".

- **Facilidade de aprendizado, facilidade de uso e funcionalidade**

Outro ponto crítico para Brown (1988), na definição da filosofia adequada para a interface do usuário, em um projeto de sistemas, é o estabelecimento do balanceamento apropriado entre a facilidade de aprendizado, a facilidade de uso e a funcionalidade. A facilidade de aprendizado se refere ao fato de um iniciante vir a ser proficiente no uso de

um sistema, com o mínimo de treinamento ou prática. A facilidade de uso se refere ao fato do sistema proporcionar a um usuário, conhecedor do mesmo, a execução de tarefas com o mínimo esforço. A funcionalidade se refere à quantidade e aos tipos de diferentes funções que o sistema pode executar.

Acredita-se que ao se projetar um sistema para ser de fácil aprendizado, seja requerido um inevitável sacrifício da funcionalidade e da facilidade de uso do mesmo para usuários experientes, porém, ao contrário do que se apresenta, uma cuidadosa atenção ao projeto da interface homem-computador, pode assegurar maneiras de proporcionar todas as três características desejadas, através de técnicas de otimização das mesmas. Estas técnicas indicadas por Brown (1988) e apresentadas em maior detalhe a seguir, são: projetar para iniciantes, especialistas e usuários intermitentes; evitar excesso de funcionalidade; proporcionar múltiplos caminhos e projetar para revelação progressiva e evolução gradual[14].

- **Projeto para iniciantes, especialistas e usuários intermitentes**

A maioria dos sistemas deve ser projetada para incorporar as necessidades dos usuários iniciantes, intermitentes e especialistas[15]. Para os principiantes pode ser necessária a apresentação de muitas mensagens, pelo sistema, e de muita consulta a menus. Os usuários intermitentes têm menor necessidade das mensagens, porém necessitam de consultas ocasionais, aos menus, por se esquecerem das funções e dos detalhes usados anteriormente. Os especialistas não necessitam perder tempo nem com mensagens e nem com menus, devendo portanto, lhes ser permitido cortar caminhos através das mensagens e menus e definir sequências complexas de ações como um comando de alto nível ou uma macro.

É comum notar usuários especialistas que se utilizam, mais comumente, de sistemas com interfaces do tipo CUI como a do DOS (Disk Operating System), reclamarem do uso de interfaces tipo GUI, como a do Windows, por falta de atalhos.

---

14 A expressão *evolução gradual* é apresentada no original por Brown (1988, p. 16) como "*graceful evolution*".

15 Devem ser feitas exceções a sistemas que, por motivos de segurança ou necessidade de alta velocidade de operação, exijam que sejam operados apenas por indivíduos bem treinados.

- **Excesso de funcionalidade**

  Não devem ser incluidos comandos ou opções para cada função concebível do sistema, pois tal excesso de comandos e funções podem inibir o usuário do sistema. Deve-se determinar a frequência e a criticidade de uso das funções candidatas para que se estabeleçam prioridades, assim, as funções de mais baixa prioridade devem ser eliminadas ou tornadas disponíveis, através de caminhos secundários, apenas se houver dúvidas no caminho primário.

- **Caminhos múltiplos**

  Conforme sugerido no parágrafo anterior, esta, talvez, seja a chave para que se possa proporcionar, ao mesmo tempo, a facilidade de aprendizado, a facilidade de uso e a funcionalidade adequada para um sistema. A técnica de múltiplos caminhos inclui:

  - desvios do menu que permitem, ao usuário, solicitar a opção, a tela ou a transação desejada através (e diretamente) de um comando, de um código ou de outro identificador;

  - técnicas de pilha ou de digitação seguida[16] que permitem ao usuário introduzir, em uma simples entrada, os dados que necessitariam de uma série de menus e transações, como no exemplo de sequências de comandos separados por delimitadores como ponto e vírgula;

  - macros, definidas pelo próprio usuário, que acionam sequências de comandos individuais e

  - opções de dispositivos de entrada que permitem o disparo de uma função através de mais de um dispositivo de entrada diferente, como é o caso da seleção de opções, em um menu, por intermédio de dispositivos apontadores, teclas de controle do cursor no teclado, digitação do número do item ou da letra de referência do menu, monitor sensível a toques ou disposivo de reconhecimento de voz[17].

---

16 "*Type-ahead technique*".

17 Mais detalhes sobre tais dispositivos podem ser encontrados na seção 2.4.2.3 neste capítulo.

- **Projeto para revelação progressiva e evolução gradual**

O enfoque usado no desenvolvimento de projetos usando caminhos múltiplos permite o encorajamento e o apoio à evolução gradual de um usuário. Para tanto, é fundamental que o usuário aprenda a operar o sistema de maneira fácil, com o mínimo de treinamento e experiência e conforme ele vai ganhando confiança e vai explorando, cada vez mais, o sistema, ele vai encontrado mais recursos para conseguir mais eficiência do mesmo. Alguns itens, que devem ser considerados no projeto do sistema, encorajam a evolução gradual do usuário na operação do mesmo: as funções fundamentais devem ser fáceis de serem aprendidas, a funções mais utilizadas devem ser de fácil execução, a experimentação deve ser encorajada, as consequências dos erros devem ser minimizadas através de ações reversíveis e, finalmente, o número de seleções requeridas pelo usuário, para produzir as saídas mais desejadas ou comuns, devem ser minimizadas fazendo com que o sistema assuma automaticamente tais seleções.

- **Independência de diálogo**

Antigamente, conforme afirmam Hartson e Hix (1989) os pesquisadores e projetistas de bancos de dados encontravam problemas quando era necessário que se fizesse modificações nos dados de um sistema, sem que fosse preciso modificar os programas correspondentes. A solução por eles encontrada foi a independência de dados, um conceito que direciona o projeto dos dados e do programa manipulador dos dados de um sistema, para que mudanças feitas em um não ocasione mudanças em outro.

Um conceito análogo ao de independência de dados é o de independência de diálogo. Tal conceito é baseado em uma definição formal para comunicação entre a interface homem-computador e os programas computacionais de um sistema. A independência de diálogo é um enfoque no qual as decisões de projeto, que afetam somente o diálogo homem-computador, são isoladas daquelas que afetam somente a estrutura do sistema de aplicação e do software computacional. Na prática isto significa que a aparência da interface para o usuário final e a escolha dos estilos de interação (como linguagens de comandos, menus, formulários), usadas para extrair as entradas do usuário final, não são conhecidas pelo software computacional. A independência de diálogo é crucial para a facilidade tanto da modificação da interface, para refinamentos interativos, como da manutenção do sistema.

A maioria dos enfoques modernos para gerenciamento de interface homem-computador é baseada em independência de diálogo.

- **Estilos de interação e de diálogo**

De acordo com Hutchins, Hollan e Norman (1986) existem pelo menos duas metáforas que descrevem as formas pelas quais o ser humano interage com os computadores: o **mundo conversacional** e o **mundo modelo**. Hartson e Hix (1989) afirmam que estes dois mundos correspondem a dois tipos genéricos de diálogos com computadores: o **diálogo sequencial** e **diálogo assíncrono**, respectivamente. No mundo conversacional o usuário final descreve para o computador o que quer fazer usando uma linguagem de comando. Este tipo de diálogo é tipicamente chamado de **diálogo sequencial**, e é executado através do movimento preditivo de uma parte do diálogo para a próxima. O diálogo sequencial permite a ambos o usuário final e o projetista do sistema, visualizarem o comportamento da interação com o sistema em uma sequência lógica específica. O diálogo sequencial inclui interações do tipo pergunta-resposta, cadeia de comandos digitados, navegações através de redes de menus e entrada de dados. Já no mundo modelo, o usuário final descreve para o computador o que quer fazer "apanhando" e "manipulando" (com um mouse por exemplo) as representações visuais de objetos. A manipulação direta é usada para descrever este estilo de interação[18].

Geralmente associado com manipulação direta na metáfora do mundo modelo está o **diálogo de multiplas linhas**, um conceito orientado a tarefas que se refere a multiplicidade de caminhos para tarefas, disponíveis ao usuário final, a um dado instante, durante o diálogo com o sistema. O termo genérico usado para este tipo de diálogo é **diálogo não sequencial**. No diálogo sequencial, o sistema permite que o usuário trabalhe somente em uma tarefa de cada vez. No **diálogo assíncrono**, várias tarefas (linhas) são disponíveis ao usuário ao mesmo tempo. O diálogo é assíncrono no sentido de que se pode seguir uma linha independente de outras, ou seja, é permitido ao usuário que mude para outra tarefa em qualquer ponto de seu trabalho e volte, posteriormente, para o ponto em que se encontrava. Os diálogos assíncronos, de múltiplas linhas, são algumas vezes chamados de **diálogos baseados em eventos**, devido ao fato das ações dos usuários para inicializar sequências de diálogos (como acionar o botão do mouse sobre um ícone por exemplo), serem vistas como eventos de entrada. O sistema proporciona as respostas para cada evento de entrada.

---

18 Vide manipulação direta na seção seguinte.

Os **diálogos concorrentes** são os diálogos assíncronos de múltiplas linhas nos quais mais de uma linha pode ser executada simultaneamente. Enquanto uma tarefa é executada, outra pode ser inicializada sobrepondo-se à primeira. Isto representa concorrência para ambos os pontos de vista, do usuário final e do sistema. Um exemplo simples de um diálogo concorrente, é o de um relógio na tela de um computador, atualizado através de um processo constante, sendo processado concorrentemente com um processador de textos.

Fähnrich e Hanne (1993) afirmam que as formas de interação entre o usuário e o computador estão sob pesquisas intensivas e apontam para três modos de interação: a **linguagem natural**, a **manipulação direta** e as **linguagens de interação formal**.

Na interação linguagem natural, uma classe de expressões específicas (expresões demonstrativas ou demonstrativos[19]) é de maior importância, e um ponto crucial na interação homem-computador baseada em linguagem natural. Uma vez que a linguagem natural, em sistemas de linguagem natural, é geralmente usada em uma determinada situação, em um determinado tempo e em um determinado local, por pessoas (ou sistemas), que compartilham uma grande quantidade de conhecimento geral e percepção situacional, a compreensão da linguagem natural depende destes fatores e pode ser expressa por meio de expressões demonstrativas.

O conceito de manipulação direta está definido a seguir nesta seção, de maneira separada, devido a sua importância nos projetos de interfaces homem-computador.

O estilo de interação chamado linguagem de interação formal, denota essencialmente as linguagens formais no sentido matemático, especialmente a programação, as linguagens de comando e os outros estilos clássicos de interações iniciadas pelo usuários com restrições conceituais e modelos semânticos.

Finalmente, Fähnrich e Hanne (1993) mencionam o que denominam por **interação homem computador combinada ou multimodo**, que é a combinação dos modos anteriores e que compartilha as

19 Expressões demonstrativas ou demonstrativos são expressões linguísticas como "isto", "aquilo", "alí", "aquí", etc. acompanhadas por gestos de indicação ou seleção manipulativa direta (Fähnrich e Hanne, 1993).

vantagens dos diferentes modos genéricos de interação, evitando suas desvantagens.

- **Manipulação direta.**

De acordo com Hutchins, Hollan e Norman (1986 p. 91), "O *termo manipulação direta foi criado por Shneiderman ... para se referir a interfaces que possuem as seguintes propriedades:*" (Schneiderman, 1992 p. 205)

"*1. Representação contínua dos objetos e ações de interesse*

2. *Ações físicas ou o pressionar de botões rotulados em vez de sintaxe complexa*

3. *Operações reversíveis incrementais rápidas cujo efeito no objeto de interesse é visível imediatamente.*"

Para Shneiderman (1992 p. 205), "*Usando estes três princípios, é possível projetar sistemas que tenham os seguintes atributos benéficos:*

- *os iniciantes podem aprender rapidamente o funcionamento básico do sistema, geralmente através de uma demontração feita por um usuário mais experiente;*
- *os especialistas podem trabalhar rapidamente para levar a cabo uma ampla gama de tarefas, até mesmo definindo funções e características novas;*
- *os usuários intermitentes e conhecedores, podem reter os conceitos operacionais;*
- *as mensagens de erro são raramente necessárias;*
- *os usuários podem ver imediatamente se suas ações estão atingindo seus objetivos e caso sejam contraprodutivas, podem simplesmente mudar a direção de suas atividades;*
- *os usuários experimentam menos ansiedade devido ao fato do sistema ser compreensível e das ações poderem ser revertidas facilmente e*

- *os usuários ganham confiança e domínio sobre o sistema pelo fato de serem os iniciadores da ação, se sentem no controle e a resposta do sistema é previsível"*

Hutchins, Hollan e Norman (1986) afirmam que no conceito de manipulação direta o meio computacional abstrato de todo o programa passa a ser substituido por uma forma gráfica que vai ao encontro do modo de pensar das pessoas sobre seus problemas. As operações desejadas são executadas simplesmente através do movimento dos ícones apropriados existentes na tela do sistema e de suas respectivas conexões. A conexão dos ícones equivale a codificação de um programa ou a chamada de um conjunto de subrotinas sofisticadas, porém com a vantagem da habilidade proporcionada pela manipulação direta e pela interação com o dado e suas conexões. Não existem operações ocultas, sintaxes ou nomes de comandos para serem aprendidos. "*O que você vê é o que você tem*"[20]. Algumas classes de erros de sintaxe são eliminadas, por exemplo, não se pode apontar para um objeto que não existe na tela. O sistema requer especialistas no domínio da tarefa, mas com apenas um conhecimento mínimo do computador ou de computação.

Shneiderman (1992) complementa o exposto sobre manipulação direta, afirmando que o uso de tais princípios em um sistema, não garante o sucesso do mesmo. Um projeto pobre, de implementação lenta ou funcionalidade inadequada pode solapar a aceitação do sistema. Para algumas aplicações, o menu de seleções ou as linguagens de comandos podem ser mais apropriados.

Os conceitos, aqui apresentados, são os mais importantes que devem ser considerados na elaboração de um projeto de software com interface centrada no usuário. Os estudos nesta área estão em pleno desenvolvimento e a cada dia surgem novos aspectos a serem considerados, fato que pode ser tomado como referência para que se possa medir a complexidade envolvida nos projetos de interface, olhando, neste caso, apenas pelo prisma do software. A seguir serão considerados os aspectos relativos ao hardware nas interfaces.

---

20 Tradução da expressão em língua inglesa "*What you see is what you get*" ou WYSIWIG (pronuncia-se *uisiuigui*), que se refere a um editor de textos no qual o que aparece na tela do computador é exatamente o que será impresso no papel. A teoria afirma que tal princípio capacita uma composição melhor, uma vez que o usuário não necessitará elaborar uma computação mental para imaginar qual será a forma da saída final daquilo que escreveu no editor de textos (Norman, Draper e Bannon, 1986 p. 497).

2.4.2- O HARDWARE

Nesta seção serão tratados os aspectos do hardware de um computador relevantes a um projeto de sistemas com a preocupação do conforto do usuário na sua operação. Não serão tratados aqui os aspectos relativos a arquitetura ou a capacidade do hardware e sim, mais precisamente, os itens de hardware que servem como meio de comunicação (interface), interagindo entre o usuário e o sistema, mais conhecidos como **dispositivos de interação ou interativos**. Tais disposivos interativos incluem todos os elementos de hardware de entrada e saída como o teclado, o mouse, a tela do monitor de vídeo, etc.. Barfield (1993, p.159) afirma que "*Existe uma grande quantidade de hardware no computador com a qual o usuário, o projetista do software e o projetista da interface do usuário nunca têm contato. São as entranhas do computador - as placas de circuito e os chips dentro dele. ... Do ponto de vista do projetista de interface para usuário, a exata natureza e o comportamento disto tudo não é importante. Assim como o projetista da ergonomia dos controles de um aparelho de som não necessita conhecer o funcionamento de todos os componentes eletrônicos do aparelho, também o projetista de interface para o usuário não necessita conhecer tudo sobre os circuitos dentro do computador.*".

Antes porém de se entrar em maiores detalhes sobre os dispositivos de interação, é necessário que se tome ciência de alguns conceitos importantes relacionados ao **feedback**[21].

2.4.2.1- FEEDBACK

De acordo com Barfield (1993), um dos mais importantes fatores, que dizem respeito aos projetos de interfaces usuário-computador, é o que se refere a acentuada falta de feedback nos atuais sistemas, que está começando a ser conhecido e documentado somente agora. O vocábulo feedback diz respeito a uma comunicação de informação ao usuário, que está relacionada expecificamente com aquilo que ele está executando no momento. O feedback proporciona ao usuário as informações a respeito de sua interação com o sistema, auxiliando-o na correta execução de seu intento, tornando-se, então, um dos ingredientes vitais para a interação usuário-sistema. Maus feedbacks podem ocasionar erros na interação usuário-sistema exigindo, portanto, dos projetistas de interfaces para usuários, um bom conhecimento da área, permitindo, desta forma, o desenvolvimento de sistemas que evitem erros e, no caso de eles existirem, auxiliem os usuários na sua reparação.

---

21 "***feedback*** *(fid béc). [Ingl.] S. m. Eletrôn. V. realimentação (2) e retroalimentação.*" (Ferreira, 1986, p. 766).

O feedback de um sistema interativo somente pode ser comunicado ao usuário por meio dos cinco sentidos: audição, visão, olfato, paladar e tato. Dos cinco sentidos são viáveis, para uma rápida comunicação de feedback de informação, no atual estágio dos dispositivos interativos comuns, apenas os canais da visão, da audição e do tato. No universo dos computadores somam-se a estas restrições mais dois outros fatores: primeiro, não há ainda maneiras de proporcionar aos usuários um feedback tátil configurável; segundo, a capacidade de áudio dos computadores está, somente agora, começando a se tornar uma realidade. Tais fatos fazem com que a maioria dos feedback comunicados ao usuário estejam restritos somente ao canal visual. Apesar disto tudo, é importante que se extenda mais um pouco sobre cada um dos três principais canais de feedback, sempre sob a ótica da interação com computadores, mesmo porque existe a necessidade de se explorar mais os outros dois canais menos utilizados.

O **feedback visual** é a forma mais importante e amplamente utilizada de canal em sistemas interativos de computador, sendo que a tela do monitor de vídeo é o principal alvo deste canal, apesar de existirem outros feedback visuais menos importantes como os sinais luminosos no teclado, nos "driver" de disco, etc.. Inicialmente o feedback baseado nas telas estava restrito a textos, porém, com o avanço do hardware a tela se tornou altamente configurável, tornando-se uma superfície de feedback que pode ser "manipulada" e transformada para fornecer a maioria das formas de feedback visual imaginaveis, criando até mesmo um mundo virtual no computador usando imagens, animação, cores e desenhos.

O **feedback auditivo** é também amplamente utilizado, porém ele não pode proporcionar a mesma riquesa de informação que a proporcionada pelo feddback visual. Inicialmente o feedback auditivo estava restrito a simples sinais sonoros, mas correntemente, ele está começando a se tornar, também, um recurso altamente configurável, capaz de proporcionar qualquer tipo de feedback audível imaginável, como sons gravados, mensagens de vozes e ruidos gerados artificialmente. Existe, atualmente, uma gama distinta de ferramentas de alto nível que permite uma rápida e efetiva utilização destes recursos, nos projetos de interfaces para usuários.

O **feedback tátil** oferece informações sobre o movimento de objetos que podem ser tocados e é o canal menos utilizado nas interfaces de computador para usuários. Existem alguns feedback táteis inerentes aos aspectos de hardware das interfaces para usuários, como apertar botões, chaves e movimentar mouses, sendo isto, tudo a que se restringe a maciça maioria dos computadores do mercado atual. No entanto, é tecnicamente possível proporcionar feedback tátil altamente configurável do mesmo modo que nos outros dois canais.

Um exemplo disto, são os dispositivos de feedback táteis que auxiliam os deficientes visuais, usuários de computadores, a lerem um texto apresentado na tela do mesmo[22].

Como pode ser notado, o conceito de feedback deve ser amplamente estudado antes de se pensar no dispositivo de interação mais adequado para uma projeto de interface, inclusive prevendo o uso da combinação de tais dispositivos, característica esta também conhecida pelo nome de **feedback combinado**.

2.4.2.2- A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO

Buxton (1986) compara os atuais sistemas de computadores com outras máquinas operadas pelo ser humano, como o automóvel, a máquina de costura e o órgão eletrônico e considera os primeiros muito pobres, no que se refere ao uso do potencial dos sistemas sensorial e motor humanos. Afirma (Buxton, 1986, p. 320) "*Minha tese é que nós podemos desenvolver interfaces que sejam mais naturais, fáceis de aprender, fáceis de usar e menos propensas a erro, se dedicarmos mais atenção à "linguagem do corpo", nos diálogos homem-computador*".

Quando se discute interfaces do usuário, as considerações sobre os dispositivos de interação geralmente ficam em último plano, apesar de serem as características físicas do sistema aquelas com as quais os usuários farão o primeiro contato. Tal falta de preocupação, longe de se referir apenas ao item conforto do usuário, é negativa uma vez que os diferentes dispositivos de interação possuem diferentes propriedades, servindo para diferentes aplicações. Apesar da existência do conceito de **independência de dispositivos**, que separa em classes genéricas os diversos tipos de dispositivos de interação e que conta com indicações sobre a fácil substituição de um dispositivo por outro da mesma classe, existem contestações como as levantadas por Buxton (1986), fazendo referência ao perigo de se acreditar que o intercambiamento técnico destes dispositivos se extende também para o conceito de usabilidade. Para ele, é sempre importante que se tenha em mente o fato de que todos os dispositivos, dentro de uma mesma classe, possuem suas próprias idiossincrasias e que são estas diferenças idiossincráticas que determinam o emprego de um certo dispositivo para um determinado contexto. A independência de dispositivos é um conceito útil, porém somente quando considerações adicionais como as mencionadas são levadas em conta na elaboração da escolha dos dispositivos.

---

[22] Mais detalhes sobre este assunto são apresentados no capítulo 3 deste trabalho.

Buxton (1986) cita, como exemplo do problema acima exposto, entre outros, a comparação entre dois joystics isométricos[23] semelhantes, cuja única diferença é o tamanho das hastes. Este aparente pequeno detalhe resulta no fato de que o grupo de músculos empregado no manuseio deles, difere de um para outro e consequentemente a quantidade de força necessária para se obter a mesma saída também varia. A utilização de um e de outro obviamente depende do contexto para o qual a aplicação foi desenvolvida e suas diferenças são mais significativas que suas similaridades. Na falta de um deles, talvez seja mais apropriado o uso de um tipo totalmente diferente de transdutor (um mouse por exemplo), do que o uso de outro joystick isométrico. É importante reparar que no exemplo exposto estão sendo discutidas as diferenças entre dois joystick isométricos, enquanto que, na maioria dos casos, são discutidas as diferenças de aplicação entre joystics e mouses ou trackbolls[24].

Após ter sido apontada a importância de um estudo mais profundo a respeito dos dispositivos de interação nos projetos de interface para usuários, faz-se necessária a apresentação de tais dispositivos.

2.4.2.3- TIPOS DE DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO

Antes de se iniciar diretamente a exposição de cada dispositivo de interação, são necessários alguns comentários a respeito da classificação de tais dispositivos, de acordo com suas capacidades de interação funcionais lógicas, conforme apresentado por Rogers e Adams (1990).

---

[23] São os joystics cuja haste é fixa, fazendo com que seja acionado pela pressão dos dedos em sua haste. Maiores detalhes sobre estes dispositivos são oferecidos na seção 2.4.2.3 deste capítulo.

[24] Detalhes sobre este dispositivo são apresentados na seção 2.4.2.3 deste capítulo.

Quadro 2 - Classificação de dispositivos de acordo com funções de interação.

CAPACIDADE FUNCIONAL LÓGICA[25]	DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO FÍSICOS
Posicionador	Tablet Touch panel Joysticks Trackball Mouse
Quantificador	Potenciômetros
Apontador	Lightpen
Seletor	Chaves Botões de apertar Interruptores
Processador de caracteres	Teclados

Cada dispositivo físico exerce uma função lógica que fornece determinado tipo de informação ao sistema. A **função do posicionador** é fornecer informações em forma de cooordenadas em duas ou três dimensões. A **função do quantificador** é fornecer um simples valor, geralmente um número real entre zero e algum real máximo. A **função do apontador** é identificar ou selecionar objetos dentro de uma determinada tela. A **função do seletor** é selecionar e ativar eventos ou procedimentos que controlam o fluxo interativo, fornecendo, geralmente, somente informações binária digitais ("on" e "off"). Finalmente, a **função do processador de caracteres** é processar informações textuais.

Shneiderman (1992), afirma que a introdução do conceito de fatores humanos proporcionou centenas de novos (e variações de antigos), dispositivos de interação físicos e apresenta tais dispositivos, a seguir, dividindo-os em 4 classes: teclados e chaves de função; apontadores; reconhecimento, digitalização e geração de voz; monitores de vídeo e impressoras.

- **Teclados e teclas de função.**

O **teclado** é ainda o dispositivo que permite a entrada de dados textuais em um sistema de computador mais utilizado no mundo.

[25] Apesar dos diferentes tipos de capacidade funcional lógica serem referidos aqui em nosso país na língua inglesa, optou-se, neste trabalho, pela adaptação dos vocábulos para a língua portuguesa da seguinte forma: "locator" = posicionador, "valuator" = quantificador, "pick" = apontador, "button" = seletor e "keyboard" = processador de caracteres.

Possibilitam a introdução de dados a uma velocidade média de aproximadamente 5 caracteres por segundo, ou 50 palavras por minuto, podendo ultrapassar os 15 caracteres por segundo, ou 150 palavras por minuto, no caso dos usuários bem treinados. Alguns tipos de teclados conhecidos como "**chord**" atingem velocidades ainda maiores, acima de 300 palavras por minuto, permitindo que várias teclas sejam pressionadas simultâneamente representando vários caracteres ou uma palavra. São geralmente utilizados para registro de depoimentos em julgamentos nos tribunais.

O tamanho de um teclado e o seu formato influenciam no grau de satisfação do usuário na sua utilização. Um teclado com um moderado grau de inclinação (10 a 25 graus), proporciona maior conforto ao usuário, conforme apontam Emmons e Hirsch (apud Shneiderman, 1992, p.237). O leiaute mais utilizado atualmente em teclados para computadores é o chamado QWERTY[26], desenvolvido por volta da década de 1870 por Christopher Latham Sholes, que apesar de deixar muito a desejar em termos de desempenho de operação por seus usuários[27], persiste (devido a sua ampla difusão em tempos antigos e decorrente hábito adquirido como herança das máquinas de escrever), impedindo a difusão de outros leiautes muito mais eficientes. Alguns pesquisadores têm reconhecido que a disposição dos pulsos e das mãos nos teclados tradicionais é desajeitada, tendo por isto, redesenhado outros teclados, nos quais as teclas utilizadas pela mão esquerda ficam separadas das teclas utilizadas pela mão direita por uma distância de nove centímetros e meio, com um ângulo aberto de vinte e cinco graus e uma inclinação de dez graus, oferecendo grandes áreas para posicionamento dos antebraços e pulsos, melhorando a postura e o desempenho dos usuários.

Os teclados possuem **teclas de funções** para funções especiais ou programadas, geralmente rotuladas por F1 a Fn ou PF1a PFn. O formato das teclas também é um fator importante para a escolha de um teclado adequado. Os teclados modernos possuem teclas de meia polegada quadrada com cerca de um quarto de polegada de distância entre elas. Suas superfícies são côncavas propiciando um bom contato com os dedos do

---

26 A denominação se origina do nome das primeiras seis teclas, disponíveis para as letras do alfabeto, no canto superior esquerdo do teclado.

27 Para que sua máquina de escrever não "encavalasse" constantemente suas hastes - devido a limitada velocidade de resposta mecânica aos usuários, que datilografavam acima de certa velocidade - Sholes idealizou uma combinação entre as teclas do teclado que dificultasse a digitação das palavras em língua inglesa, diminuido assim a velocidade de digitação de seus usuários e a consequente redução da possibilidade de "encavalamento" das hastes (Shneiderman 1992, p. 238).

operador e possuem um acabamento áspero que impede que os dedos escorreguem em sua superfície e que a mesma reflita a luz incidente. Emitem um ruido característico que funciona como feedback audível de extrema importância para a digitação, juntamente com o feedback tátil.

- **Dispositivos apontadores.**

Foley Wallace e Chan (apud Shneiderman, 1992, p. 245), afirmam que os dispositivos apontadores são aplicáveis em seis tipos de **tarefas de interação**: **seleção**, onde o usuário escolhe entre um conjunto de itens apresentados pela tela do computador; **posicionamento**, onde o usuário escolhe um ponto em um ou mais espaços dimensionais existentes na tela do computador; **orientação**, onde o usuário escolhe a direção em um ou mais espaços dimensionais existentes na tela do computador; **caminho**, onde o usuário rapidamente executa uma série de posições e orienta operações; **quantificação**, onde o usuário especifica um valor numérico e finalmente, **texto**, onde o usuário introduz, movimenta e edita textos em um espaço bi-dimensional. No passado tais funções eram executadas através dos teclados, porém, atualmente, elas podem ser melhor executadas por dispositivos que as desempenham mais rapidamente e com menor quantidade de erros.

Shneiderman (1992) classifica os dispositivos apontadores em duas categorias: **dispositivos apontadores diretos**, que permitem um controle direto sobre a superfície da tela do monitor de vídeo e **dispositivos apontadores indiretos**, que permitem um controle indireto sobre a superfície da tela do monitor de vídeo.

- **Dispositivos apontadores diretos:**

A **lightpen** foi o primeiro dispositivo que permitiu ao usuário apontar para um ponto em uma tela e executar uma das tarefas de interação. Na verdade ela pode executar todas as seis tarefas de interação. As lightpens têm modelos que variam na espessura , tamanho, peso, forma (geralmente no formato de uma caneta) e posição dos seus botões. Possuem algumas desvantagens: sua utilização em contato direto com uma tela de vídeo na posição vertical, causa fadiga nos braços do usuário; as mãos do usuário atrapalham a visão de partes da tela; os usuários têm que remover suas mãos do teclado para que possam pegar a lightpen

A **tela sensível a toques** permite que se aponte diretamente para um objeto na tela do computador sem qualquer necessidade de objetos, apenas usando um dedo da mão. As telas sensíveis a toques atuais proporcionam alta precisão e são indicadas para aplicações dirigidas a usuários iniciantes, para as quais o teclado pode ser eliminado e para sistemas de acesso público, por não possuirem partes móveis proporcionando uma boa durabilidade. Estão sendo, também, cada vez mais utilizadas em equipamentos domésticos, de processos, de controle de tráfego aéreo, instrumentos médicos e sistemas militares.

O **estilete** está sendo muito utilizado para a interação com os novos computadores modelo "notebook", por serem de fácil manuseio, confortáveis e permitirem alta precisão. São usados para selecão de formas, menus e teclas de teclados virtuais apresentados na tela do computador e para introdução de textos escritos a mão livre também sobre a tela do computador.

- **Dispositivos apontadores indiretos:**

O **mouse**, assim como os outros dispositivos apontadores indiretos exige maior coordenação entre os olhos e as mãos que os dispositivos apontadores diretos. O mouse é atrativo por permitir que as mãos descansem em uma posição confortável, por possuir botões de fácil manuseio, por permitir que sejam feitos longos movimentos rapidamente e por possibilitar precisão de posicionamento. Como itens desvantajosos, é necessário um espaço livre sobre a mesa onde será manipulado, seu fio pode atrapalhar os seus movimentos e a retomada de ações pode ser necessária para longos movimentos. A variedade de modelos de mouses (quantidade de botões, localização do sensor, peso, tamanho entre outros) indica que os seus projetistas ainda estão decidindo pela melhor alternativa de sua forma. Apesar do exposto, o mouse é atualmente o mais utilizado dos dispositivos apontadores indiretos.

O **trackball** é as vezes descrito como um mouse de cabeça para baixo. É constituido por uma bola rotativa, com duas a seis polegadas de diâmetro, que movimenta um cursor na tela do computador de acordo com seu movimento. É montada em uma mesa ou caixa sólida que permite ao operador manusear a bola vigorosamente. É o dispositivo preferido em sistemas de controle de tráfego aéreo e em alguns videogames. Pequenos trackballs são

também empregados como dispositivos apontadores em computadores portáteis.

O **joystick** para computadores é apresentado em dezenas de formatos com variações no comprimento da haste, na força aplicada, nos botões ou gatilhos entre outras. É utilizado em aplicações onde haja a necessidade de rastreamento (como seguir um objeto na tela), por necessitar de pouca extenção de movimento para movimentar o cursor na tela e pela facilidade de possibilitar mudanças na direção do cursor na tela.

A **placa gráfica** é uma superfície sensível ao toque, separada da tela do monitor de vídeo, usualmente utilizada deitada sobre uma mesa ou no colo do usuário. Tal posição permite um conforto para as mãos e evitando que as mãos do usuário fiquem sobre a tela. A placa gráfica permite a introdução limitada de dados, podendo ser operada através do deslocamento de um dedo, lápis ou estilete.

O **touchpad** é uma superfície de três por quatro polegadas, colocada ao lado do teclado, que oferece as mesmas possibilidades de uma tela sensível a toques, sem que o usuário precise colocar as mãos na tela. É necessaria muita coordenação entre as mãos e os olhos para a sua operação.

- **Dispositivos apontadores inovadores**

Para Shneiderman (1992) a popularidade dos dispositivos apontadores e a procura de novas formas para engajar usuários variados em atividades variadas, têm levado os projetistas e pesquisadores ao desenvolvimento de inovações. Uma vez que a mão do usuário deve estar ocupada no teclado, vários projetistas têm explorado outros métodos para selecionar e apontar, como é o caso de um **mouse para o pé**, que testado levou duas vezes mais tempo para ser utilizado que o manual. **Rastreadores de olhos** ("eye-tracking") e controladores **detectores de olhar fixo** ("gaze detecting") têm sido desenvolvidos por vários pesquisadores e companhias que produzem dispositivos para auxílio a deficientes. As **luvas de dados** ("DataGloves") muito utilizadas em realidade virtual (ver seção 2.2.3), possuem sensores de fibra ótica para medir a posição dos dedos, proporcionando um feedback capaz de mostrar a localização de cada dedo, possibilitando que comandos como fechar

as mãos, abrir as mãos, apontar com o dedo indicador e outros gestos, possam ser reconhecidos pelo computador, embora com baixa precisão e resposta lenta.

- **Reconhecimento, digitalização e geração de voz**

Schneiderman (1992) afirma que os projetistas de hardware têm feito um grande progresso com dispositivos de manipulação de voz e que as direções atuais das área divergem da fantasia da ficção científica. A visão de um computador que participa de uma conversa com o seu usuário parece mais uma fantasia que uma realidade aceitável. Em vez disto, aplicações práticas para tarefas específicas, com dispositivos específicos, estão em desenvolvimento, como é o caso das aplicações voltadas para as pessoas com certas deficiências físicas. O mesmo porém não tem acontecido em aplicações de uso geral, em escritórios ou computação pessoal. A tecnologia computacional voltada para a voz abrange quatro tipos diferentes de dispositivos de interação: os de reconhecimento de palavras discretas; os de reconhecimento de fala contínua; os de armazenamento e emissão de mensagens e os de geração de voz.

- **Reconhecimento de palavras discretas**

Os dispositivos de reconhecimento de palavras discretas reconhecem palavras individuais faladas por uma pessoa específica. A maioria destes sistemas se utiliza de uma técnica denominada **treinamento dependente da fala**, na qual o usuário repete, para o sistema, todo o vocabulário necessário uma ou duas vezes. **Sistemas independentes da fala** estão sendo desenvolvidos e começando a se tornar suficientemente seguros para certas aplicações comerciais. Existem certas aplicações que empregam os dispositivos de reconhecimento de palavras discretas, bem sucedidas, voltadas para deficientes físicos, que se destinam a permitir que indivíduos confinados a uma cama, paralíticos, ou portadores de outras limitações, possam ampliar os horizontes de suas vidas. Estes usuários podem controlar cadeiras de rodas, operar equipamentos ou se utilizarem de computadores pessoais para uma variedade de funções. O emprego destes dispositivos tem sido bem sucedido, também, em aplicações em que as mãos do usuário estão ocupadas, onde é necessário mobilidade, onde os olhos do usuário estão ocupados e em condições difíceis (sob a água ou campo de batalha) ou restritas em termos de espaço (cabine de aeronaves), onde a

utilização de teclados fica impossibilitada. Existem pesquisas e testes de tais equipamentos sendo feitas com o objetivo de empregá-los em aeronaves militares, salas de cirurgia, laboratórios de treinamento e automação de escritórios.

- **Reconhecimento de fala contínua**

Apesar de existirem muitos projetos de pesquisa buscando o reconhecimento de fala contínua, a maioria dos observadores acreditam que um produto de sucesso comercial não será realidade dentro de uma ou duas décadas, conforme afirma Shneiderman (1992). A dificuldade existente para os sistemas de reconhecimento de fala contínua envolve o reconhecimento da separação entre as palavras faladas. Nos padrões de fala normal, as palavras são mal pronunciadas nos limites das suas separações. Espera-se, com o futuro sucesso de tais sistemas, que os seus usuários possam ditar cartas ou compor relatórios verbalmente e que os computadores que os empregam possam rastrear, em busca de palavras ou tópicos específicos, longas gravações de áudio, programas de rádio e chamadas telefônicas.

- **Armazenamento e emissão de mensagens**

Os sistemas de armazenamento e emissão de mensagens são aqueles que possibilitam o armazenamento e a emissão de mensagens faladas. As mensagens armazenadas no sistema são comumente utilizadas para fornecer aos seus usuários as informações sobre o tempo, sobre linhas aéreas e sobre dados financeiros. As transmissões de mensagens pessoais, através das redes telefônicas, estão se tornando cada vez mais populares nos paises desenvolvidos e possibilitam ao usuário, após seu devido registro no sistema, o uso do teclado do telefone para armazenamento de mensagens escritas e posterior envio das mesmas a um ou mais usuários do sistema.. Outras aplicações de fala digitalizada podem ser observadas em sistemas instrucionais, auxílio online e comentários em documentos no formato magnético.

- **Geração de voz**

A geração de voz é um exemplo de uma tecnologia bem sucedida e bastante utilizada mesmo que subestimada por alguns projetistas. Seu custo é baixo, é compacta e

segura. Os equipamentos de geração de voz (também conhecidos como **sintetizadores**), têm sido usados em câmeras fotográficas, em bancos 24 horas, em automóveis, em jogos infantis, entre outras aplicações.

Uma área particular, onde a aplicação da geração de voz tem obtido grande sucesso, é a dos deficientes visuais. A Leitora Kurzweil é utilizada em centenas de bibliotecas no mundo. Ela possui um dispositivo que esquadrinha o texto de um livro e executa um aceitável trabalho de leitura do texto, uma palavra por vez.

A qualidade do som na tecnologia de geração de voz, pode ser muito boa quando as palavras, a pronúncia ou a fala humana digitalizada podem ser armazenadas em um dicionário do sistema, porém quando são utilizados algoritmos para gerar o som, a qualidade do sistema, em termos de nitidez de som, é algumas vezes degradada.

Segmentos de voz digitalizados podem ser concatenados para formar frazes e sentenças mais complexas, possibilitando aplicações em sistemas de informação por telefone, baseados em voz, para bancos, cartões de crédito, e outros que se utilizam desta tecnologia.

Outros tipos de aplicações da tecnologia de voz se apresentam na utilização de tons de áudio, sonorização e música. Tais componentes podem ser combinados de maneiras criativas: de simples sistemas que geram mensagens a complexas interações que aceitam comandos de voz, geram feedbacks falados, proporcionam sonorização de dados científicos e permitem a observação e a edição de vozes armazenadas.

- **Monitores de vídeo**

Os monitores de vídeo ou **VDUs** ("visual display unit") têm sido a principal fonte de feedback do computador para o usuário conforme aponta Shneiderman (1992). O VDU possui muitas características importantes como: rápida operação, tamanho e resolução razoáveis, operação silenciosa, não desperdiça papel, custo relativamente baixo, confiabilidade, destaca objetos brilhando ou piscando e permite graficos e animação.

Shneiderman (1992) classifica as aplicações e equipamentos que se utilizam da tecnologia dos monitores de vídeo da seguinte maneira: monitores de vídeo monocromáticos; monitores de vídeo coloridos; imagens de televisão, videodiscos e compact disks; estações de trabalho de múltiplas telas e, finalmente, projetores, telas montadas em capacetes e eyephones.

- **Monitores de vídeo monocromáticos**

Para certas aplicações os monitores de vídeo monocromáticos são adequados e até mesmo preferidos, especialmente se possuem uma resolução de imagens maior que a de um similar colorido. São produzidos utilizando-se de várias tecnologias diferentes como a de tubos de raios catódicos (CRT), painél de plasma, cristal líquido (LCD), diodos emissores de luz (LEDs) e painéis eletroluminescentes. A tecnologia empregada afeta as seguintes variáveis: tamanho; capacidade de apresentação de animações; resolução de imagem; espessura da superfície; reflexo da luz incidente na superfície; contraste; brilho; nitidez das linhas; formato dos caracteres e tolerância a vibrações entre outras.

- **Monitores de vídeo coloridos**

Os monitores de vídeo coloridos podem tornar os videogames, as simulações educacionais, as aplicações CAD ("computer aided design") e muitas outras, mais atrativas e efetivas para os usuários, porém, deve-se tomar muito cuidado no uso indevido das cores, pois do mesmo modo que a utilização adequada de imagens coloridas são atrativas para a vista e a codificação de cores dos objetos na tela pode levar a uma rápida identificação e reconhecimento dos mesmos, o uso excessivo e impróprio de cores pode confundir e inibir o desempenho do usuário.

O grande progresso na área de computação gráfica tem incrementado a utilização dos monitores de vídeo coloridos em animação e imagens interessantes têm sido criadas para videogames, filmes de cinema, vinhetas e comerciais de televisão.

- **Imagens de televisão, videodiscos e compact disks**

Um outro aspecto das imagens gráficas é o uso da tecnologia da televisão para capturar imagens de fotografias, desenho e mapeamento do mundo real, permitindo que se obtenha rapidamente imagens detalhadas que podem ser alteradas de modo relativamente fácil. Tais **imagens de televisão** podem ser armazenadas sob a forma digitalizada, em meios magnéticos, fornecidas eletronicamente, editadas e impressas. Muitos sistemas de vídeo-conferência, baseados em computador, permitem que seus usuários enviem imagens através de linhas telefônicas normais em formato de dados comprimidos.

Outra emergente combinação de mensagens e computador é o **videodisco controlado por computador**. Os videodiscos podem armazenar mais de cem mil imagens em um simples disco de doze polegadas de diâmetro. Videodiscos utilizados para arte, fotografia, viagem e história têm sido oferecidos regularmente. A tecnologia de videodisco permite que as informações sejam apenas lidas e não gravadas nos discos pelos usuários e o custo de sua produção ainda é uma limitação para um uso mais amplo.

Os **compact disks** geralmente conhecidos como **CD-ROMs** (compact disk with read-only memory) que possibilitam

a gravação de som, texto ou imagem têm um futuro promissor. Enciclopédias eletrônicas, bancos de dados numéricos, mapas e jogos têm sido desenvolvidos com uma crescente frequência. Um aparelho para compact-disk juntamente com um pequeno monitor de vídeo permite a motoristas uma visão de mapas de ruas e estradas. O potencial para acesso rápido a bancos de dados indexados de imagens e textos é um forte atrativo para projetistas e usuários.

- **Estações de trabalho de múltiplas telas**

Uma simples tela que geralmente limita aquilo que o usuário pode realizar, pode ser substituida por uma grande tela, possivelmente com múltiplas janelas, ou pela utilização de duas ou mais telas que é uma solução menos dispendiosa. Uma tela de computação gráfica e um videodisco, lado a lado, podem apresentar textos gerados por computador e imagens de televisão simultaneamente.

- **Projetores, telas montadas em capacetes e eyephones**

Conforme explana Shneiderman (1992), o desejo de mostrar e de ver imagens geradas por computador tem inspirado os pesquisadores a desenvolverem vários novos produtos, como os sistemas **projetores** de televisão que têm sido adaptados para apresentar imagens de alta resolução geradas por computadores. As **telas montadas em capacetes** são outros dispositivos que consistem de uma pequena tela montada em uma espécie de capacete, na qual o usuário pode visualizar informações enquanto move sua cabeça, fazendo com que a informação visualizada por ele possa variar em função da direção para qual ele está olhando. Já, os pesquisadores da área da realidade virtual (ver seção 2.2.3) têm explorado os EyePhones, que consistem de um par de pequenos monitores montados em óculos (similares a óculos de proteção), que produzem efeitos de imagens em três dimensões. Outras tentativas de produção de telas tridimensionais incluem superfícies vibratórias, hologramas e lentes polarizadas entre outras.

- **Impressoras**

Existe no mercado atual uma ampla variedade de impressoras que se utilizam de vários tipos de tecnologia, permitindo cada vez mais uma melhor qualidade das suas saídas impressas com maior

velocidade. As modernas **impressoras de matriz de pontos** imprimem mais de 200 caracteres por segundo, possuem múltiplas fontes de impressão, podem imprimir em negrito, usam uma enorme variedade de tamanho e tipo de caracteres e possuem capacidade gráfica. As **impressoras de jato de tinta** oferecem operação silenciosa e saída de alta qualidade. As **impressoras térmicas** são silenciosas, compactas e de baixo custo. Os grandes computadores posuem sistemas de impressão com **impressoras de linha de impacto** que operam imprimindo mil e duzentas linhas por minuto ou **impressoras laser** que imprimem trinta mil linhas por minuto. As impressoras laser agora também disponíveis para microcomputadores suportam gráficos e produzem imagens de alta qualidade, com velocidades que variam de quatro a quarenta páginas por minuto e com resoluções que variam de duzentos a quatrocentos pontos por polegada. As **impressoras a cores** permitem aos usuários a produção de listagens com gráficos coloridos usualmente utilizando-se da técnica de matriz de pontos ou jato de tinta com três cabeças impressoras ou de tintas. A imagem impressa é geralmente de menor qualidade que a imagem de uma tela do vídeo. A impressora a cores que se utiliza da técnica de impressão a laser proporciona maior brilho e nitidez de imagens coloridas que as demais citadas. **Plotters** permitem a geração de gráficos, desenhos de linhas e mapas em rolos de papel ou folhas acima de trinta e seis por cincoenta polegadas, podendo fazer uso de apenas uma ou de várias canetas coloridas. As impressoras fotográficas permitem a criação de slides ou transparências de 35 milimetros, ou mais, e impressões fotográficas. Finalmente, existem também os dispositivos de **saída de computadores para microfilmes** também conhecidos como **COM** (computer output microfilm) que são efetivos em aplicações de alto volume de dados impressos.

Como pode ser notado, após o que foi apresentado a respeito do hardware, existe uma ampla gama de dispositivos de interação disponíveis no mercado e semelhante quantidade em desenvolvimento. É possível, também, observar a necessidade de estudos mais profundos sobre tais dispositivos, pelo projetista de interfaces homem-computador, devido a complexidade envolvida para a escolha dos mesmos, sendo que este fator se torna mais crítico ainda, devido ao rítimo acelerado com que novos dispositivos se apresentam disponíveis. Não se pode comparar as vantagens e desvantagens entre um e outro equipamento, com o intuito de destacar o melhor, sem que se conheça claramente as características da aplicação que os utilizará, assim como o ambiente de trabalho e o própio usuário que irá operá-lo, levando em conta neste caso tanto os aspectos físicos como mentais do mesmo.

Com a apresentação do hardware este capítulo se encerra, fornecendo uma visão abrangente da área de interfaces homem-computador, sua importância e os aspectos a ela relacionados referentes ao homem e ao computador. O objetivo do capítulo foi o de permitir uma visão geral sobre o tema, com o intuito de proporcionar uma boa base para melhor entendimento da problemática envolvida no tema em discussão no capítulo seguinte, que envolve as interfaces homem-computador sendo oferecidas a um usuário muito especial, que é o deficiente visual.

Capítulo 3

Interfaces Homem-Computador Destinadas aos Deficientes Visuais

No capítulo anterior procurou-se enfocar o meio pelo qual o usuário se relaciona com o computador, ou seja a interface homem-computador. Com o que foi apresentado, procurou-se de maneira bem explícita enfatizar a importância de se colocar em primeiro plano o usuário da interface, no que diz respeito ao desempenho e conforto do mesmo. O usuário então, levado em consideração, com raras excessões[28], se trata de um indivíduo sem restrições de capacitação física ou mental. Existem no entanto outros tipos de usuários de computador, muito pouco mencionados nas literaturas da área em questão, que fogem dos padrões usados como referenciais para os projetos de interfaces, exigindo de tais projetistas a criação de interfaces especiais. Tratam-se dos usuários portadores de deficiências mentais ou físicas.

Vanderheiden (1992) classifica os usuários deficientes, conforme o tipo de deficiência das quais são portadores, em cinco categorias: deficientes visuais, deficientes auditivos, deficientes motores, deficientes em cognição/linguagem e os que sofrem de convulsões. Adiciona a estes cinco tipos, os que possuem múltiplas deficiências. Em cada um dos tipos de deficiências apresentados existem variações de graus de deficiência. Cada um deles pode apresentar barreiras diferentes e necessidades de abordagens através de diferentes estratégias.

Os indivíduos deficientes são considerados usuários de computadores por três motivos diferentes: pela necessidade do uso de computador, direta ou indiretamente, devido a sua constante e crescente presença em grande parte dos aparelhos que servem ao ser humano, no dia-a-dia em seu meio ambiente e como dispositivo auxiliar para aquisição de informações; pela aplicação do

---

[28] Vide seções 2.4.2.1 e 2.4.2.3

computador como instrumento usado na recuperação dos mesmos[29] e finalmente, podendo até ser interpretado como um subconjunto do primeiro motivo, pela necessidade de atuação como um profissional tanto da área de informática como de outras áreas em que o indivíduo necessita do computador para exercer sua função, fato que se acentua cada vez mais.

No presente capítulo, o objetivo é discutir especificamente o problema do acesso ao computador (através das interfaces), pelo usuário portador de deficiência visual grave, mais especificamente ainda pela necessidade de atuação profissional, ou pela busca de informações. Porém, antes de se abordar diretamente o tema referente às interfaces de computador, para tais usuários, é necessário que se faça uma breve explanação do que se entende por deficientes visuais com deficiências graves.

3.1- OS DEFICIENTES VISUAIS

Conforme apresenta Vanderheiden (1992)[30], a deficiência visual abrange pessoas que possuem, desde uma visão fraca, passando por aquelas que somente conseguem distinguir luzes, mas não formas, até aquelas que não conseguem perceber sequer a luz. Porém, para fins de discussão, divide-se estas pessoas em dois grandes grupos: os que posssuem pouca visão, conhecidos como os de visão sub-normal, e os que são legalmente cegos. A National Society for the Prevention of Blindness estima que há, nos Estados Unidos, 11 millhões de pessoas com deficiência visual dos dois tipos: visão sub-normal ou cegos.

No Brasil, não existem dados oficiais sobre a incidência de deficientes visuais na população, por falta de interesse do censo demográfico nacional, porém, de acordo com uma estimativa de prevalência elaborada por José (1993), cerca de 0,3% da população do país deve ser constituida de indivíduos cegos e 2% de indivíduos com visão subnormal. Já Bueno (1988) afirma que, de acordo com estimativa feita em 1985, cerca de seissentas e cincoenta mil pessoas eram cegas ou seja 0,5% da população do Brasil na época.

A visão sub-normal é definida como a capacidade de visão que uma pessoa possui, situada entre 20/40 e 20/200 após a correção. Uma pessoa

---

[29] Um trabalho importante neste sentido é o projeto Sistema Computacional de Apoio ao Ensino de Deficientes desenvolvido pelo Instituto de Microeletrônica da Fundação Centro Tecnológico para Informática - CTI em Campinas, SP. Ver também na seção 2.4.2.3 o item Reconhecimento de Palavras Discretas.

[30] Uma cópia deste relatório foi publicado em Vanderheidem (1993), sem os apendices A, B e C.

com visão de 20/200 é aquela que consegue ver algo a 20 pés (6,096 m) de distância da mesma maneira que uma outra pessoa normal consegue ver a 200 pés (60,96 m) de distância. Uma pessoa considerada com visão normal, possui a capacidade de visão de 20/20.

Existem de 9 a 10 milhões de pessoas com visão sub-normal nos Estados Unidos. Algumas delas conseguem ler se o impresso for grande e estiver muito próximo da vista (ou através de lentes de aumento). Outras conseguem apenas detectar grandes formas, cores ou contrastes. Existem aproximadamente 1.2 milhões de pessoas com sérios problemas visuais, que não são legalmente cegos.

Segundo Vanderheiden e Vanderheiden (1991, p. 8) "*A visão subnormal, inclui problemas (após a correção), como escurecimento da visão, visão embaçada, névoa (película) sobre os olhos, visão apenas de objetos extremamente próximos ou perda de visão a distância, visão distorcida, manchas na frente da visão, distorção de cores ou dautonismo, defeitos no campo visual, visão em túnel, falta de visão periférica, sensibilidade anormal a luz ou claridade e cegueira noturna.*".

Conforme afirma Vanderheiden (1992), uma pessoa é classificada como legalmente cega quando sua acuidade visual é 20/200 ou pior após a correção, ou quando seu campo de visão é menor que 20 graus[31]. Existem aproximadamente meio milhão de indivíduos nos Estados Unidos que são legalmente cegos.

A cegueira pode se apresentar no nascimento da pessoa, ser adquirida através de doença ou acidente , ou pode ser associada à idade (glaucoma, catarata, degeneração macular, atrofia do nervo ótico e retinopatia diabética). De acordo com a American Foundation for the Blind, mais de uma pessoa entre mil, com menos de 45 anos de idade, possui algum tipo de deficiência visual, enquanto uma pessoa em cada 13 indivíduos com mais de 65 anos de idade, possui algum tipo de deficiência visual que não pode ser corrigida com óculos. Com a tendência do aumento proporcional de idosos no crescimento demográfico, estes números certamente crescerão.

Zandt, Zandt e Wang (1994), afirmam que a prevalência de deficiências visuais severas, ou seja, a inabilidade de se ler impressos com a melhor correção possível, aumenta rapidamente com a idade dos indivíduos e mostram os seguintes dados: do nascimento aos 24 anos de idade a incidência de

---

31 Estabelecido pela American Medical Association em 1934 (Vandeheiden, 1991, p. 8).

indivíduos com deficiêcia visual séria é de 0,528 indivíduos por 1.000 habitantes, nos Estados Unidos; dos 65 aos 74 anos a quantidade aumenta para 47 por 1.000; dos 75 aos 84 anos atinge 99 por 1000 e acima de 85 anos a quantidade chega a 250 por 1.000 ou uma em cada quatro pessoas. A conclusão é que quanto mais longa for a espectativa de vida dos norte americanos, maior será o número dos indivíduos com deficiências visuais severas, conforme pode ser notado nos dados apresentados por Crews (1991) na Tabela 1 no Anexo I.

Embora não existam no Brasil dados estatísticos oficiais, como os acima apresentados, pode-se imaginar que devido a fatores sociais, políticos e econômicos, estes números devem ser proporcionalmente maiores nos países menos desenvolvidos que os Estados Unidos[32], onde o Brasil se inclui, apesar de se levar em conta o fato de nos paises mais desenvolvidos a longevidade de seus habitantes ser maior.

3.1.1- LIMITAÇÕES FUNCIONAIS DOS DEFICIENTES VISUAIS E PROJETOS ACESSÍVEIS.

Como é de se esperar, os indivíduos com deficiências visuais possuem certas **limitações funcionais** que incluem o aumento da sensibilidade à claridade, a visão do mundo como se fosse através de lentes amareladas, a falta de visão central, a falta de visão periférica, a perda da acuidade ou do foco visual, a visão noturna fraca, a redução da habilidade de distinção das cores ou o embaçamento geral de toda a visão. As pessoas que são legalmente cegas podem ainda reter alguma percepção de formas, contrastes entre a luz e a escuridão (habilidade de localizar uma fonte de luz), ou podem ser totalmente cegas (não tendo percepção da luz do ambiente).

É obvio que as limitações funcionais dos deficientes visuais dificultam o seu acesso aos computadores e tal fato leva a que se apresente o item acessibilidade em projetos para deficientes, antes de se discutir as interfaces homem-computador e os deficientes visuais.

Conforme apresentado por Vanderheiden e Vanderheiden (1991), **projeto acessível** é a denominação dada ao processo que visa ampliar o projeto de um produto voltado para o mercado de massa, para a inclusão do consumo por indivíduos que, devido a características pessoais ou condições ambientais, encontram-se abaixo de algumas dimensões de desempenho. Um

---

[32] De acordo com a Organização Mundial de Saúde 90% das pessoas cegas encontram-se em paises subdesenvolvidos, conforme afirmação de Silva (1982).

projeto acessível não deve ficar separado de um projeto voltado para o mercado de massa, e sim, deve ser uma extensão ou uma elaboração dos princípios gerais do projeto, para que o mesmo possa cobrir uma ampla gama de habilidades e limitações humanas, que não foram incluidas no projeto do produto original. Neste sentido, o projeto acessível é um subconjunto do que é conhecido por projeto universal, que cobre o projeto de produtos para todos os indivíduos e abrange todos os princípios de projetos. Os projetos acessíveis enfocam as estratégias que ampliam os princípios dos projetos padrões, para que possam ser utilizados pelas pessoas com algum tipo de limitação de desempenho.

Um projeto acessível deve ser balanceado. O projetista deve estar ciente da impossibilidade de se projetar algo que possa ser utilizado por todo o mundo. Sempre haverá alguém com uma combinação de sérias deficiências físicas, sensoriais e cognitivas que não estará apto a fazer uso do mesmo. É também igualmente absurdo, acreditar na existência de projetos especiais para cada tipo de produto, para que se possa acomodar cada uma das imensas variedades de deficiências humanas e suas combinações. É necessário, ao projetista, uma visão através de abordagens que reunam as necessidades das pessoas com deficiências. Tais abordagens, apresentadas por Vanderheiden e Vanderheiden (1991), em ordem decrescente de preferência, são: **acessibilidade direta,** ou a incorporação de modificações no projeto original do produto padrão, que permitam que o mesmo se torne mais acessível diretamente; **acessibilidade via opções padrões ou acessórios**, que consiste no oferecimento de acessórios ao produto padrão; **compatibilidade com dispositivos auxiliares do terceiro grupo** [33], que se refere ao uso de interfaces especiais ou acessórios desenvolvidos por fabricantes de dispositivos do terceiro grupo e, finalmente, a **facilitação para mudanças personalizadas** que consiste no ato do fabricante do produto fornecer, ao consumidor, informações e facilidades para que se possa modificá-lo para atender a um caso particular.

Após um conhecimento mais profundo sobre os indivíduos com deficiências visuais, no que se refere a sua incidência na sociedade, os tipos de deficiências, suas limitações funcionais e sobre o ítem acessibilidade, passa-se para a seção seguinte onde o assunto interfaces para os deficientes visuais pode ser discutido agora com maior entendimento.

---

[33] São conhecidos como terceiro grupo (do ingles "third party") os fabricantes e fornecedores de equipamentos que auxiliam os deficientes em suas atividades, que podem também ser adaptados a outros equipamentos (como nos computadores por exemplo), para servirem de interface entre os deficientes e os equipamentos que desejam acessar.

UNICAMP BIBLIOTECA CENTRAL

3.2- AS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR E OS DEFICIENTES VISUAIS

Para Thakkar (1990), o objetivo da aplicação das técnicas de interação homem-computador nos projetos de interfaces para computadores, é o aumento da qualidade da interação entre o usuário e o computador, porém, ao tentar atingir tal objetivo, o projetista de interfaces geralmente esquece da população deficiente que também deveria ter direito ao acesso a tais equipamentos. No desenvolvimento de um projeto de interfaces para computador devem ser levadas em conta questões sobre o que são os computadores, como eles serão utilizados e quem irá utilizá-los.

Ao mesmo tempo em que as inovações tecnológicas em computação estão proporcionando novas oportunidades para os usuários com deficiências físicas, estão gerando sérios obstáculos aos mesmos, devido, em grande parte, à falta de atenção da sociedade para as necessidades dos usuários deficientes. Thakkar (1990) chama a atenção para para o lado ético desta falta de atenção dos resposáveis por tais desenvolvimentos tecnológicos, particularmente dos projetistas de interfaces para computadores e cita, com respeito a ética, Moor (apud Thakkar, 1990, p. 1) "*Ética em computação é a análise da natureza e do impacto social da tecnologia do computador e a justificativa e formulação correspondente de políticas para o uso ético de tal tecnologia*". O propósito de um projeto de interface, é auxiliar o usuário do computador a ter acesso mais fácil e efetivo ao mesmo, e tal conceito deve ser aplicado a todos os tipos de usuários: deficientes e sem deficiências. Buxton (apud Thakkar, 1990, p. 2) aponta para o fato de que muitas decisões de projeto para melhoria das interfaces tornam estas mesmas interfaces menos acessíveis ao usuário deficiente. Para Thakkar (1990) devem ser projetadas interfaces de computadores que gerem efeitos positivos significativos na sociedade, por auxiliarem os usuários deficientes a executarem suas atividades de maneira mais efetiva.

É importante que se note que enquanto se discutia, no capítulo anterior, o fator conforto para o usuário no acesso às interfaces para computadores, neste capítulo o fator conforto passa a ser encarado quase como se fosse um luxo, uma vez que o principal problema agora é proporcionar o simples acesso, e em alguns casos mesmo sem conforto, dos deficientes visuais ao computador. Arditi e Gilman (apud Blenkhorn, 1994, p 213) assim como Blenkhorn (apud Blenkhorn, 1994, p 213) afirmam que com os sistemas de computadores se tornando cada vez mais predominantes, é importante que os indivíduos portadores de deficiências visuais não somente possam ter acesso a

eles, mas também, possam utilizá-los de maneira tão ágil, precisa e eficiente quanto for possível.

Uma boa idéia dos problemas encontrados pelos deficientes visuais no acesso aos computadores e do esforço empregado pelos mesmos, com o auxílio de projetistas de interfaces, para ultrapassar alguns destes problemas, assim como esperanças de melhora frente a novos avanços tecnológicos, vivenciadas por este segmento especial de usuários, pode ser obtida acompanhando as seções seguintes deste capítulo.

3.2.1- A EVOLUÇÃO DAS INTERFACES HOMEM-COMPUTADOR E AS DIFICULDADES NA UTILIZAÇÃO DE HARDWARE, SOFTWARE E DOCUMENTAÇÃO PELOS DEFICIENTES VISUAIS

Segundo afirma Cranmer (1994), existe um descontentamento geral, por parte dos consumidores cegos, com respeito aos produtos eletrônicos que têm chegado ao mercado, nesta década, com interfaces que não podem ser lidas por eles. Existe, também uma falta de concordância na padronização da interface de tais produtos, uma vez que alguns usuários preferem monitores de saída em braille enquanto outros preferem sintetizadores de voz e outros ainda telas com letras grandes[34]. Uns preferem sintetizadores de voz em em ingles, outros em espanhol e assim por diante.

Conforme explana Chong (1994), os deficientes visuais sempre encontraram problemas com relação ao acesso aos computadores. Ele faz lembrar que na década de 60 o problema dizia respeito à leitura dos cartões perfurados e das listagens impressas pelos computadores. Na década de 70 e início da de 80 os problemas existiam no acesso aos terminais de vídeo, que mais tarde caminharam em direção aos microcomputadores. Cada passo da evolução dos computadores gerou um conjunto de problemas para os deficientes visuais que resultou em desafios que acabaram sendo vencidos pelos mesmos com o auxílio da tecnologia. O desafio de acesso aos computadores da década de 90, para os deficientes visuais, são as interfaces de usuários gráficas ou simplesmente GUI[35].

Para Chong (1994), apesar de existirem muitos programas GUI no ambiente DOS, tal fato se torna irrelevante para os deficientes visuais,

---

34 Tais equipamentos são apresentados na seção 3.2.3.
35 Vide seção 2.2.2.

uma vez que no conjunto de programas oferecidos para o ambiente DOS, os programas GUI são a minoria. O próprio sistema operacional é compatível com a tecnologia existente para leitores de telas[36]. Além disto, a maioria dos programas que os deficientes visuais necessitam e querem utilizar foram projetados para o ambiente DOS e apresentam informações textuais em dimensões fixas de, tipicamente, 25 linhas por 80 colunas. O acesso a aplicações baseadas em textos tem facilitado aos deficientes visuais o desempenho de uma ampla variedade de funções.

Apesar destas facilidades, Chong (1994) alerta para o fato de que a indústria de informática está sofrendo uma mudança fundamental. Os sistemas operacionais baseados em textos, como o DOS e o Unix, estão sendo sobrepostos por ambientes baseados em gráficos, como o Windows e o X Windows. Os novos sistemas operacionais baseados em gráficos, como o OS/2 e o Windows/NT, estão ganhando mais aceitação. Como se isto não bastasse, os criadores de software aplicativos estão desenvolvendo as novas versões de seus produtos para funcionarem sob as plataformas gráficas. Isto tudo está criando sérios problemas para os deficientes visuais, uma vez que os sistemas aos quais eles necessitam ter acesso para exercerem suas atividades, estão se tornando cada vez menos acessíveis do que eram há 2 anos atrás. Quanto mais as aplicações gráficas se tornarem amigáveis, para os usuários sem deficiências, maiores serão os riscos dos deficientes visuais perderem seus empregos, fato que pode ser constatado atualmente pela atitude de algumas agências de reabilitação dos Estados Unidos da América, que excluem os deficientes visuais das indicações para empregos que requeiram acesso a informações por computador.

Concordando com as afirmações anteriores, Martial e Dufresne (1993) registram que as pessoas cegas têm ficado à margem de nossa sociedade orientada pela comunicação, por um longo tempo. Alguns dispositivos, porém, têm permitido à eles informações mais acessíveis, como é o caso das versões de dados em braille, dos sintetizadores de voz e dos scanners[37]. Infelizmente com o desenvolvimento e rápida difusão das GUI, as pessoas com deficiências visuais estão sendo mais uma vez excluidas do ambiente informacional. Em muito pouco tempo este tipo de interface será a base das ferramentas futuras. Os seus principais princípios são: as metáforas do mundo real e a manipulação direta[38], que demandam uma atividade visual do tipo WYSIWIG[39] e a cooordenação motora entre os olhos e as mãos fazendo com que não possam

---

36 Tal equipamento é apresentado na seção 3.2.3.
37 Tais equipamentos são apresentados na seção 3.2.3.
38 Tais conceitos são apresentados na seção 2.4.1.
39 Vide seção 2.4.1.

ser utilizadas pelos deficientes visuais. É unânime a opinião sobre a urgente necessidade de estudar a questão e encontrar soluções para os pessoas cegas.

A respeito do mesmo problema, Cranmer (1994) alerta para o fato da interpretação da informação visual ter mais envolvimentos do que aparenta, uma vez que informar a um usuário cego a respeito do que está sendo apresentado em uma GUI, requer muito mais do que informar a respeito da identidade dos ícones, caixas de diálogos, botões, etc. alí apresentados. Frequentemente será também necessário que se conheça a justaposição de certas figuras, o que está ativo atualmente e o que é necessário para acessar o que está ativo ou então mudar tais condições.

Thakkar (1990) defende a existência de um grande vazio entre o usuário deficiente e o que não possui deficiências, no que se refere a acessibilidade ao computador, e afirma que as causas deste vazio são: a ênfase continuada em interfaces de manipulação direta e baseadas em imagens; a freqüente má utilização dos avanços tecnológicos, muitas vezes fazendo uso de disposivos de interface inapropriados para determinadas aplicações, simplesmente pelo fato de estarem disponíveis e, finalmente, a falta de programas de treinamento para terapeutas ocupacionais no uso de novos avanços tecnológicos, desenvolvidos para a população deficiente.

Um outro aspecto importante que se não for bem trabalhado gera grandes dificuldades aos deficientes visuais usuários de computadores é o que diz respeito à documentação dos sistemas. Conforme aponta Vanderheiden (1992), as instruções operacionais na forma escrita e outras formas de documentação podem ser inacessíveis aos deficientes visuais, caso não sejam também fornecidas em formato eletrônico ou alternativo (como áudio ou braille por exemplo), e geralmente os deficientes têm dificuldade em acessar gráficos ou desenhos inclusos nestas documentações. Devido ao fato de muitos deficientes visuais possuirem alguma capacidade visual, torna-se possível, nestes casos, a leitura de textos com o auxílio de lentes de aumento, luzes brilhantes (para textos impressos), e redutores de claridade. Muitos podem ser auxiliados imensamente pela utilização de letras grandes, tipos sem serifas, e coloração de alto contraste. Para aqueles que são cegos ou possuem deficiência visual severa, o auxílio pode surgir na forma de informações em braille, letras e desenhos em alto relevo e fitas de vídeo. É importante frizar que o braille é preferido por somente 10% das pessoas que são cegas e normalmente por aqueles que são cegos desde a infância. No entanto, aqueles que se utilizam do braille, geralmente possuem uma forte preferência pelo sistema, especialmente para uso em pequenos documentos. As letras em alto relevo devem ser grandes e são melhores utilizadas para informar

simples cabeçalhos em linhas desenhadas em alto relevo, do que para textos extensos.

Apesar das possibilidades apresentadas para solucionar muitos problemas de acesso à documentação de sistemas pelos deficientes visuais, David Andrews (1994) aponta para a falta da utilização de braille em manuais de equipamentos e em etiquetas dos disquetes de software, ambos desenvolvidos para cegos. Alerta também para o fato de que enquanto alguns deficientes visuais preferem ler braille, outros preferem fitas cassete, outros preferem disquetes e outros preferem letras grandes impressas e que cada alternativa deve ser considerada, pois é muito difícil de se mudar tais preferências. Os fabricantes devem considerar tais alternativas nos seus produtos e oferecer as instruções e avisos da instalação inicial dos mesmos de várias formas diferentes, de modo a posibilitar o acesso a todos.

3.2.2- O QUE TEM SIDO FEITO PARA OS DEFICIENTES VISUAIS

Alguma coisa já está sendo feita no sentido de se levar em consideração os deficientes, e entre eles os visuais, nos projetos de interfaces para computadores. Esta preocupação parece existir muito mais por interesses comerciais do que por interesses éticos e sociais. Tais interesses comerciais podem ser observados em Vanderheiden (1992). Além do fato de que muitas das modificações necessárias a aumentar a acessibilidade de tais produtos aos deficientes quase não onerar o custo final dos mesmos, os produtos passariam a ser acessíveis por uma quantidade maior de pessoas. Vanderheiden (1992) cita o exemplo das passarelas colocadas nas esquinas das calçadas para servirem às pessoas em cadeiras de rodas. Afirma que para cada pessoa com cadeira de rodas, que utiliza tais passarelas, dez outras com bicicletas, carrinhos, carros de bebês , etc., também a utilizam. De maneira similar, as adaptações para as pessoas deficientes visuais, que tornam o software mais fácil de ser visualizado na tela, também tornam o software mais fácil, eficiente, rápido e livre de erros, ao ser usado por indivíduos sem deficiências visuais. Outro fator de grande peso é o fato do Governo Norte Americano, através da Seção 508, referente à acessibilidade a equipamentos eletrônicos, inclusa no seu Ato de Reabilitação, determinar à sua Administração de Serviços Gerais, que trabalhe em conjunto com Instituto Nacional de Pesquisa em Reabilitação e Deficiências, para desenvolverem referenciais para a aquisição de computadores e outros equipamentos eletrônicos de escritório, de modo a assegurar que tais equipamentos adquiridos pelo governo sejam acessíveis a seus empregados deficientes. Sabe-se que o governo Norte

Americano é um enorme consumidor de produtos. No Brasil a consequência disto tudo é imediata, devido ao grande uso de hardware e software adquiridos dos Estados Unidos da América, ou que tentam ser compatíveis com eles.

Independente dos motivos que levam o mercado a fornecer tais equipamentos, o importante é que algo está sendo feito e os deficientes visuais podem e devem tirar proveito da situação.

Cranmer (1994) aponta para algumas iniciativas nas áreas de sintetizadores de voz[40], como: a da empresa Microsoft que, na tentativa de resolver alguns problemas na área de deficientes visuais, tem trocado informações com a Federação Nacional para os Cegos nos Estados Unidos da América, conseguindo algum progresso; a da empresa IBM que colocou como ítem de estudo em seu projeto "*Program Manager Grafical User Interface*" o acesso por cegos; a da empresa Blazie Engineering que está desenvolvendo o Windows Master (um conjunto formado pelos produtos: software Windows Master e hardware Braille'n Speak) e, finalmente, a do pesquisador T.V. Raman da Universidade de Cornell nos Estados Unidos da América, que está desenvolvendo uma linguagem para expressar regras de formatação de áudio. Já na área de dispositivos de saída em braille[41], a empresa Piezo Systems of Winchester está na primeira fase de um projeto de construção de um terminal de saída em braille[42] piezoelétrico, com 4 e 8 linhas de 40 caracteres cada. O primeiro protótipo com 4 linhas está previsto para 1996. Uma equipe do Instituto de Tecnologia de Massachusets, também nos Estados Unidos da América, está estudando a possibilidade de desenvolver equivalentes táteis aos pixels usando gel de transição de fase.

Para Andrews (1994) o que existe de melhor no campo dos equipamentos para deficientes visuais é a competição, verdade que se aplica tanto para o mercado de computadores em geral como para o campo da tecnologia de acesso por deficientes. No início dos anos 80 podia se contar em ambas as mãos o número de dispositivos de alta tecnologia para cegos. Hoje somente no Centro Nacional para os Cegos, nos Estados Unidos da América, estão disponíveis dezenas de dispositivos diferentes para que os deficientes visuais tenham acesso a informações. A maioria destes desenvolvimentos aconteceu nos últimos 5 anos. Para ele um dos fatores que também contribuiram para este avanço foi o fato de, nos últimos anos, ter aumentado o envolvimento de deficientes visuais no campo da tecnologia.

---

40 Tal equipamento é apresentado na seção 3.2.3.
41 Tal equipamento é apresentado na seção 3.2.3.
42 Vide seção 3.2.3.

Finalmente com respeito às interfaces gráficas, Chong (1994) aponta para o fato de estar aumentando o número de empresas de desenvolvimento de tecnologia de acesso a telas de computador, que estão trabalhando no problema de acesso às GUI. A empresa Berkeley Systems Inc. desenvolveu o único sistema leitor de telas para Apple Macintosh, o outSPOKEN, que permite o acesso de deficientes visuais à plataforma GUI. Em 1992 na convenção da Federação Nacional para os Cegos, nos Estados Unidos da América, a empresa IBM demonstrou seu sistema leitor de tela para o sistema operacional OS/2. Já na convenção de 1993, as empresas Artic Technologies e Berkeley Systems exibiram seus produtos leitores de tela para Windows, enquanto que na reunião sobre Ciencia da Computação as empresas Henter-Joyce e a Syntha-Voice discutiram seus enfoques para tornar o Windows acessível aos cegos. É sabido que mais empresas estão trabalhando (embora sem anúncios oficiais), em produtos de acesso a plataforma Windows.

No Brasil muito pouco se tem feito no campo da tecnologia para acesso aos computadores por deficientes visuais[43], porém com a abertura do mercado nacional para a importação de tais produtos, os deficientes visuais brasileiros terão maiores e melhores condições de acesso a tais produtos (embora com restrições de custo manutenção e idiomas entre outras), uma vez que a maioria deles nem sequer tem conhecimento da existência dos mesmos. Tal fato leva ao conteúdo da seção seguinte, que procura apresentar as formas de acesso pelos deficientes visuais aos computadores.

---

[43] Cabe aqui ressaltar o trabalho desenvolvido recentemente pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que consiste em um tipo de equipamento leitor de telas (vide seção 3.2.3) denominado DOSVOX, que permite o acesso de deficientes visuais a um editor de textos específico e a um conjunto de programas de uso geral. Outros trabalhos interessantes, já na área de treinamento de deficientes visuais em computadores, através de interfaces especiais, são os elaborados pelas instituições Centro de Estudos e Pesquisas Prof. Dr. Gabriel Porto da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, em Campinas, para reabilitação e IBIS - Instituto Brasileiro de Incentivos Sociais, em São Paulo, para treinamento profissional na área de programação de computadores. Finalmente, os departamentos de Engenharia Biomédica e de Semicondutores, Instrumentação e Fotônica da UNICAMP, em Campinas, vêm elaborando um trabalho que visa o estudo do processo de reconhecimento de caracteres alfanuméricos, utilizando estimulação eletrotátil.

3.2.3- TIPOS DE SISTEMAS DE INTERAÇÃO DEFICIENTE VISUAL-COMPUTADOR.

Existem vários sistemas de interação que podem ser utilizados pelos deficientes visuais para que tenham acesso aos computadores. O conceito de **sistema de interação deficiente visual-computador** enfocado neste trabalho tem um sentido bem amplo, envolvendo tudo que puder servir de interação entre o deficiente visual e o computador, seja hardware, software ou outro tipo de equipamento. Porém, devido ao caráter muitas vezes particular de cada usuário deficiente visual, podem ser desenvolvidos ou adapatados sistemas, de modo personalizado, muitas vezes com características quase que artezanais. As pesquisas na área em questão, também estão em fase praticamente inicial, incentivando várias tentativas de desenvolvimento de produtos, sob os mais diferentes enfoques. Somando-se a isto tudo, existe o fato da total falta de padronização entre os fabricantes de tais sistemas, fato este que não é exclusividade apenas da citada área. Todos estes fatores fazem com que exista uma quantidade grande e diversificada de sistemas que podem servir para o acesso aos computadores pelos deficientes visuais, porém, serão abordados nesta seção apenas os tipos de sistemas de interação deficiente visual-computador mais amplamente utilizados pelos deficientes visuais, até mesmo, devido a uma tentativa de início de padronização. Tal fato é importante uma vez que é necessário um grande esforço por parte dos deficientes visuais para se adaptarem a um determinado tipo de sistema. Quando isto acontece, a disponibilidade de um sistema similar ao utilizado pelo usuário deficiente visual em outro ambiente, quando necessário (outra empresa ou escola por exemplo), torna-se mais provável. Por este motivo, muitos sistemas de interação deficiente visual-computador menos utilizados não serão tratados nesta seção.

Pode-se classificar os principais tipos de sistemas de interação deficiente visual-computador em: sistemas amplificadores de telas, sistemas de saída de voz e sistemas de saída em braille. Além destes três sistemas, outros menos importantes no que diz respeito à sua adoção pelos usuários de computadores deficientes visuais são os de reconhecimento de voz, os scanners e os amplificadores de imagens. A seguir são apresentados os seis tipos de sistemas de interação deficiente visual-computador:

- **Sistemas amplificadores de telas**

  Segundo Van Mer e Sigwart (1992) em alguns casos de visão subnormal apenas uma pequena ampliação da saída do computador pode ser adequada. Isto pode ser conseguido pela substituição do monitor

de vídeo normal por outro com tela de maior tamanho. Quando isto não é suficiente, pode-se obter a ampliação da saída de vídeo de um computador por dois modos básicos, conforme indicados por Lazzaro (1990). Um deles é através conexão de um processador de tipos grandes[44], baseado em hardware. Este sistema utiliza um cartão de vídeo especial, um monitor de vídeo maior para aumentar o tamanho da fonte e um "joystick" ou "mouse" especiais para mover o cursor através da tela. O outro modo é através da utilização de um pacote de software que irá aumentar o tamanho do que aparecer na tela. Este sistema irá oferecer letras e gráficos maiores sem qualquer hardware adicional.

- **Sistemas de saída de voz.**

De acordo com Lazzaro (1990), os sistemas de saída de voz são compostos por um sintetizador de voz, um alto-falante externo e um software para acessar o texto na tela. Estes equipamentos estão entre os mais poderosos e menos onerosos dispositivos de acesso aos cegos, sendo disponíveis em grande variedade no mercado atual.

O componente **sintetizador de voz**, é disponível no mercado, no formato de placas de circuitos internas ao computador ou em forma de dispositivos externos ao computador, seriais ou paralelos.

Van Mer e Sigwart (1992) afirmam que os sintetizadores baseados em placa são usualmente preferidos pelos usuários pelo fato de operarem com um tempo de atraso menor que os externos. Muitos sintetizadores de voz possuem sistemas co-processadores e memórias próprias, de modo que podem gerar saída de voz sem diminuir a velocidade da aplicação a qual estão servindo.

Existe uma grande variedade de pacotes de software que acessam o texto na tela do vídeo e o enviam ao sintetizador de voz. Estes software são geralmente conhecidos pelo nome de **leitores de tela**. Tais software atualmente capturam os dados diretamente da memória de vídeo. Vários destes pacotes são genéricos e podem ser projetados para trabalhar com muitos padrões de programas de aplicações diferentes.

As aplicações que funcionam em ambiente GUI[45] são muito difíceis de serem adaptadas aos leitores de tela, devido ao fato de não

---

44 Tradução do original em ingles "large-print processor"
45 Vide seção 2.2.2.

haver um local na tela onde se possa garantir que o texto seja localizado. Quando a tela fornece imagens gráficas mapeadas por bit há a necessidade da utilização de um sistema de reconhecimento de caracteres para acesso ao texto. Os objetos (ícones), na tela são interpretados por sons característicos denominados por "earcons"[46]. Por tais motivos, se torna muito mais fácil a obtenção de textos para a entrada de um sistema sintetizador de voz, no caso em que o software de aplicação é baseado somente em CUI[47]. O acesso às interfaces GUI por deficientes visuais ainda é um tema polêmico como pode ser observado nas duas seções anteriores.

Podem ser encontrados no mercado, também, software de aplicação que funcionam como processadores de textos, especialmente projetados para trabalharem com um sistema sintetizador de voz. Tais sistemas podem proporcionar um ambiente facilmente utilizável pelos deficientes visuais, porém podem não ser compatíveis com outros software que se tornarão necessários, principalmente se o usuário trabalha em grupo, com outras pessoas que não são deficientes visuais e se utilizam de outros softwares.

- **Sistemas de saída em braille.**

Conforme aponta Lazzaro (1990) os sistemas de saída em braille são menos utilizados que os dois sistemas anteriormente apresentados. São divididos em dois gupos: o de impressoras e o de terminais de acesso em braille.

As **impressoras braille** seguem o mesmo conceito das impressoras de impacto comuns e fazem interface com a maioria dos computadores, via portas paralelas ou seriais. Elas são eficientes na elaboração de relatórios, mas não são apropriadas para funcionarem como dispositivos de acesso independentes para operação de computadores. Van Meer e Sigwart (1992) apontam para a necessidade da disponibilidade de impressoras comuns adicionais para que os deficientes visuais possam se comunicar com seus colegas de trabalho sem deficiências visuais.

Os **terminais de acesso em braille** foram criados para fornecerem uma janela em braille, móvel, do universo da tela do computador. O alfabeto braille é composto de caracteres que possuem 6 pontos de código cada em formato matricial de duas colunas por três linhas.

---

[46] Martial e Dufresne (1993)
[47] Vide seção 2.2.2.

O terminal de acesso em braille consiste de uma linha formada por vinte a quarenta células braille (cada célula representando um caracter), com 6 solenoides por célula (cada solenoide representando um ponto de código). Ao se pressionar uma tecla do teclado comum do computador ou na atualização da tela do seu vídeo, ativa-se um ou mais dos 6 solenóides do terminal de acesso braille. O sistema pode ser programado para distinguir grifos, selecionar atributos do vídeo e mostrar a posição do cursor na tela, em terminais mais avançados, compostos por mais uma linha de dois pontos de código em cada célula, que passam a fornecer tais referências. Os terminais de acesso em braille geralmente são conectados a um teclado comum de computador, logo acima das teclas de funções do tipo "F" ou "PF", podendo ser manipulados como se fossem uma linha a mais de teclas na parte superior do teclado.

- **Sistemas de reconhecimento de voz**

Van Meer e Sigwart (1992) apontam para o fato de que enquanto os sistemas sintetizadores de voz estão bem desenvolvidos, os sistemas de reconhecimento de voz estão em um estado tecnológico muito mais primitivo. Os sistemas de reconhecimento de voz podem ser afinados para reconhecerem dezenas de comandos de um usuário em particular, mas falham se necessitam receber comandos de mais de um usuário. Quando são ajustados para reconhecerem múltiplos usuários, o número de comandos que passam a "entender" com segurança é uma fração daqueles disponíveis, quando estavam afinados para o reconhecimento de um usuário específico. O reconhecimento de voz como uma forma de comandos de entrada para computadores ainda não é econômico, porém os trabalhos adicionais na área de reconhecimento de voz irão abrir as possibilidades do auxílio adaptativo de tais equipamentos para os deficientes visuais.

- **Sistemas scanners.**

Para uma pessoa com deficiência visual que não consegue ler textos impressos, a conversão dos mesmos para meio eletrônico possível de ser entendido por máquinas através de reconhecimento de caracteres ótico (OCR), é muito útil segundo afirmam Van Meer e Sigwart (1992). O custo de um OCR (hardware e software) vem caindo sensívelmente a partir dos últimos cinco anos. Entretando deve ficar entendido que a confiabilidade da tradução dos textos impressos para o meio eletrônico é muito variável devido a fatores como tamanho, estilo, contraste, e espaçamento entre os caracteres impressos na fonte. Nos melhores casos existe a probabilidade de aparecerem palavras com

caracteres interpretados erroneamente (um a dois por cento). Parte deles pode ser detectada com o auxílio de software corretores de texto.

Os scanners manuais trabalham melhor com gráficos e são menos indicados no uso de textos para OCR, caso em que os scanners fixos são mais apropriados, pelo fato de tornarem mais fácil o alinhamento das linhas do texto em relação ao aparelho. A tarefa OCR pode ser alcançada por um adaptador hardware ou por um programa de aplicação OCR que opera sobre um arquivo com a imagem dos dados coletados, processo que requer uma memória significativa para a imagem coletada. Já o adaptador hardware inclui um microprocessador e alguns megabytes de memória para uso próprio. Na escolha de sistema OCR software o desempenho e a viabilidade irá depender da disponibilidade uma quantidade adequada de armazenamento em memória e disco.

- **Sistemas amplificadores de imagens.**

Outros dispositivos amplificadores de imagem disponíveis aos usuários com visão subnormal apresentados por Van Meer e Sigwart (1992), são os sistemas de circuito fechado de televisão (CCTV) que permitem a execução de tarefas guiadas visualmente, que seriam impossiveis ou improdutivas de serem executadas de outra forma. Alguns destes dispositivos podem ser interconectados com um microcomputador para obtenção de imagens da tela do mesmo. Existe uma variante de tais dispositivos que é portátil, porém deve ser levado em conta que a sua utilização mantêm uma das mãos ocupadas todo o tempo.

Além dos equipamentos aqui apresentados e dependendo do grau de deficiência visual do usuário algumas pequenas adaptações podem ser feitas no computador que podem torná-lo acessível, com um custo mínimo, como é o caso da substituição das capas das teclas dos teclados comuns por capas com alfabeto braille, ou pela utilização de rótulos com letras grandes colados sobre as mesmas. Outro tipo de auxílio pode ser conseguido através do acesso às modernas impressoras, que permitem a impressão de tipos de vários tamanhos, que podem ser lidos por usuários com visão subnormal.

Dos tipos de sistemas para interação apresentados, os principais são os três primeiros, por se tratarem de sistemas cujo objetivo principal é servir de interface entre os deficientes visuais e o computador.

Os sistemas amplificadores de telas parecem ser os mais indicados para os usuário com visão subnormal, não tendo a menor utilidade para

os usuários cegos. Mesmo assim em alguns casos de visão subnormal muito acentuados este tipo de sistema se torna inútil. Porém se for indicado, permite fácil acesso às interfaces do tipo GUI e compatibilidade com o ambiente de trabalho, no que diz respeito aos colegas de equipe e outros sistemas aplicativos.

Os sistemas de saída em braille são geralmente os de custo mais elevado e são indicados apenas aos deficientes que consigam interpretar o alfabeto braille. Estes usuários geralmente são os totalmente cegos ou aqueles com visão subnormal muito acentuada. Tais sistemas, após um bom treinamento oferecem aos seus usuários uma sensação de manipulação direta[48] e amplo domínio sobre o aplicativo, fazendo com que prefiram este tipo de sistema, após uso intenso, do que qualquer outro, porém não são compartilhados pelos colegas sem deficiências visuais, fato que pode contribuir, ainda mais, para o isolamento do usuário deficiente visual.

Finalmente, os sistemas de saída de voz, como já foi dito, são os mais difundidos, fato que ocorre devido, em parte, ao seu baixo custo em relação aos outros sistemas e, em parte, por poderem ser acessados por usuários com qualquer tipo de deficiência visual. Um sistema deste tipo, de boa qualidade, pode também ser compartilhado por indivíduos que não possuem deficiências, sem grande esforço, fato importante quando se trabalha em grupo.

Existem no mercado alguns destes sistemas que permitem acesso, embora ainda de modo não totalmente satisfatório, às interfaces GUI. Uma combinação dos sistemas de saída em braille e reconhecimento de voz aumenta ainda mais a sensação de manipulação direta e domínio sobre o aplicativo, nos casos dos usuários com deficiência visual severa, porém, deve-se levar em consideração o alto custo de tal combinação.

Concluindo, é importante que se verifique as características do usuário, juntamente com as do ambiente onde irá atuar (hardware, software, tipo de aplicação e social), para que se possa optar pelo sistema mais adequado.

---

48 Vide seção 2.4.1.

3.2.4- O QUE PODE SER FEITO PARA FACILITAR O ACESSO AOS COMPUTADORES PELOS DEFICIENTES VISUAIS

É inegável o fato de que muita coisa já tem sido feita no sentido de possibilitar e facilitar o acesso aos computadores pelos deficientes visuais, porém ainda não é o suficiente.

Existem boas perspectivas de futuro no campo tecnológico, principalmente com o avanço das interfaces que poderão se comunicar através da voz (tanto na entrada como na saída dos dados). Neste ponto tanto Kurzweil (1994) como Andrews (1994) estão de acordo em que o futuro das interfaces está no reconhecimento da voz. Kurzweil (1994) também afirma que nos próximos 10 a 15 anos a tecnologia irá superar a desvantagem associada aos deficientes visuais, auditivos e outros.

Para Chong (1994), apesar de tudo, a tecnologia de acesso a telas GUI ainda está bem imatura, prativamente no mesmo estágio em que se encontrava a tecnologia de acesso aos PC pelos deficientes visuais no início da década de 1980. A diferença é que o grupo interessado atualmente é economicamente mais significativo. Os leitores de tela existentes no mercado foram desenvolvidos por empresas do terceiro grupo[49], com pequeno ou nehum auxílio dos fabricantes de hardware e software. Hoje, devido em parte à legislação anti-discriminação e em parte à uma maior compreenção do problema, empresas como a IBM e a Microsoft estão considerando seriamente as questões sobre como tornar as GUI disponíveis para os cegos. Com relação ao sistema operacional Unix e a GUI X Windows, foi criado o Disability Action Committee for X (DACX) formado por entidades como: Sun Microsystems, Digital Equipment Corp., IBM, Trace Center and the Graphics, Visualization, Usability Center at the Georgia Institute of Technology, Berkeley Systems, X Consortium e outros interessados. O objetivo do comitê é projetar e implementar soluções padrões de acesso ao X Windows para pessoas com deficiências motoras e sensoriais.

Vanderheiden (1992) afirma que tornar os computadores e os softwares mais acessíveis não é uma responsabilidade somente dos fabricante de software aplicativos, e sim, de outros fabricantes como os de hardware, os de sistemas operacionais e os de produtos acessórios. Sugere que tais sistemas deveriam ser mais abertos para que pudessem ser integrados e adaptados para as necessidades dos deficientes em geral. Sugere, também, a criação de referenciais que possam auxiliar aos fabricantes de hardware e software na elaboração de produtos mais acessíveis aos deficiebntes em geral. Tais referenciais devem ser

---

[49] Vide seção 3.1.2.

desenvolvidos sempre com a colaboração da comunidade de deficientes e principalmente devem ser seguidos pelos fabricantes de hardware e software e produtos acessórios.

No Brasil a preocupação da comunidade, com respeito aos problemas até aqui colocados, ainda é muito pequena, devido aos outros problemas infinitamente maiores pelos quais passa a sua população, porém, há a necessidade de um esforço muito maior, do que o que tem sido feito, para permitir o acesso dos deficientes visuais aos computadores, a exemplo de outros paises. Enquanto se pesquisam, naqueles paises, formas de acesso a interfaces GUI, no Brasil a maioria dos deficientes visuais não têm acesso, sequer, a informações a respeito do que está disponível no mercado internacional para auxílio ao acesso a informações. Os próprios profissionais da área de informática, com deficiências visuais, estão somente agora começando a ter acesso a informações sobre tais produtos. A simples divulgação de tais problemas e possíveis soluções, como a divulgação dos tipos de produtos encontrados no mercado, suas aplicações e sugestões que possam servir como referenciais, tanto para fabricantes como para usuários de tais equipamentos, já pode trazer uma pequena colaboração, no sentido de minimizar a dificuldade de acesso aos computadores pelos deficientas visuais.

Capítulo 4

Referenciais para Projetistas e Usuários de Interfaces de Computador Destinadas aos Deficientes Visuais

O objetivo deste capítulo é oferecer informações sobre os fatores que devem ser levados em consideração na elaboração de projetos de computadores (no sentido amplo da palavra, englobando hardware, software, interfaces e dispositivos de acesso especiais), que pretendam ampliar o seu universo de usuários, facilitando o acesso dos deficientes visuais aos mesmos. Estas informações, interessam a duas classes de indivíduos, diretamente ligados ao projeto de computadores.

Uma das classes de indivíduos citada é a que engloba os projetistas dos sistemas, que geralmente são profissionais que não possuem deficiências visuais e por isto não têm noção do que pode ser feito para facilitar, em seus projetos, a acessibilidade aos deficientes visuais (muitas vezes pelo acréscimo de pequenas modificações ao projeto original). Muitos destes projetistas, principalmente no Brasil, têm intenção de criar produtos que permitam tal acesso, porém encontram dificuldades em saber qual a real necessidade dos deficientes visuais e acabam muitas vezes criando produtos de pouca utilidade, aos mesmos, apesar de bem intensionados. Tais informações podem ser de grande utilidade para servirem como alertas durante o processo de elaboração dos projetos.

Os outros indivíduos interessados em tais informações são os usuários dos projetos de computadores, neste caso, especificamente os deficientes visuais. A aquisição de um equipamento de informática adequado às necessidades do usuário não é um processo simples, mesmo para os profissionais da área. Quando se trata de adequar tal equipamento às necessidades de um usário deficiente visual, o processo é muito mais complexo ainda, mesmo para os

profissionais de informática deficientes visuais, devido a enorme diversidade, complexidade e variação de custo dos equipamentos, por um lado, e pela ampla variação de graus de deficiências visuais dos usuários, por outro lado. Atualmente este fato está sendo agravado pela maior facilidade de acesso aos fabricantes e fornecedores internacionais de tais equipamentos, aumentando de maneira muito acentuada a quantidade e a diversidade dos produtos oferecidos no mercado, até então praticamente desconhecidos pela comunidade usuária no Brasil. Os computadores, como já foi mencionado anteriormente em outros capítulos, estão, cada vez mais, fazendo parte do dia-a-dia das pessoas, sendo aplicados a atividades que vão de ferramenta de trabalho a lazer, aumentando cada vez mais a quantidade de usuários deficientes visuais, sem experiência em informática, que necessitam ou desejam adquirir tais equipamentos. O conhecimento das informações mencionadas contribuem para que se possa evitar uma aquisição indevida de tais equipamentos.

Antes, porém de se apresentar tais informações, é necessário que se exponha algo a respeito do que se entende por informações que podem servir como referências para a elaboração de projetos de interfaces e, em seguida, apresentar o método utilizado para a elaboração das mesmas.

4.1- TIPOS DE REFERENCIAIS

Para Hix e Hartson (1993), pelo menos quatro tipos de informações sobre fatores humanos influenciam fortemente os projetos de interfaces homem-computador. São os padrões ("standards") de interações para usuários, as diretrizes ("guidelines") para projetos de interação com o usuário, os guias ("guides") de estilo comerciais e os guias de estilo personalizados.

Os **padrões de interações para usuários** são documentos oficiais, disponíveis ao público, que contêm exigências para os projetos de interação. Eles são impostos por contratos ou por lei, são muito genéricos e simples, algumas vezes até em excesso. Requerem muita interpretação subjetiva e adaptação para se tornarem amplamente utilizados nos projetos de interação. Sua principal vantagem é a de chamarem a atenção para a interface do usuário, porém devido à maneira vaga e genérica com que isto é feito, a orientação oferecida não é efetiva.

As **diretrizes para projetos de interação com o usuário** são o que a maioria das pessoas esperam quando ouvem a frase "fatores humanos para interfaces do usuário", sendo a parte que se refere ao senso comum dos projetos de

interação dos usuários. As diretrizes são publicadas em livros, relatórios e artigos disponíveis ao público, não são específicas para uma determinada organização, e sim aplicáveis amplamente aos projetos de interações com o usuário. Muito embora possam ser escritas de forma genérica, o seu claro entendimento pode servir como uma orientação inestimável para o projeto. São algumas vezes elaboradas e validadas empiricamente, apoiadas em opiniões baseadas na experiência de seus criadores. A principal diferença entre os padrões e as diretrizes reside no fato de que os padrões são (pelo menos em teoria), impostos enquanto as linhas de orientação servem mais como sugestões de como se projetar uma boa interface.

Um exemplo muito conhecido de um conjunto de diretrizes é a compilação elaborada por Smith e Mosier (apud Hix e Hartson, 1993, p. 20) da MITRE Corporation. Esta coleção de 944 diretrizes tem envolvido mais de uma década para a sua elaboração e ainda permite acréscimos.

As diretrizes propiciam como principal vantagem o oferecimento de orientações flexiveis e o auxílio no estabelecimento de objetivos de projeto e decisões.

Os **guias de estilo comerciais** são documentos tipicamente produzidos por uma organização ou fornecedor de um determinado produto e são comercialmente disponíveis. Um guia de estilo comercial proporciona uma composição muito mais concreta e aplicavel aos projetos do que oferecem os documentos com padrões de interações. Podem ser utilizados como base para a produção de guias de estilo personalizados para projetos individuais de desenvolvimento de interface. Quando bem escritos, não requerem muita interpretação. Sua principal vantagem é melhorar a consistência do projeto de interação com o usuário.

Os **guias de estilo personalizados** formam um importante documento que as equipes de desenvolvimento de interfaces para o usuário devem elaborar, logo nas primeiras fases do projeto. Contêm recomendações bem específicas sobre vários aspectos de um projeto de interação. A principal diferença entre as diretrizes e os guias de estilo personalizados, está no fato de que estes são utilizados para um projeto, um produto ou uma organização específicos, enquanto aquelas, juntamente com os guias de estilo comerciais, são aplicadas de maneira genérica a uma ampla gama de interfaces do usuário. Sua principal vantagem é proporcionar para o projeto, informações consistentes, explicitas e sem ambiguidade, porém, como resultado natural, não permitem uma ampla aplicabilidade, fato que pode ser necessário quando ocorrem contingências que geram conflitos com as regras específicas.

No trabalho apresentado na seção 4.3 a seguir, não foram feitas distinções entre os tipos de informações, sobre fatores humanos, apontados por Hix e Hartson (1993), porém, tais informações estão mais propensas a serem indicadas (pelo menos em sua maioria), como situadas na categoria das diretrizes. Para evitar qualquer tipo de associações com tais categorias, optou-se por denominar tais informações por **referenciais**, pelo fato de serem informações que têm como objetivo, acima de tudo, servir de referenciais aos que delas queiram fazer uso.

4.2- MÉTODO UTILIZADO NA ELABORAÇÃO DOS REFERENCIAIS

Para a elaboração dos referenciais pensou-se, a princípio, em obter algumas fontes de referenciais para interfaces homem-computador e mapeá-las para o objetivo deste trabalho, que são os deficientes visuais. O trabalho chegou a ser iniciado, utilizando-se como referência os referenciais apresentados por Brown (1988). O trabalho se mostrou estafante e proporcionou poucos resultados, devido a dificuldade de abstração e empatia, com relação aos deficientes visuais, para o mapeamento dos referenciais. O trabalho elaborado por Brown (1988) foi o escolhido, entre outros, por apresentar um formato indicado a consulta rápida, possuir um conteúdo bem abrangente, não ser muito voltado para as interfaces GUI, e não ser tão amplo que impossibilitasse o trabalho[50].

Com a primeira tentativa frustrada optou-se, então, após o acesso aos trabalhos de Lawrence e Vanderheiden (1988), Vanderheiden e Vanderheiden (1991) e Vanderheiden (1992), por um caminho diferente. Estes três trabalhos citados dizem respeitos a referenciais a serem seguidos por projetistas de produtos de consumo em geral, computadores, sistemas operacionais e software, com a finalidade de torná-los mais acessíveis aos usuários com todos os tipos de deficiências físicas ou mentais.

Foi feita, então, uma seleção e posterior adaptação dos referenciais contidos nos três trabalhos pesquisados, seguindo a ordem cronológica pela qual foram publicados, filtrando apenas o que dizia respeito às interfaces de computadores voltadas aos deficientes visuais. Foram adicionados a estes referenciais, alguns outros, baseados no que foi apresentado nos capítulos dois e três deste trabalho. Foram descartados os referenciais que dizem respeito a

[50] Como no caso do trabalho de Smith e Mosier citado na seção 4.1 deste trabalho

projetos de interfaces comuns, ou seja só foram considerados os referenciais que dizem respeito aos deficientes visuais.

O resultado obtido até este ponto serviu de base para o trabalho seguinte, que foi o de classificação dos referenciais. Os referenciais foram classificados por grupos de interesse (projetistas ou usuários), tipos de usuários (com visão subnormal ou cegos) e tipo de dispositivo (hardware, software, monitor de vídeo, etc.). Após tais classificações, observou-se que os referenciais tornaram-se redundantes, pois a maioria absoluta dos que se referiam aos projetistas, eram de interesse dos usuários, para que pudessem fazer uma melhor avaliação do produto. Optou-se por eliminar tal classificação e assumir o fato de que todos os referenciais apresentados interessam, direta ou indiretamente, a projetistas e usuários. A classificação por tipo de dispositivo também não se mostrou adequada, e optou-se por elaborar uma classificação orientada aos sujeitos (objetos) referenciados, que no caso foram os usuários; os software leitores de tela; os software de aplicação em geral; os software de aplicação com CUI; os software de aplicação com GUI; os computadores (hardware); os painéis de controle, botões e teclados; as chaves, disquetes e plugues; os monitores de vídeo; os projetos e, finalmente, as documentações. Cada referencial apresentado aponta para o tipo de usuário a quem se destina. Todo este trabalho visou proporcionar uma consulta, aos referenciais, mais fácil, rápida e direta.

Finalmente, todos os referenciais foram comparados com os referenciais gerais de interface homem-computador apresentados por Brown (1988), para serem, em alguns casos, apoiados pelo trabalho de Brown e, em outros casos, acrescentados do trabalho de Brown.

Para dar sustentação aos referenciais gerados, foi feita uma citação para cada referencial sobre o(s) trabalho(s) no qual(is) foi baseado.

Todos eles estão apoiados, também, pelos capítulos 2 e 3 deste trabalho, porém tal referência somente aparece nos casos dos referenciais criados apoiados unicamente por este trabalho. Apresentar tal referência nos outros referenciais seria redundante e poluiria o visual dos mesmos, dificultando o acesso.

Os referenciais foram elaborados em uma linguagem simples direta e a mais breve possível, para facilitar a consulta aos mesmos. Quando necessários, foram apresentados exemplos. As referências nas quais foram baseados podem auxiliar a um conhecimento mais profundo sobre os mesmos, se necessário.

A seguir são apresentados os referenciais de maneira direta e numerados em ordem crescente, para que possam ser facilmente referidos por quem queira deles se utilizar.

4.3- OS REFERENCIAIS

• USUÁRIOS

1 **Referencial:** Os sistemas de saída em voz são indicados para usuários com qualquer tipo de deficiência visual.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *seção 3.2 deste trabalho.*

2 **Referencial:** Os sistemas amplificadores de tela não podem ser utilizados por usuários cegos ou com visão subnormal muito acentuada.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *seção 3.2 deste trabalho.*

3 **Referencial:** Os sistemas de saída em braille, apesar de serem acessíveis a qualquer usuário habilitado a leitura braille, são mais indicados para usuários cegos ou com visão subnormal muito acentuada.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *seção 3.2 deste trabalho.*

• SOFTWARE LEITORES DE TELA

4 **Referencial:** Devem acessar a mais ampla variedade de ambientes de software aplicativos possível, sem ficarem restritos a apenas um tipo de aplicativo ou editor de texto, geralmente desenvolvido pelo fabricante do sistemas de interação.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *seção 3.2 deste trabalho.*

• SOFTWARE DE APLICAÇÃO EM GERAL

5 **Referencial:** Devem cooperar com outros utilitários e dispositivos de acesso, tornando disponíveis as informações necessárias para a operação dos mesmos nos seus ambientes, inclusive padronizando suas características para tornar o acesso mais efetivo.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

6 **Referencial:** Devem ser projetados sob o enfoque de sistemas abertos, possibilitando o acesso aos mesmos, pelos deficientes visuais, através de dispositivos especiais de interface (hardware e software).
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

7 **Referencial:** Não devem causar interferência com os dispositivos de acesso existentes, usados para acessá-los.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

8 **Referencial:** Devem ser testados para verificação da compatibilidade com os produtos (hardware e software), desenvolvidos pelos fabricantes do terceiro grupo[51]. O fornecimento de cópias dos software, para serem testadas pelos fabricantes do terceiro grupo, também auxilia a evitar problemas de compatibilidade.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

9 **Referencial:** Devem ser projetados de modo a minimizarem a habilidade necessária para sua operação.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

---

[51] Vide seção 3.2.1.

10 **Referencial:** Devem permitir uma maneira alternativa para a substituição dos sistemas de entrada que requerem um feedback visual contínuo para a sua operação (como mouse ou telas sensíveis a toque), disponível a qualquer momento.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Brown (1988, p.151, Keyboard).*

11 **Referencial:** Devem proporcionar todas as informações visuais importantes, de maneira redundante, em áudio, com sinais a uma frequência de 500 a 3.000 Hz.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.158, Error Correction).*

12 **Referencial:** Devem permitir que os software leitores e amplificadores de telas estejam aptos a identificar eventos que ocorram em diferentes áreas da tela. Isto é necessário para que os software de acesso possam mover automaticamente os seus focos para o ponto na tela onde os eventos ocorrem, evitando que o usuário perca os eventos importantes que ocorrem fora do foco.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992); Brown (1988, p.122, Prompts for Entries).*

13 **Referencial:** Devem manter um leiaute de tela consistente, permitindo que o usuário possa saber onde encontrar informações como: avisos, mensagens, indicadores de estado, menus, etc..
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992); Brown (1988, p.20, Reserved Display Areas); Brown (1988, p.104, Softe Machine Controls); Brown (1988, p.122, Prompts for Entries).*

14 **Referencial:** Os espaços entre as letras, as palavras, as linhas e as mensagens devem ser suficientes para que as tornem distintas umas das outras.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

15 **Referencial:** Devem fornecer as letras e os símbolos no formato mais simples possível, usando tipos sem serifas.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

16 **Referencial:** Devem evitar que as cores (inclusive no uso de preto e branco) transmitam conteúdo informacional.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

17 **Referencial:** Devem fornecer um alto contraste entre textos ou gráficos e o fundo da tela.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

18 **Referencial:** Devem permitir ao usuário que selecione as cores desejadas, na apresentação das informações da tela, nos casos em que a diferença de cores faz parte do entendimento das informações. É desejável também que ofereçam a opção de apresentação monocromática.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Vanderheiden (1992); Brown (1988, p.45, Highlighting); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code); Brown (1988, p.126, Input Data Format).*

19 **Referencial:** Devem evitar o emprego da cor azul para a comunicação de informações importantes.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.45, Highlighting); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

• SOFTWARE DE APLICAÇÃO COM CUI

20 **Referencial:** Devem utilizar o formato de texto corrente, evitando posicionamentos em colunas, uma vez que a maioria dos leitores de tela lêm a tela da esquerda para a direita, uma linha inteira de cada vez.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

21 **Referencial:** Devem evitar o uso de filas de caracteres ASCII (como "*******" ou "--------"), para desenharem linhas etc.. Tal procedimento faz com que os leitores de telas fiquem repetindo tais caracteres, diminuido o desempenho de quem os opera.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

22 **Referencial:** Devem evitar o uso de caracteres alfabéticos para desenharem figuras, margens, linhas verticais, etc.. A prática de desenhar linhas verticais, por exemplo, fazendo o uso de dígitos 1 (um) ou dígitos l (L minúsculo), confunde o deficiente visual que está acessando o sistema através de leitores de telas, que lêm uma linha por vez, e não possibilitam a visão do todo, conforme percebida por quem pode enxergar a tela toda de uma só vez.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

• SOFTWARE DE APLICAÇÃO COM GUI

23 **Referencial:** Devem permitir um fácil acesso aos comandos do software. Quando todos os comandos são executados através de menus, os software de acesso não encontram dificuldades em acessarem e ativarem os comandos disponíveis. Porém quando os comandos são disponíveis em outras formas, como barras de ferramentas por exemplo, é difícil para os software de acesso obterem uma lista de tudo sobre todos os comandos, apresentá-la ao deficiente visual usuário do sistema e, então, ativá-los.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

24 **Referencial:** Devem permitir que se possa acessar todos os aspectos do diálogo (menus, botões, etc.), via teclado, como opção por quem não pode trabalhar com mouses, trackballs e outros dispositivos apontadores.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

25 **Referencial:** Devem posibilitar a opção de mudança do tamanho, da largura e da cor do cursor e do apontador, permitindo que alguns usuários com visão subnormal consigam acesso direto aos software.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden (1992); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code); Brown (1988, p.126, Input Data Format).*

26 **Referencial:** Devem usar, sempre que possível, o cursor ou o apontador para localizarem as informações na tela, em vez de fazerem-nas brilhar ou colorirem-nas, por exemplo. A maioria dos leitores de tela têm dificuldade em acompanhar o que não é apontado através do cursor ou do apontador.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

27 **Referencial:** Devem garantir que os avisos, os alertas e os auxílios estejam suficientemente estáveis para serem lidos após serem disparados. Para evitar tal problema, tais informações devem permanecer na tela até que sejam desativadas pelo usuário.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden (1992).*

• COMPUTADORES (HARDWARE)

28. **Referencial:** Devem possuir um ponto de conexão externo (porta de entrada padrão ou especial), disponível para os dispositivos adaptativos de entrada de dados. O conector deve seguir um padrão industrial. Os computadores devem tratar a entrada do dispositivo adaptativo da mesma maneira que tratam de um dispositivo de entrada padrão como um teclado, um mouse ou uma placa gráfica.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988).*

29. **Referencial:** Devem permitir uma maneira alternativa, para substituição de sistemas de entrada que requerem feedback visual contínuo para a sua operação (como mouses ou telas sensíveis a toque), disponível a qualquer momento.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Brown (1988, p.151, Keyboard).*

30. **Referencial:** Devem permitir a conexão de terminais de vídeo de tamanho grande ou de dispositivos especiais para amplificação de imagens.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

31. **Referencial:** Devem possuir uma saída com capacidade de geração de voz, preferivelmente embutida, ou então, possibilitar a conexão a um dispositivo sintetizador de voz ou impressora braille, através de alguma porta de saída.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

• PAINÉIS DE CONTROLE, BOTÕES E TECLADOS

32. **Referencial:** Devem estar localizados em posições adjacentes ao que estão controlando.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

33. **Referencial:** Devem estar posicionados de modo que haja espaço suficiente entre eles, para facilitar a sua localização e identificação tátil, assim como a fácil rotulação em letras grandes ou braille.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.140, Fixed Functions).*

34. **Referencial:** Devem ser agrupados de modo a facilitarem a identificação tátil e dispor de marcas de referência, que possibilitem ao usuário o posicionamento relativo de outras teclas e botões.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988).*

35. **Referencial:** Devem possuir tamanhos variados, de modo que o mais importante seja o maior, para facilitar sua localização e identificação.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

36. **Referencial:** Devem possuir um formato lógico e de fácil entendimento para que possam facilitar a identificação tátil.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

37. **Referencial:** Devem possuir bordas que sejam facilmente distinguíveis pelo tato.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Lawrence e Vanderheiden (1988).*

38. **Referencial:** Devem oferecer rótulos sensíveis ao tato.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

39. **Referencial:** Devem fornecer as letras e os símbolos no formato mais simples possível, usando tipos sem serifas.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

40. **Referencial:** Devem possuir letras e símbolos tão grandes quanto forem possíveis.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

41. **Referencial:** Os espaços entre as letras, as palavras, as linhas e os rótulos devem ser suficientes para que os tornem distintos uns dos outros.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

42. **Referencial:** Devem suplementar a codificação de cores através da utilização de diferentes formas de botões e chaves ou através de rótulos de letras ou gráficos.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

43. **Referencial:** Devem permitir a escolha de cores para os botões codificados por cores.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

44. **Referencial:** Devem fornecer um alto contraste entre as letras ou os gráficos e a superfície de fundo.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

45. **Referencial:** Devem evitar o emprego das cores azul, verde e violeta para codificar informações.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.45, Highlighting); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

46. **Referencial:** Devem minimizar a claridade da superfície evitando acabamento brilhante.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

47. **Referencial:** Devem permitir a fácil substituição das capas das chaves, botões, etc. por capas especiais ou opcionais.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

48. **Referencial:** Devem oferecer indicações não visuais de seu estado (ligado ou desligado).
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Brown (1988, p.140, Fixed Functions Keys).*

49. **Referencial:** Devem fornecer uma saída de voz para a comunicação dos nomes das chaves ou botões, conforme são pressionados.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.140, Fixed Functions Keys).*

50. **Referencial:** Devem permitir entrada redundante de reconhecimento de voz.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.147, Voice Entry).*

• CHAVES, DISQUETES E PLUGUES

51. **Referencial:** Devem possuir um formato que permita a identificação da posição correta em que devem ser inseridos.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

52. **Referencial:** Devem ser passíveis de serem inseridos ou conectados com a mínima necessidade de habilidade.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

53. **Referencial:** Devem ser inseridos ou conectados a fendas, orifícios ou conexões que possuam um sistema de afunilamento ou outra forma de guia, que oriente a posição do objeto que será inserido ou conectado.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

54. **Referencial:** O ponto onde serão inseridos deve fornecer um contraste visual diferenciando-o do restante do painel.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

55. **Referencial:** Devem ser introduzidos em mecanismos com botões de ejeção para que sejam facilmente extraidos ou desconectados.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

• MONITORES DE VÍDEO

56. **Referencial:** Devem possuir letras e símbolos tão grandes quanto forem possíveis.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

57. **Referencial:** Devem permitir um ajuste no tamanho da imagem apresentada.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

58. **Referencial:** Devem permitir ajustes de contraste e brilho.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991); Brown (1988, p.66, Appropriate Uses for Color); Brown (1988, p.70, Assigning Colors for Coding); Brown (1988, p.74, Recomended Color Code).*

59. **Referencial:** Devem minimizar a claridade através do emprego de dispositivos para filtro de luz ou evitando superfícies com acabamento brilhante.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

60. **Referencial:** Devem permitir que se possa ajustar o ângulo de visão da tela dos monitores de vídeo de cristal líquido (LCD), para evitarem a perda de contraste.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

• PROJETOS

61. **Referencial:** Não é possível projetar um produto absolutamente acessível. Pode-se projetar modificações que tornem os produtos mais acessíveis, porém sempre existirão individuos que não conseguirão acessá-lo.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

62. **Referencial:** Não é desejável que se projete soluções que permitam um ótimo acesso a parte do sistema e impeçam o acesso a outras partes do mesmo. O projeto deve permitir o acesso ao sistema como um todo.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

63. **Referencial:** Pequenas modificações podem tornar os computadores direta e completamente acessíveis (acessibilidade direta), sem qualquer outra modificação adicional. Uma vez incorporadas no projeto do produto tais modificações geralmente geram pequenos, ou mesmo nenhum, custo adicional.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Referências bibliograficas: *Vandeheiden (1992).*

64. **Referencial:** Projetar a plataforma do computador (hardware e sistema operacional), de modo a facilitar a conexão e a utilização de ferramentas de acesso especiais (software e hardware), para indivíduos com deficiências que não permitem o acesso direto ao computador.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Referências bibliograficas: *Vandeheiden (1992).*

65. **Referencial:** Projetar os sistemas de saída de voz com opções para várias línguas permitindo maior acessibilidade ao sistema e evitando mal-entendidos por parte dos usuários.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Brown (1988, p.58, Terminology); capítulo 5.*

66. **Referencial:** Projetar interfaces voltadas para deficientes visuais sempre com o auxílio de um deficiente visual.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Brown (1988, p.174, Knowing the User).*

• DOCUMENTAÇÕES

67. **Referencial:** Devem estar disponíveis na forma eletrônica (ASCII), impressas com letras grandes, em fita de áudio e ou braille.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Lawrence e Vanderheiden (1988); Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

68. **Referencial:** Quando impressas, devem possuir letras e símbolos tão grandes quanto forem possíveis.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

69. **Referencial:** Os espaços entre as letras, as palavras, as linhas e os tópicos devem ser suficientes para que os tornem distintos uns dos outros.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

70. **Referencial:** Devem fornecer as letras no formato mais simples possível, usando tipos sem serifas.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

71. **Referencial:** Devem fornecer uma descrição textual de todas as figuras.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

72. **Referencial:** Deve ser levado em conta que qualquer informação apresentada em cores pode também ser apresentada de outra forma, sem o auxílio das mesmas, como por exemplo em gráficos de barras representados por vários padrões de branco e preto.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

73. **Referencial:** Devem fornecer as instruções básicas diretamente no dispositivo ao qual se referem, além do manual.
Tipo de usuário: visão subnormal.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

74. **Referencial:** As documentações escritas devem ser fornecidas de modo a serem facilmente interpretadas pelos scanners.
Tipo de usuário: visão subnormal e cego.
Baseado em: *Vanderheiden e Vanderheiden (1991).*

4.4- CONCLUSÕES A RESPEITO DOS REFERENCIAIS

A elaboração de referenciais é uma tarefa com um grau de dificuldade não aparente em uma primeira análise e esta confirmação pode ser obtida pela afirmação, no início deste capítulo, de que os trabalhos neste sentido elaborados na MITRE Corporation já envolveram mais de uma década de trabalho de duas pessoas.

Para que se possa apresentar um referencial é exigido que se possua um conhecimento profundo do problema para o qual o referencial é indicado, caso contrário poderá ser criado um problema, em vez de uma tentativa de solução para um determinado projeto. Muitas vezes é necessário um conhecimento baseado em experiências diretas com o problema e não apenas baseado em conceitos teóricos. O problema enfocado neste trabalho torna este aspecto mais complexo ainda, pelo fato de ser direcionado aos deficientes visuais e o seu autor não ser um deficiente visual, o que leva ao fator empatia. Apenas fechar os olhos e se colocar no lugar de um cego, por exemplo, não melhora muito a percepção dos problemas dos deficientes visuais. É necessário um contato direto com os mesmo e praticamente uma aferição a cada passo dado.

A simples seleção de um conjunto de referenciais, entre vários apresentados, sem uma profunda avaliação de cada um deles para o problema específico dos deficientes visuais no Brasil, poderia resultar em um conjunto de regras sem sentido ou, pior ainda, que pudessem atrapalhar mais do que auxiliar. Pelo fato deste trabalho ser de natureza científica e não comercial, a responsabilidade e o cuidado empregados na seleção dos referenciais se torna ainda maior.

Outros fatores contribuiram para o aumento da complexidade do trabalho. Um deles foi o fato de uma das fontes de consulta se tratar de produtos não diretamente ligados ao computador, como eletrodomésticos por exemplo[52]. Foi necessária uma seleção do que pudesse ser aplicado aos computadores. Muitos dos referenciais foram encontrados de forma implícita nos textos das fontes e não apresentados diretamente como referenciais. Finalmente a forma e a classificação dos referenciais nas suas fontes de origem não são as mesmas apresentadas neste trabalho. Houve a necessidade de uma adaptação dos referenciais, para uma assimilação mais direta pelos possíveis usuários de

52 Vide Vanderheiden e Vanderheiden (1991).

interfaces de computadores para deficientes visuais, pois as fontes são dirigidas apenas a projetistas e não a usuários.

Apesar de tudo é importante frizar que os referenciais aqui apresentados devem servir como guia auxiliar para os usuários avaliarem as interfaces de computador voltadas para os deficientes visuais, porém, não garantem uma perfeita avaliação técnica das mesmas, mesmo porque, o universo abrangido por esta lista de referenciais é limitado. Um profissional da área de informática deve sempre ser consultado sobre o assunto, para auxílio aos usuários leigos em informática, no que diz respeito às considerações técnicas em informática complementares aos referenciais apresentados.

Com referência aos projetistas de interfaces, é importante que se de atenção ao que afirmam Hix e Hartson (1993, p. 28): "*Desenvolver e utilizar guias de estilo, com regras especificas de projeto, é somente uma pequena porção do esforço envolvido em garantir a usabilidade em uma interface. Os guias de estilo podem conter uma grande quantidade de informações sobre fatores humanos, mas tais informações sozinhas não são suficientes. O processo pelo qual tais informações são utilizadas e a maneira pela qual as interfaces resultantes são avaliadas, constitui uma parte maior do esforço envolvido na produção de uma interface do usuário de alta qualidade.*".

Os referenciais apresentados neste capítulo devem servir, também, como uma base para que se possa discutir mais a respeito deles. A lista apresentada deve estar aberta para outros referenciais que se queira acrescentar. Cada país possui as suas próprias características e as características sociais do Brasil são bem diferentes daquelas apresentadas em outros paises, como os Estados Unidos, de onde se originou a maioria, quase absoluta, das informações para este trabalho. Embora tenha sido tomado o devido cuidado para se adaptar tais informações à realidade brasileira, acredita-se que muito mais, ainda, pode ser acrescentado nesta lista de referenciais com o auxílio da comunidade brasileira interessada no assunto. Para que se possa comparar melhor o que foi até agora apresentado com o que realmente acontece no Brasil, foi elaborado o capítulo seguinte, que diz respeito a tal preocupação.

Capítulo 5

Informática para Deficientes Visuais: Um Estudo em São Paulo

O objetivo deste capítulo é fornecer uma visão da realidade de São Paulo, aproximando-se da brasileira, a respeito da utilização das interfaces de computadores por deficientes visuais. Sentiu-se a necessidade de acrescentar este capítulo a este trabalho, para que se possa avaliar melhor o que já foi apresentado, até então, sob o enfoque da realidade brasileira, uma vez que a maior parte das fontes de informação aqui utilizadas são de origem estrangeira. Isto aconteceu, como já foi dito anteriormente, devido à total escassez de informações oficiais e científicas sobre o assunto no Brasil.

Para que se pudesse adquirir informações sobre o tema de interesse optou-se, em primeiro lugar, por uma participação ativa através do envolvimento com problemas reais, dos deficientes visuais, na aquisição de equipamentos de informática[53] para alunos de curso superior com deficiências visuais. Em segundo lugar optou-se por conhecer a realidade de outros ambientes através de dois caminhos: visitando informalmente empresas que contam, em seus quadros de funcionários, com profissionais deficientes visuais diretamente ligados à área de informática e coletando dados de tais profissionais através de questionários.

O envolvimento direto com o problema gerou a base para o conhecimento dos fatores envolvidos e da complexidade do problema. A visita a outros ambientes proporcionou uma visão da abrangência do problema no Brasil e, finalmente, os questionários serviram para confirmar e generalizar os dados da

---

[53] Este envolvimento foi obtido através da coordenação de um grupo de iniciação científica, promovido pelo Instituto de Informática da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, composto por alunos da área de informática (um cego e outro com visão subnormal), que tinha como objetivo (entre outros), fornecer um parecer técnico sobre a interface de computador para deficientes visuais mais adequada para a aquisição pelo instituto.

base de conhecimentos, permitindo um carater mais formal para a elaboração das conclusões sedimentadas em fatos. Para este trabalho, então, os questionários passam a ser a fonte de informação formal para as conclusões relativas a São Paulo.

Mais especificamente falando, os objetivos da pesquisa a que se refere o presente capítulo são:

1. Caracterizar os deficientes visuais (usuários) que estão usando computadores.
2. Verificar a formação técnica em informática recebida pelos referidos usuários.
3. Caracterizar profissionalmente os referidos sujeitos.
4. Levantar os equipamentos utilizados pelos sujeitos.

5.1- MÉTODO

5.1.1- SUJEITOS

Como o objetivo deste capítulo é fornecer uma visão da realidade brasileira, a respeito da utilização das interfaces de computadores por deficientes visuais, é necessário que se tome certos cuidados para que as informações sobre o tema não sejam distorcidas, pela falta de um conhecimento mais profundo sobre o assunto por parte das fontes de informação, todas elas obtidas através de questionários, que a partir deste ponto serão denominadas por **sujeitos**. Por tais motivos foi imposto, então, como primeiro pré-requisito para os sujeitos que fossem portadores de deficiência visual grave. O segundo pré-requisito exigido foi o de que fossem profissionais da área de informática.

Antes que os sujeitos com os pré-requisitos acima apontados fossem relacionados, optou-se pela obtenção de uma visão mais ampla possível da realidade do problema, através da tentativa de seleção de sujeitos profissionais que representassem as empresas dos setores governamental e privado atuantes nos seguintes segmentos: prestação de serviços, bancário e manufatura.

Através de uma exaustiva pesquisa foram relacionados os sujeitos com o perfil acima mencionado. Uma restrição com respeito à abrangência da pesquisa, está no fato de a mesma obter informações apenas de sujeitos das regiões da Grande São Paulo e de Campinas, devido a dificuldade em se relacionar sujeitos de outras regiões do país.

Foram feitos contatos telefônicos com os sujeitos, cobrando as suas respostas aos questionários e, mesmo assim, após um prazo de três meses, somente menos da metade dos sujeitos respondeu aos questionários, porém o número de respostas foi considerado significativo e abrangente, conforme pode ser verificado pelos dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Amostragem dos sujeitos por setor empresarial.

SETOR EMPRESARIAL	SEGUIMENTO EMPRESARIAL	QUANTIDADE DE QUESTIONÁRIOS ENVIADOS	QUANTIDADE DE QUESTIONÁRIOS RECEBIDOS (APÓS 3 MESES)
Governo Federal	Prest. de Serviços	08	04
Governo Estadual	Prest. de Serviços	05	02
Governo Municipal	Prest. de Serviços	17	02
Empresa Privada	Manufatura	06	05
TOTAL EM VALORES ABSOLUTOS		36	13
TOTAL EM VALORES RELATIVOS		100%	36,11%

As características específicas dos sujeitos enquanto pessoas aparecem na Tabela 3

Tabela 3 - Caracterização dos sujeitos.

SUJEITOS			DEFICIÊNCIA	
IDENTIFICAÇÃO	IDADE	SEXO	TIPO	IDADE INICIAL (anos)
S01	46	M	Cego	13
S02	51	M	Cego	12
S03	46	M	Cego	08
S04	50	F	Cego	Congênita
S05	25	F	Visão subnormal	Congênita
S06	24	F	Cego	1,5
S07	27	F	Visão subnormal	18
S08	29	M	Cego	2
S09	54	M	Cego	19
S10	39	M	Cego	27
S11	20	M	Cego	Congênita
S12	42	M	Cego	Congênita
S13	33	M	Cego	21
SUBTOTAL		M= 9 F= 4	Visão sub.= 2 Cego= 11	Congênita= 4 Outras= 9

A faixa etária dos sujeitos é bem diversificada, não indicando restrições à idade para se trabalhar na área.

O número de sujeitos do sexo masculino é maior (69,2 % do total), que o de sujeitos do sexo feminino, apontando, também neste caso, uma maior dificuldade encontrada pelos indivíduos do sexo feminino em ingressar no mercado de trabalho.

A maioria dos sujeitos (84,6 %) é composta por cegos e apenas dois possuem visão subnormal grave. Nada se pode concluir deste dado, a não ser o fato de que, para interação com computadores, a pouca visão disponível aos sujeitos com visão subnormal grave parece ser quase despresível.

A minoria dos sujeitos (30,8 %) nasceu com deficiência visual e a maioria (69,2 %) foi perdendo a visão com o avançar da idade, fato que vai ao encontro das afirmações encontradas na seção 3.1 deste trabalho. Apesar de terem adquirido a deficiência em idades não muito avançadas, deve-se levar em conta o aspecto, relativo à profissão exercida por tais sujeitos, que se refere ao fato de que a perda da visão em uma idade muito avançada gera uma dificuldade muito grande de adaptação aos dispositivos com os quais se interage e o computador é

um dispositivo de interação ainda relativamente complexa, exigindo uma boa adaptação, por parte dos deficientes visuais com idade avançada, à sua nova vida sem visão.

5.1.2- MATERIAL

Após apontados os pré requisitos foi elaborado o conteúdo do questionário (ver Anexo II), separando as informações em: dados pessoais, formação escolar, formação técnica em informática, dados profissionais, dados sobre os equipamentos de informática utilizados e outras sugestões. O formato do questionário procurou seguir as recomendações dos referenciais 20, 21 e 22 da seção 4.3 deste trabalho.

5.1.3- PROCEDIMENTO

Os sujeitos relacionados, foram contactados por telefone e, informados sobre o teor da pesquisa, foram convidados a participarem da mesma, através das respostas aos questionários. Praticamente todos aceitaram o convite.

Foram elaboradas, então, pastas para serem enviadas aos sujeitos, cada uma delas contendo: uma carta de apresentação em braille, com cópia impressa em letras comuns, um questionário, também impresso com letras comuns e um disquete com arquivos em ASCII[54], contendo cópia da carta de apresentação e do questionário. Todos os sujeitos foram informados da disponibilidade de outros meios de comunicação, porém, todos ficaram satisfeitos com o conteúdo da pasta. Os sujeitos poderiam responder os questionários por qualquer meio de comunicação desejado, porém, optaram por impressos via impressora comum, de computador, ou por escrita manual no próprio questionário impresso, com o auxílio de terceiros. Apenas um sujeito, com visão subnormal, respondeu pela forma de escrita manual, no próprio questionário, sem o auxílio de terceiros.

Finalmente, foi feita uma visita a sujeitos representantes do seguimento bancário do setor privado, para uma verificação "in loco" do ambiente de trabalho. Para este segmento não foram enviados questionários.

A seguir são analisadas as informações contidas nos questionários respondidos pelos sujeitos.

---

[54] Vide referencial 67, na seção 4.3 deste trabalho.

5.2- RESULTADOS

Os resultados são apresentados na seqüência dos objetivos.

5.2.1- FORMAÇÃO ESCOLAR DOS SUJEITOS

Os dados relativos a este tópico aparecem na Tabela 4

Tabela 4 - Formação dos sujeitos

	ESCOLARIDADE		
SUJEITOS	NÍVEL	CURSO	LEITURA BRAILLE
S01	2. Grau	Normal	Sim
S02	Superior incomp.	Sociologia	Sim
S03	2. Grau	Normal	Sim
S04	Superior	Letras	Sim
S05	Superior incomp.	Análise de Sistemas	Sim
S06	Superior incomp.	Filosofia	Sim
S07	2. Grau	Não respondeu	Sim
S08	Pós-Graduação	Análise de Sistemas	Sim
S09	2. Grau incomp.	Normal	Sim
S10	Superior	Administração de Empresas	Sim
S11	Superior incomp.	Análise de Sistemas	Sim
S12	Superior	História	Sim
S13	2. Grau	Normal	Sim
SUBTO-TAL	Superior= 4 Sup. inc.= 4 2. Grau = 4 2. Grau inc.= 1		Sim= 100%

Quanto ao aspecto escolaridade não se observa discrepâncias em relação ao exigido para o mercado de trabalho na área de programação de sistemas, que é geralmente o nível superior incompleto ou segundo grau completo. O único sujeito (S08) que atua como analista de sistemas[55], área para qual se exige

[55] Vide Tabela 6.

curso superior completo, é pós-graduado na área. A maioria dos sujeitos cursou a área das Ciências Humanas. Todos dominam braille.

5.2.2- FORMAÇÃO TÉCNICA EM INFORMÁTICA DOS SUJEITOS

Os dados relativos à formação técnica em informática permitem elaborar a Tabela 5.

Tabela 5 - Tabulação dos dados de formação técnica em informática dos sujeitos.

	TREINAMENTO COM COMPUTADOR				
SUJEITOS	COMO COMEÇOU	IDADE (anos)	DIFICULDADES	TEMPO PARA CAPACITAÇÃO	O QUE FACILITOU (*)
S01	Curso do IBIS	28	Falta de material técnico	24 meses	Apoio de M, P, C e F
S02	Curso do IBIS	31	Falta de material de estudo e ferramentas de trabalho	24 meses	C- força moral e auxílio didático
S03	Curso do IBCE	29	Mudança da área humana p/ técnica e fato de ser apenas ouvinte	24 a 36 meses	M, P, C e F
S04	Curso do IBIS	29	Não teve grandes didficuldades, apenas falta de equipamentos	6 meses	M- por não usar fluxos P- era deficiente e trabalhva na área
S05	Curso do IBIS	20	Falta de equipamentos adequados e dificuldade de acesso	1 mes	M- descrição oral de fluxogramas e desenhos
S06	Curso do IBIS	19	Lógica e diferença entre o ensinado no curso e o real na empresa	Ainda não se sente capacitado	F- incentivos
S07	Curso do IBIS	23	Interface em ingles Braille pouco desenvolvido	30 meses	P Vontade própria e necessidade
S08	Na empresa onde trabalha	20	Entender o teclado Conhecer as telas e aplicações	3 meses	C Desenvolveu seu próprio método de aprendizado
S09	Curso do IBIS	42	Falta de Interface adequada Falta de equipamentos p/ DV	24 meses	C Experiência do dia-a-dia
S10	Curso do IBIS	30	Falta de equipamentos	2 meses	C Desenvolveu seu próprio método de aprendizado
S11	Curso do IBIS	18	Dificuldade em entender sintetizador Falta de manual	Ainda não se sente capacitado	M, P, C e F
S12	Estágio na empresa onde trabalha e Curso do IBIS	24	Falta de equipamento adequado	Após estágio	M e P
S13	Estágio na empresa onde tabalha e Curso do IBIS	31	Falta de equipamento adequado	Após estágio	M e P

(*) M= método; P= professor; C= colegas; F= família.

A maioria dos sujeitos (92,3 %) começou o aprendizado técnico através de cursos de programação especializados para deficientes visuais[56], o que leva a concluir sobre a utilidade e necessidade de certos cursos específicos para a formação complementar dos deficientes visuais.

A maioria (76,9 %) ingressou na área de informática com idade menor ou igual a trinta anos, fato que parece estar coerente com o mercado nacional devido, em grande parte, à modernidade da área.

As dificuldades encontradas pelos sujeitos no início de seus aprendizados técnicos foram variadas havendo uma predominância no aspecto da falta de equipamentos adequados, seguido, com frequência bem menor, pela falta de material de estudo e de manuais e por limitações pessoais variadas. Estas observações confirmam a necessidade de mais estudos sobre a acessibilidade por deficientes visuais a computadores e a aplicação destes estudos pelos projetistas de interfaces para computadores, no Brasil, conforme é defendido neste trabalho.

É difícil fazer afirmações sobre o tempo necessário para que os sujeitos se sentissem capacitados, mesmo porque não ficou bem definido o que se entende por capacitado. As respostas variam muito, de um mês a trinta e seis meses, sendo que alguns sujeitos ainda não se sentem capacitados. Este aspecto parece estar mais relacionado à habilidade e aptidão individual dos sujeitos para a área e para a operação dos equipamentos, assim como ao nível de escolaridade de cada um.

Quanto aos fatores que contribuiram para facilitar o aprendizado técnico na área, os relativos ao método de ensino e aos colegas foram os mais apontados, seguido pelo professor e, finalmente, pela família. Alguns mencionaram como fatores importantes a vontade própria e a necessidade, a experiência do dia-a-dia e a criação de métodos individuais de aprendizado. Um método de ensino adequado e desenvolvido com o auxílio de deficientes aplicado por professores que realmente entendam do assunto, parecem ser os pontos principais a serem considerados para o aprendizado técnico dos deficientes visuais. É importante que se observe que o aprendizado informal, conseguido através da interação com os colegas (ambiente), é muito significativo.

5.2.3- ATUAÇÃO PROFISSIONAL DOS SUJEITOS

Os resultados relativos a atuação dos sujeitos na área profissional de informática aparecem nas Tabelas 6 e 7.

---

[56] Cabe aqui chamar a atenção para a entidade IBIS (vide seção 3.2.2) pela sua atuação na área.

Tabela 6 - Dados profissionais dos sujeitos

	ATIVIDADE ATUAL					
SUJEITOS	TIPO DE EMPRESA (*)	HÁ QUANTO TEMPO	CARGO	HÁ QTO. TEMPO ATUA NA ÁREA	ANALISA SISTEMAS	PROGRAMA COMPUTA-DORES
S01	F/P	16 anos	Programador de computador	16 anos	Não	Sim
S02	F/P	20 anos	Programador de computador	20 anos	Não	Sim
S03	F/P	14 anos	Programadorde computador	14 anos	Não	Sim
S04	P/M	21 anos	Programador de computador	21 anos	Não	Sim
S05	M/P	2,5 anos	Programador de computador	Não respondeu	Não	Sim
S06	M/P	3,5 anos	Programador treinee	3,5 anos	Não	Sim
S07	P/M	3,5 anos	Programador treinee	3,5 anos	Não	Sim
S08	P/M	9 anos	Analista de Sistemas	9,5 anos	Sim	Sim
S09	P/M	11 anos	Programador Júnior	11 anos	Não	Sim
S10	P/M	9 anos	Programador Pleno	9 anos	Não	Sim
S11	P/M	2 meses	Estagiário de Programação	2 meses	Não	Sim
S12	E/P	18 anos	Programador Pleno	18 anos	Não	Sim
S13	E/P	4 meses	Programador Júnior	4 meses	Não	Sim
SUBTO-TAL	F/P= 3 P/M= 6 M/P= 2 E/P= 2		Programador= 12 Analista= 1		Não= 12 Sim= 1	Sim= 100%

(*) Tipo de empresa = Setor/Seguimento - Setor: F= Governo Federal; E= Governo Estadual; M= Governo Municipal e P= Empresa Privada
- Seguimento: P= Prestação de Serviços e M= Manufatura

Tabela 7 - Dados profissionais dos sujeitos

	MANEIRA COM QUE EXERCE A ATIVIDADE			
SUJEITOS	SÓ OU EM EQUIPE	EQUIPE COMPOSTA POR DV	ONDE TRABALHOU ANTERIORMENTE	DIFICULDADE EM CONSEGUIR EMPREGO
S01	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Sim
S02	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Não
S03	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Sim
S04	Só		Não trabalhou anteriormente	Não
S05	Só		Não trabalhou anteriormente	Sim
S06	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Não
S07	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Não
S08	Só e em Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Sim
S09	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Sim
S10	Equipe	Na sua minoria	Não trabalhou anteriormente	Sim
S11	Só		Não trabalhou anteriormente	Sim
S12	Só		Não trabalhou anteriormente	Sim
S13	Só		Não trabalhou anteriormente	Sim
SUBTO-TAL	Só= 5 Equipe= 7 Ambos= 1		Não trabalhou anteriormente= 100%	Sim= 9 Não= 4

Ao contrário do que se geralmente se pensa, não são somente as empresas governamentais que empregam os deficientes visuais, os dados mostram que as oportunidades existem, tanto no setor governamental como no privado.

As oportunidades de emprego existiram e continuam existindo, conforme pode ser observado na coluna relativa a quantidade de tempo em que o sujeito atua na empresa atual, que varia de 2 meses a 20anos.

Com exceção do sujeito S08, que tem o cargo de analista de sistemas, todos os outros são programadores de computador, fato que chama a atenção. No mercado de trabalho o cargo de analista de sistemas se situa em uma faixa mais elevada que o de programador de computadores. Geralmente com o passar do tempo os bons programadores são promovidos a analistas. Quando se observa em conjunto as colunas referentes ao cargo, tempo de atuação na área e a que pergunta se o sujeito analisa sistemas, todas na Tabela 6, nota-se que a grande maioria dos sujeitos atua como programador a tempo, mais que suficiente, para uma promoção para analista, em condições normais. Existe algum aspecto relacionado à deficiência visual que crie dificuldade na atuação do indivíduo como analista de sistemas? Existe alguma discriminação feita neste sentido? Eis aí um aspecto que pode ser estudado com mais profundidade para que se possa inclusive sugerir soluções para contorno do problema. Outro aspecto, mais grave ainda, é o fato de nenhum deles ocupar o cargo de programador "senior", ou seja, o programador considerado mais experiente no mercado de trabalho. Muitos sujeitos atuam como programador pleno ou apenas programador (considerados com média experiência no mercado), a mais de nove anos, fato muito incomum, principalmente em empresas privadas. Isto acontece devido a um desempenho menor destes profissionais em relação aos seus colegas sem deficiências visuais? Se for este o caso, por quê? Tudo leva a concluir que as interfaces de computadores exercem uma grande influência neste cenário, pois se fossem mais acessiveis o quadro, muito provavelmente, seria outro. Estes aspectos são relevantes na medida em que todo indivíduo se sente mais motivado quando vê oportunidades futuras de progresso e o progresso neste caso vem inclusive na forma financeira.

É interessante notar, também, comparando as colunas relativas ao tempo que trabalham na empresa e ao tempo que atuam na área, com a coluna relativa ao local onde trabalharam anteriormente, que praticamente todos começaram a trabalhar na própria área atual e o emprego atual foi o único emprego em que atuaram até então, fato também relativamente incomum na área de informática, onde a rotatividade é alta, principalmente em empresas do setor privado. Isto acontece mesmo levando em conta os fatores anteriormente citados, a

respeito de oportunidades de promoções. O ambiente de trabalho neste caso seria tão importante para o desempenho dos deficientes visuais no acesso aos computadores, que gerariam uma certa insegurança na tentativa de obter novas oportunidades de emprego? O ambiente de trabalho (colegas) foi considerado de grande importância na capacitação técnica dos sujeitos, conforme demonstrado na seção 5.2.2[57], embora muitos não trabalhem em equipe, como pode ser visto na Tabela 7. O fato de não trabalharem em equipe não significa que não tenham o auxílio de colegas para algumas atividades. Em resumo, o fato é relevante e merece uma atenção mais profunda.

Finalmente, como era de se esperar, e o mesmo acontece independente de se possuir ou não deficiências visuais, houve dificuldade, para a maioria dos sujeitos (69,2 %), em obter empregos.

5.2.4- EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PELOS SUJEITOS

Os resultados relativos aos equipamentos utilizados pelos sujeitos aparecem nas Tabelas 8, 9 e 10.

[57] Uma visão mais profunda sobre a influência do ambiente de trabalho na melhoria das interações homem-computador, pode ser obtida através dos trabalhos publicados por Ó Malley (1986) e por Bannon (1986).

Tabela 8 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: ambiente e interfaces disponíveis

	AMBIENTE DA INSTALAÇÃO		INTERFACES PARA DEFICIENTES VISUAIS DISPONÍVEIS			
SUJEITOS	DISPONÍVEL	QUE UTILIZA	SAÍDA BRAILLE	SAÍDA EM VOZ	AMPLIFICADOR DE TELA	OUTROS
S01	Mainframe e micros	Mainframe	Terminal de acesso	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S02	Mainframe e micros	Mainframe	Terminal de acesso	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S03	Mainframe e micros	Mainframe	Terminal de acesso	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S04	Mainframe e micros	Mainframe	Terminal de acesso	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S05	Mainframe e micros	Main frame	Não	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S06	Mainframe e rede de micros	Mainframe	Impressora braille	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S07	Mainframe e rede de micros	Mainframe	Impressora braille	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S08	Mainframe e rede de micros	Todo o ambiente	Impressora braille	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Scanner
S09	Mainframe e rede de micros	Mainframe	Impressora braille	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S10	Mainframe e rede de micros	Mainframe e rede de micros	Impressora braille	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S11	Microcomputadores	Microcomputador	Não	Leitor de tela/sint. de voz	Não	Não
S12	Mainframe	Mainframe	Terminal de acesso	Não	Não	Não
S13	Mainframe	Mainframe	Terminal de acesso	Não	Não	Não
SUBTO-TAL	Mainframe= 2 Micros= 1 Mainframe e micros= 10	Mainframe= 10 Micros= 1 Mainframe e micros= 2	T. de acesso= 6 I. braille= 5 Não= 2	L. tela/S. voz= 11 Não= 2	Não= 100%	Não= 12 Scan.= 1

Tabela 9 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: ambiente e interfaces disponíveis

	INTERFACES PARA DEFICIENTES VISUAIS DISPONÍVEIS		
SUJEITOS	FORAM FORNECIDAS PELA EMPRESA	QUAL PREFERE UTILIZAR	CONSEGUE ACESSAR INTERFACES GRÁFICAS
S01	Sim	Os dois por se complementarem	Não
S02	Sim	Os dois por se complementarem	Não
S03	Sim	Os dois por se complementarem	Não
S04	Sim	Leitor de tela e sint. de voz por se igualar aos outros funcionários	Não
S05	Sim	sem opção	Não
S06	Sim	sem opção	Não
S07	Sim	sem opção	Não
S08	Sim	sintetizador de voz para operar e terminal de acesso braille para formar imagem	Não
S09	Sim	sem opção	Não
S10	Sim	sintetizador de voz pela confiabilidade rapidez e portabilidade	Não
S11	Não	sem opção	Não
S12	Sim	sem opção	Não
S13	Sim	sem opção	Não
SUBTOTAL	Sim= 11 Não= 1		Não= 100%

Tabela 10 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: interfaces (a)

	INTERFACES PARA DEFICIENTES VISUAIS			
SUJEITOS	QUAL EQUIPAMENTO DO MERCADO ADQUIRIRIA	COMO OS EQUIPAMENTOS QUE UTILIZA PODERI-AM SER MELHORADOS	SUGESTÕES DE PROJETOS DE EQUIPAMENTOS (OU APERFEIÇOAMENTOS) PARA MELHORAR O TRABALHO	OUTRAS SUGESTÕES
S01	Micro com multimídia com saída em voz e impressora braille	Mudando a saída sonora para língua portuguesa e melhorando a sua qualidade	Mudando a saída sonora para língua portuguesa e melhorando a sua qualidade	Um encontro entre DV da área de informática
S02	Micro com multimídia com saída em voz e impressora braille	Mudando a saída sonora para língua portuguesa e melhorando a sua qualidade	Mudando a saída sonora para língua portuguesa e melhorando a sua qualidade	Um encontro entre DV da área de informática Procurar conseguir junto ao governo equipamentos necessários para que os DV possam exercer suas funções normalmente
S03	Micro com saída em voz e impressora braille	Com saída sonora em língua portuguesa	Fornecer as definições dos programas em disquete para que possam ser transformadas em braille	Procurar conseguir junto ao governo equipamentos necessários para que os DV possam exercer suas funções normalmente
S04	Micro com multimídia ou com saída em voz	Não respondeu	Não respondeu	Um encontro entre DV da área de informática

Tabela 10 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: interfaces (cont. b)

	INTERFACES PARA DEFICIENTES VISUAIS			
SUJEITOS	QUAL EQUIPAMENTO DO MERCADO ADQUIRIRIA	COMO OS EQUIPAMENTOS QUE UTILIZA PODERIAM SER MELHORADOS	SUGESTÕES DE PROJETOS DE EQUIPAMENTOS (OU APERFEIÇOAMENTOS) PARA MELHORAR O TRABALHO	OUTRAS SUGESTÕES
S05	Dispositivo de saída em voz, por possibilitar maior controle sobre o trabalho. Amplificador de tela pelo baixo custo e praticidade	Não respondeu	Os amplificadores de telas deveriam posicionar automaticamente os menus e mensagens de erro dos aplicativos e mostrar uma linha inteira quebrando-a na tela	Conscientizar a comunidade de que os DV podem ser tão produtivos qto. outras pessoas, se tiverem recursos adequados, que não são iguais entre sí e que não devem ser tratados como deficientes mentais ou auditivos
S06	Terminal de acesso em braille	Com saída sonora em língua portuguesa e uma impressora de melhor qualidade	Não respondeu	Apoio no ambiente de trabalho no início do emprego e mais oportunidades dentro da própria empresa
S07	Terminal de acesso em braille	Com saída sonora em língua portuguesa e uma impressora de melhor qualidade	Disponibilidade de equipamentos nacionais mais baratos	Apoio no ambiente de trabalho no início do emprego e mais oportunidades dentro da própria empresa

Tabela 10 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: interfaces (cont. c)

	INTERFACES PARA DEFICIENTES VISUAIS			
SUJEITOS	QUAL EQUIPAMENTO DO MERCADO ADQUIRIRIA	COMO OS EQUIPAMENTOS QUE UTILIZA PODERIAM SER MELHORADOS	SUGESTÕES DE PROJETOS DE EQUIPAMENTOS (OU APERFEIÇOAMENTOS) PARA MELHORAR O TRABALHO	OUTRAS SUGESTÕES
S08	Dispositivo de saída em voz que opere em ambiente gráfico e scanner para documentos impressos	Maximizar a compatibilidade dos dispositivos para DV com os computadores do mercado, facilitar a portabilidade e criação de dispositivos que acessem gráficos	Não respondeu	Unir as experiências, abertura de linha de crédito para compra de equipamentos, promoção de feiras de equipamentos de todo o mundo e apoio aos fabricantes nacionais de dispositivos para DV
S09	Micro com saída em voz	Melhorando a qualidade da voz e a portabilidade	Saídas de voz com melhor pronúncia, impressoras braille com melhor relevo, facil portabilidade, compatibilidade com qualquer máquina/aplicação, decréscimo no custo e facillidade de aquisição dos equipamentos	Não respondeu
S10	Dispositivo com saída em voz, pela fácil adaptação e baixo custo	Permitindo o acesso a ambientes gráficos	Permitindo o acesso a ambientes gráficos	Não respondeu

Tabela 10 - Equipamentos utilizados pelos sujeitos: interfaces (cont. d)

	INTERFACES PARA DEFICIENTES VISUAIS			
SUJEITOS	QUAL EQUIPAMENTO DO MERCADO ADQUIRIRIA	COMO OS EQUIPAMENTOS QUE UTILIZA PODERIAM SER MELHORADOS	SUGESTÕES DE PROJETOS DE EQUIPAMENTOS (OU APERFEIÇOAMENTOS) PARA MELHORAR O TRABALHO	OUTRAS SUGESTÕES
S11	Dispositivo com saída em voz, pela portabilidade	Melhorar os dispositivos de saída em voz com: hardware de fácil conexão através de porta serial, tamanho reduzido e suporte a mais de uma língua; software capaz de conhecer boxes de mensagens e avisos verbalizando-os automaticamente, acessar interfaces gráficas, maior compatibilidade com outros aplicativos, capacidade de emitir mensagens explicativas em cancelamentos e manual on-line	Não respondeu	Nâo respondeu
S12	Dispositivo com saída em voz, pois facilita a interação	Pela aquisição de impressora de melhor qualidade e equipamentos modernos	Não	Encontro pessoal
S13	Dispositivo com saída em voz, por proporcionar mais independência	Pela aquisição de impressora de melhor qualidade e equipamentos modernos	Não	Encontro pessoal

Apesar da maioria das empresas (76,9%) oferecerem em suas instalações ambiente de computação em mainframe[58] e microcomputadores apenas (23 %) dos sujeitos acessam microcomputadores. Isto acontece, no Brasil, devido ao tipo de equipamentos disponíveis para os sujeitos, que foram adquiridos em épocas em que a utilização de mainframes era quase que exclusiva nas empresas. O parque computacional destas empresas se modernizou rapidamente, enfatizando o uso das redes de microcomputadores para muitas aplicações, porém os equipamentos dos deficientes visuais não acompanharam tal evolução. Existe uma grande variedade de equipamentos mais modernos para acesso a microcomputadores no mercado internacional, muitos deles a custos relativamente pequenos para as empresas, que somente agora estão começando a ser conhecidos pelo mercado brasileiro[59]. Tal fato é preocupante, devido a tendência atual no Brasil da migração de ambientes de mainframe para ambientes de redes de microcomputadores, na maioria das aplicações.

A maioria dos sujeitos, conforme pode ser observado na Tabela 8, tem disponível como interface, os dispositivos leitores de tela com sintetizadores de voz, em alguns casos em conjunto com terminais de acesso ou impressoras em braille. Somente dois sujeitos possuem apenas terminais de acesso em braille. Nenhum dos sujeitos acessa amplificadores de telas, embora existam dois sujeitos com visão subnormal. Além destes equipamentos, apenas o S08 se utiliza de scanner para leitura de impressos. A difusão maior dos leitores de tela pode ser atribuida, entre outros fatores, ao menor custo em relação aos terminais de acesso em braille.

Conforme pode ser observado na Tabela 9, em 92,3 % dos casos os equipamentos foram fornecidos pela empresa. Ao serem consultados a respeito de qual dos equipamentos disponíveis preferem utilizar, 53,8% dos sujeitos não puderam opinar por absoluta falta de opção. Dos que tinham opção de escolha, a maioria optou pelo uso dos dois tipos de equipamentos: saída em braille e saída em voz, por se completarem. Um sujeito (S08) chegou a identificar que o dispositivo de saída em voz é mais indicado para a operação do computador e o de saída em braille para formação de imagens. Nenhum dos sujeitos consegue acessar interfaces gráficas.

Ao serem consultados sobre qual equipamento prefeririam adquirir no mercado, conforme aponta a Tabela 10, a maioria dos sujeitos (84,6%)

---

58 "*O termo mainframe foi criado em meados dos anos 60, época em que os computadores eram grandes e volumosos. Este termo se referia aos gabinetes nos quais as unidades de processamento central (CPU) ficavam alojadas. Hoje em dia, mainframe refere-se aos maiores computadores comerciais, incluindo seus periféricos.*" (Guengerich, 1992, p.35).

59 Vide Anexo III deste trabalho.

optou pelos dispositivos de saída em voz, devido a vários motivos, como independência, facilidade de interação, portabilidade, baixo custo e maior controle sobre o trabalho.

No que se refere à forma de se melhorar os equipamentos utilizados (Tabela 10) algumas coisas muito interessantes podem ser notadas. Uma delas é a expressiva quantidades de sujeitos reivindicando dispositivos de saída em voz em língua portuguesa e melhor qualidade da voz (53,8%). Isto mostra a necessidade de desenvolvimento de dispositivos de saída em voz nacionais. Entre os sujeitos 30,8 % reclamam da má qualidade das impressoras, que na maioria dos casos são impressoras matriciais adaptadas, aqui no Brasil, para impressão em braille. Outras sugestões significativas foram as de aumento da portabilidade e compatibilidade com computadores do mercado e possibilidade de acesso a interfaces gráficas. No item outras sugestões, as respostas se referem às mesmas reivindicações.

As outras sujestões, apresentadas na Tabela 10, fugiram de certa forma do aspecto técnico das interfaces e entraram mais no aspecto social do problema, que não é menos importante. As sugestões foram no sentido de encontros entre indivíduos deficientes visuais profisionais de informática, apoio governamental para aquisição e fabricação de equipamentos no Brasil e apoio e maior conhecimento dos problemas dos deficiente visuais pela comunidade brasileira.

5.3- CONCLUSÕES SOBRE A PESQUISA

A presente pesquisa procurou ser a mais abrangente possível, dentro das limitações relativas aos pré-requisitos impostos para os sujeitos pesquisados. O fato dos sujeitos serem obrigatoriamente profissionais da área de informática e deficientes visuais com deficiências graves, restringiu muito o universo a ser pesquisado.

Algumas atividades da pesquisa mostraram-se difíceis de serem executadas. Uma entre elas foi a de localizar os sujeitos com os pré-requisitos exigidos. O início do processo foi realmente trabalhoso, porém, após ter-se iniciado, o grau de dificuldade foi diminuindo devido às referências obtidas pelos sujeitos já contactados. Outro aspecto de difícil e delicada abordagem, foi o de se conseguir uma abertura junto aos sujeitos, para a exposição do trabalho e obtenção da contribuição necessária. Para que isto fosse possível, os sujeitos foram bem interados sobre os objetivos do trabalho, e somente após estarem realmente

convencidos da seriedade do mesmo passaram a contribuir. Foi necessário para isto repetidos contactos com os sujeitos.

A contribuição dos sujeitos permitiu que se verificasse, principalmente, uma falta de equipamentos adequados para o acesso aos computadores disponíveis no Brasil e de material de apoio como manuais e livros sobre o tema. Constatou-se uma acentuada defasagem entre a atualização de equipamentos computacionais comuns e equipamentos computacionais para deficientes visuais nas empresas. Verificou-se também a necessidade de cursos específicos na área de informática, com métodos de ensino e material de apoio especialmente adapatados aos deficientes visuais, que o tempo necessário para que se sintam capacitados para atuar como profissionais, varia muito de indivíduo para indivíduo e que a qualidade do equipamento de interface disponível exerce um papel fundamental neste processo. Outro fator importante no processo de capacitação profissional dos deficientes visuais na área de informática é o aprendizado informal e o auxílio obtido, principalmente no início das atividades, através dos colegas no ambiente de trabalho.

Apesar das dificuldades e após as análises e conclusões elaboradas neste capítulo, conclui-se que o problema dos deficientes visuais da área de informática em São Paulo, e certamente no Brasil, é maior do que os encontrados pelos seus pares em alguns outros paises, nos quais o desenvolvimento tecnológico na área é mais avançado, ou seja, são praticamente os mesmos, porém agravados por motivos sociais, financeiros e principalmente tecnológicos.

O tema das interfaces homem-computador para deficientes visuais pode ser bastante explorado, científica e tecnologicamente falando, pelos brasileiros, pois está carente de contribuições. É muito importante também uma maior divulgação dos dispositivos mais modernos de acesso aos computadores existentes no mercado, para que os deficientes visuais possam optar por melhores soluções para suas próprias limitações. Como pode ser visto, apesar de algumas tendências de utilização, não existem fórmulas que indiquem qual o melhor equipamento a ser adquirido. O próprio deficiente visual, com o auxílio de um profissional da área de informática (preferivelmente sendo também deficiente visual ou que conheça os problemas dos deficientes visuais), é quem deve escolher o seu próprio dispositivo de interface.

Com o objetivo de auxiliar no processo de divulgação dos dispositivos de interface para computadores para deficientes visuais, disponíveis no mercado exterior e acessíveis aos brasileiros através de processo de importação, o Anexo III apresenta alguns deles com algumas de suas características.

Finalmente, sugere-se que se faça uma pesquisa mais ampla, de abrangência nacional, conduzida por peritos neste tipo de trabalho, que não sejam somente especialistas em informática ou deficientes visuais, mas também, por especialistas de outras áreas como psicólogos, médicos e estatísticos, entre outros, para que se posssa ter uma visão mais exata dos problemas aqui apresentados em termos de Brasil.

Capítulo 6

Conclusões

Este trabalho permitiu não somente a apresentação de referenciais para projetistas e usuários de interfaces de computadores destinadas aos deficientes visuais, mas também, uma visão dos problemas envolvidos na elaboração de projetos de interfaces para computadores e das dificuldades encontradas pelos deficientes visuais que precisam acessar tais equipamentos, principalmente no Brasil. Sua principal contribuição foi a de apresentar um conjunto de regras, que deve ser ampliado e discutido, que pode ser visto como um ponto de partida para o aumento da acessibilidade aos computadores, para benefício da comunidade dos deficientes visuais brasileiros.

Pelo resumo bibliográfico apresentado no segundo capítulo, ficou claro que um projeto de interface para usuário significa muito mais do que simplesmente projetar telas e ícones agradáveis, constituindo uma etapa vital no processo de desenvolvimento de sistemas computacionais, e que a noção de conforto do usuário na interação com computadores, tratada individualmente, é muito mais complexa do que aparenta ser a princípio. Mesmo comercialmente falando, o investimento em uma interface adequada parece ser decisivo na aceitação do produto no mercado.

Apesar de tais considerações, constata-se ainda que muitos sistemas de informação, infelizmente, são desenvolvidos por profissionais que, apesar de possuirem um bom conhecimento técnico dos aspectos computacionais (hardware e software) dos sistemas, praticamente desconhecem os aspectos humanos do sistema. Conclui-se que um melhor conhecimento do ser humano é imprescindível para quem pretenda desenvolver interfaces homem-computador voltadas para o usuário e que somente após ter sido evidenciado este aspecto, pode-se voltar para o outro lado das interfaces homem-computador que é o lado do computador.

Para que isto seja possível é necessário que haja uma multidisciplinaridade de conhecimentos na área de desenvolvimento de interfaces para computadores, fator que parece ter sido decisivo para a recente evolução tecnológica da mesma.

Com respeito ao lado do computador das interfaces homem-computador, conclui-se, no que se refere aos software, que os estudos nesta área estão em pleno desenvolvimento e a cada dia surgem novos aspectos a serem considerados, fato que também pode ser tomado como referência para que se possa medir a complexidade envolvida nos projetos de interface. O mesmo pode se dizer a respeito do hardware, pela constatação da existência de uma ampla gama de dispositivos de interação disponíveis no mercado, e semelhante quantidade em desenvolvimento. Apesar disto, conclui-se também, que há necessidade de estudos mais profundos a respeito de tais dispositivos, pelos projetistas de interfaces homem-computador.

Com respeito ao lado do usuário, tem-se tentado modelar a interação homem-computador[60], porém as contribuições mais frequentes têm sido apresentadas na forma de diretrizes e guias de estilos, que englobam o senso comum em fatores humanos e são utilizadas como referenciais pelos projetistas de interfaces homem-computador, fato que suscitou o levantamento dos referenciais para projetos de computadores voltados para os deficientes visuais, propostos no quarto capítulo.

No resumo bibliográfico apresentado no terceiro capítulo, que trata das interfaces homem-computadores para deficientes visuais, o primeiro fato que chama a atenção diz respeito à falta de dados estatísticos oficiais sobre os deficientes visuais brasileiros.

Este capítulo deixa claro que, enquanto no capítulo anterior se discutia o fator conforto para o usuário no acesso às interfaces para computadores, aqui o fator conforto passa a ser encarado quase como se fosse um luxo, uma vez que o principal problema nele tratado é o de proporcionar o simples acesso, e em alguns casos mesmo sem conforto, dos deficientes visuais aos computadores.

Um outro problema sério apontado no terceiro capítulo é o da falta de documentação a respeito dos equipamentos e sistemas em meio acessível aos deficientes visuais.

---

[60] Vide seção 2.3.2.

Conclui-se que no Brasil muito pouco se tem feito no campo da tecnologia para acesso aos computadores por deficientes visuais, porém a expectativa é de que, com a abertura do mercado nacional para a importação de produtos que permitem ser acessados por eles, os deficientes visuais brasileiros venham a ter maiores e melhores oportunidades de acesso aos mesmos e que uma grande parte dos deficientes visuais brasileiros nem sequer tem conhecimento da existência de tais produtos.

Quanto aos tipos de sistemas para interação apresentados no terceiro capítulo, conclui-se que os principais, por serem os mais utilizados, são os sistemas amplificadores de telas, os sistemas de saída em braille e os sistemas de saída de voz. Os sistemas amplificadores de telas parecem ser os mais indicados para os usuários com visão subnormal, não tendo a menor utilidade para os usuários cegos, sendo que em alguns casos de visão subnormal muito acentuados, este tipo de sistema se torna inútil. Permitem fácil acesso às interfaces do tipo GUI e compatibilidade com o ambiente de trabalho, no que diz respeito aos colegas de equipe e outros sistemas aplicativos. Os sistemas de saída em braille são geralmente os de custo mais elevado e são indicados apenas aos deficientes que consigam interpretar o alfabeto braille. Estes usuários geralmente são os totalmente cegos ou aqueles com visão subnormal muito acentuada. Tais sistemas, após um bom treinamento oferecem aos seus usuários uma sensação de manipulação direta e amplo domínio sobre o aplicativo, fazendo com que prefiram este tipo de sistema após uso intenso. Os sistemas de saída de voz, são os mais difundidos, fato que ocorre devido, em parte, ao seu baixo custo em relação aos outros sistemas e, em parte, por poderem ser acessados por usuários com qualquer tipo de deficiência visual. Finalmente, uma combinação dos sistemas de saída em braille e reconhecimento de voz aumenta ainda mais a sensação de manipulação direta e domínio sobre o aplicativo, nos casos dos usuários com deficiência visual severa.

Conclui-se também que é importante que se verifique as características do usuário, juntamente com as do ambiente onde irá atuar (hardware, software, tipo de aplicação e social), para que se possa optar pelo sistema mais adequado.

Quanto às perspectivas futuras Kurzweil (1994) prevê com otimismo que nos próximos 10 a 15 anos a tecnologia irá superar a desvantagem associada aos deficientes visuais, auditivos e outros.

No quarto capítulo, onde são propostos os referenciais que devem ser considerados em projetos de computadores, que visam uma maior possibilidade de acesso por parte dos deficientes visuais, conclui-se que, apesar de

tais referenciais servirem como guias para auxiliarem os usuários a avaliarem tais interfaces, não garantem uma perfeita avaliação técnica das mesmas, se feita apenas por usuários leigos em informática, sendo necessário, neste caso, o auxílio de um profissional da área.

Com referência ao que interessa aos projetistas de interfaces, a conclusão é de que referenciais, da mesma forma que diretrizes e guias de estilo de interfaces em geral, podem conter uma grande quantidade de informações sobre fatores humanos, mas tais informações sozinhas não são suficientes. O processo pelo qual tais informações são utilizadas e a maneira pela qual as interfaces resultantes são avaliadas, constitui uma parte maior do esforço envolvido na produção de uma interface do usuário de alta qualidade.

Outra conclusão obtida no quarto capítulo é a de que a apresentação de referenciais para interfaces de computador é uma tarefa complexa que exige um conhecimento do assunto, muitas vezes, adquirido através da experimentação de sensações e se torna mais complexa ainda no caso de se referir aos deficientes visuais, devido a dificuldade de se conseguir empatia com os mesmos.

Conclui-se também que, da mesma forma que as diretrizes para interfaces em geral, a lista de referenciais apresentada no quarto capítulo deve estar aberta para que se possa acrescentar novas contribuições (sem que se demore dez anos para a sua conclusão, a exemplo do caso citado na seção 4.1 deste trabalho), principalmente porque cada país possui as suas próprias características e as características sociais do Brasil são bem diferentes daquelas apresentadas em outros paises, principalmente dos Estados Unidos, de onde se originou a maioria das informações para este trabalho.

As conclusões obtidas no quinto capítulo reforçam a afirmação anterior, quando apontam para o fato de que o problema dos deficientes visuais da área de informática em São Paulo é maior do que os encontrados pelos seus pares, em paises onde o desenvolvimento tecnológico na área é maior, ou seja, são praticamente os mesmos, porém agravados por motivos sociais, financeiros e principalmente tecnológicos.

Sugere-se que se faça uma pesquisa mais ampla, de abrangência nacional, conduzida por peritos neste tipo de trabalho, que não sejam somente especialistas em informática ou deficientes visuais, mas também, por especialistas de outras áreas como psicólogos, médicos e estatísticos, entre outros, para que se posssa ter uma visão mais exata dos problemas aqui apresentados em termos de Brasil.

Finalmente, conclui-se que o tema das interfaces homem-computador para deficientes visuais pode ser bastante explorado, científica e tecnologicamente falando, pelos brasileiros, pois está carente de contribuições.

Sugere-se como prosseguimento deste trabalho, que os referenciais nele apresentados sejam testados e comentados por projetistas de interfaces. Sugere-se, ainda, o incentivo para um encontro entre pesquisadores, projetistas, fabricantes e principalmente usuários deficientes visuais com o objetivo de debater o problema de acesso aos equipamentos de informática no Brasil.

Espera-se que este trabalho venha contribuir, como uma primeira abordagem, para minorar as dificuldades encontradas pelos deficientes visuais brasileiros na interação com os computadores e possa incentivar maiores discussões sobre o tema no Brasil.

Referências Bibliográficas

Adam, John A. (1993). Virtual Reality is for Real. *IEEE Spectrum*. USA, v. 30, n. 10, October, p. 22-29.

Andrews, David (1994). Observations on the State of Technology for the Blind. In Proceedings of the 2nd U.S./Canada Conference on Technology for the Blind. *The Braille Monitor*, Pierce, Barbara (Editor). Maryland, National Federation of the Blind, January, p. 28-33.

Bannon, Liam J. (1986). Helping Users Help Each Other. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 399-410. ISBN 0-89859-781-1.

Barfield, Lon (1993). *The User Interface Concepts & Design*. Wokingham, England, Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-54441-5.

Beard, Jon W. & Peterson, Tim O. (1988). A Taxonomi for the Study of Human Factors in Management Information Systems (MIS). In Carey, Jane M. (Editor). *Human Factors in Management Information Sistems*. New Jersey, Ablex Publishing Corporation, p 7-25. ISBN 0-89391-448-7.

Berlinck, Tatiana (1994). *Monteiro Lobato na TV Brasileira*. Palestra apresentada em seminário referente ao projeto Sistema Computacional de Apoio ao Ensino de Deficientes, coordenado por Mammana, Alaide. Instituto de Microeletrônica da Fundação Centro Tecnológico para Informática (CTI), Campinas, SP, em 02 de agosto de 1994.

Blenkhorn, P. (1994). Screen Transformation for Large-Characters Acess Systems. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. New York, American Fundation for the Blind Press, v. 88, n. 3, May-June, p.213-220.

Brown, C. Marlin (1988). *Human-Computer Interface Design Guidelines*. New Jersey, Ablex Publishing Corporation. ISBN 0-89391-332-4.

Bueno, Gracimar Alvares (1988). *Teste da Eficiência de Um Manual Para Treino de Orientação e Mobilidade de Cegos*. Tese de Doutoramento apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

Bullinger, H. J., Fähnrich, K. P. & Ziegler, J. (1987). Software-Ergonomicis: History, State-of-the-Art and Important Trends. In Salvendy, G. (Editor), *Cognitive Engineering in the Design of Human-Computer Interaction and Expert Systems*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B. V., p. 307-316. ISBN 0-444-42848-8.

Buxton, William (1986). There's More to Interaction Than Meets the Eye: Some Issues in Manual Input. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 319-337. ISBN 0-89859-781-1.

Carey, Jane M. (Editor) (1988). *Human Factors in Management Information Sistems*. New Jersey, Ablex Publishing Corporation. ISBN 0-89391-448-7.

Carvalho, José Oscar F. e Daltrini, Beatriz M. (1993). Interfaces de Sistemas para Computadores Voltadas para o Usuário. *Revista do Instituto de Informática da PUCCAMP*. Campinas, Instituto de Informática da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, n. 1, Junho, p. 3-8. ISSN 0104-4869.

CDG (1992) - Curriculum Development Group - ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction (ACM SIGCHI). *Curricula for Human-Computer Interaction*. New York, ACM SIGCHI, ISBN 0-89791-474-0.

Chong, Curtis (1994). Problems and Challenges of the Graphical User Interface. In Proceedings of the 2nd U.S./Canada Conference on Technology for the Blind. *The Braille Monitor*, Pierce, Barbara (Editor). Maryland, National Federation of the Blind, January, p. 52-56.

Cranmer, T. V. (1994). Emerging Research Goals in the Blindness Field. In Proceedings of the 2nd U.S./Canada Conference on Technology for the Blind. *The Braille Monitor*, Pierce, Barbara (Editor). Maryland, National Federation of the Blind, January, p. 20-25.

Crews, J. E. (1991). Strategic Planning and Independent Living for Elders Who Are Blind. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. New York, American Fundation for the Blind Press, v. 85, n. 2, February, p.52-57.

Fähnrich, K. P. and Hanne, K. H. (1993). Aspects of Multimodal and Multimedia Human-Computer Interaction. In Proceedings of the Fifth International Conference on Human-Computer Interaction, Orlando Florida, August 8-13, 1993. *Human-Computer Interactions: Applications and Case Studies,* Smith M. J. & Salvendy, G. (Editors). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier Science Publishers B.V.. V. 2, p. 441-445. ISBN 0 444 89540 X.

Feiner, S., Macintyre, B. & Seligmann, D. (1993). Knowledge-Based Augmented Reality. *Communications of the ACM.* New York, v. 36, July, p. 53-62.

Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda (1986). *Novo Dicionário da Língua Portuguesa.* Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 2. ed..

Fisher, Scott S. (1990). Virtual Interfaces Environments. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design.* Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 423-438. ISBN 0-201-51797-3.

Fuld, L. M. (1988). *Administrando a Concorrência.* Tradução do original norte-americano por N. Montigelli. São Paulo, Editora Record.

Guengerich, Steven (1992). *Downsizing em Sistemas de Informação. Reengenharia de Sistemas de Informação.* São Paulo, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda. ISBN 85-346-0114-3.

Hamburger, Cao (1994). *A TV Como um Veículo de Apoio ao Ensino.* Palestra apresentada em seminário referente ao projeto Sistema Computacional de Apoio ao Ensino de Deficientes, coordenado por Mammana, Alaide. Instituto de Microeletrônica da Fundação Centro Tecnológico para Informática (CTI), Campinas, SP, em 02 de agosto de 1994.

Hartson, H. Rex and Hix, Deborah (1989). Human-Computer Interface Development: Concepts and Systems for Its Management. *ACM Computing Surveys.* New York, v. 21, March, p. 5-92.

Hix, Deborah & Hartson, H. Rex (1993). *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process.* USA, John Wiley & Sons, inc.. ISBN 0-471-57813-4.

Hooper, Kristina (1986). Architectural Design: An Analogy. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction.* Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 487-497. ISBN 0-89859-781-1.

Hutchins, Edwin L., Hollan, James D. and Norman, Donald A. (1986). Direct Manipulation Interfaces. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction.* Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 87-124. ISBN 0-89859-781-1.

José, Newton Kara (1993). Estimativa de prevalência sobre cegos e deficientes visuais. Dados fornecidos pela Profa. Rita de Cássia Ietto Montilha, Coordenadora de Deficientes Visuais do Centro de Estudos e Pesquisas Prof. Dr. Gabriel Porto da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

Kurzweil, Raymond (1994). The Sixty-Four Squares of the Chessboard. In Proceedings of the 2nd U.S./Canada Conference on Technology for the Blind. *The Braille Monitor,* Pierce, Barbara (Editor). Maryland, National Federation of the Blind, January, p. 5-20.

Laurel, Brenda (1986). Interface as Mimesis. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction.* Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 67-85. ISBN 0-89859-781-1.

Laurel, Brenda (1990A). New Directions Introdution. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design.* Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 345-346. ISBN 0-201-51797-3.

Laurel, Brenda (1990B). Interface Agents: Metaphors With Character. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design.* Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 355-365. ISBN 0-201-51797-3.

Lawrence, A. Scadden and Vanderheiden, Gregg C. (1988). *Consideration in the Design of Computers and Operating Systems to Increase their Accessibility to Persons with Disabilities. Full Report.* Industry/Government Computer Accessibility Task Force. Trace Center at the University of Wisconsin - Madison, USA.

Lazzaro, Joseph J. (1990). Opening Doors for the Disabled. Adaptative Technology Lets Blind, Deaf, and Motor-Disabled Personal Computer Users Lead More Productive Lives. *Byte*, Augus, p. 258-268.

Loman, J. M., Bennett, D. J. & Rogers, C. (1993). Cognitive Model of Human-Computer Interface (HCI) Onboard Space Station Freedom (SSF). In Proceedings of the Fifth International Conference on Human-Computer Interaction, Orlando Florida, August 8-13, 1993. *Human-Computer Interactions: Applications and Case Studies*, Smith M. J. & Salvendy, G. (Editors). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier Science Publishers B.V.. V. 1, p. 201-206. ISBN 0 444 89540 X.

Marcus, Aaron (1993). Metaphor Design and Cultural Diversity in Advanced User Interfaces. In Proceedings of the Fifth International Conference on Human-Computer Interaction, Orlando Florida, August 8-13, 1993. *Human-Computer Interactions: Applications and Case Studies*, Smith M. J. & Salvendy, G. (Editors). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier Science Publishers B.V.. V. 1, p. 469-474. ISBN 0 444 89540 X.

Martial, O. and Dufresne, A. (1993). Audicon: Easy Access to Graphical User Interfaces for Blind Persons - Designing for and with People. In Proceedings of the Fifth International Conference on Human-Computer Interaction, Orlando Florida, August 8-13, 1993. *Human-Computer Interactions: Software and hardware Interfaces*, Smith M. J. & Salvendy, G. (Editors). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier Science Publishers B.V.. V. 2, p. 808-813. ISBN 0 444 89540 X.

Mayhew, Deborah J (1992). *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*. Prentice Hall, ISBN 0-13-721929-6.

Mountford, S. Joy (1990). Tools and Techniques for Creative Design. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 17-30. ISBN 0-201-51797-3.

Mountford, S. Joy & Gaver, William W. (1990). Talking and Listening to Computers. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 319-334. ISBN 0-201-51797-3.

Muckler, Frederick A.. (1987). The Human-Computer Interface: The Past 35 Years And The Next 35 Years. In Salvendy, G. (Editor), *Cognitive Engineering in the Design of Human-Computer Interaction and Expert Systems*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B. V., p. 3-12. ISBN 0-444-42848-8.

Naimark, Michael (1990). Realness And Interactivity. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 455-459. ISBN 0-201-51797-3.

Norman, Donald A.. (1986). Cognitive Engineering. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 487-497. ISBN 0-89859-781-1.

Norman, Donald A., Draper, Stephen W. & Bannon, Liam J. (1986). Glossary. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 487-497. ISBN 0-89859-781-1.

Ó Malley, Claire E. (1986). Helping Users Help Themselves. In Norman, Donald A. & Draper, Stephen W., *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers., p. 377-398. ISBN 0-89859-781-1.

Oren, Tim (1990). Designing a New Medium. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 467-479. ISBN 0-201-51797-3.

Pressman, Roger S. (1992). *Software Engineering, A practitioner's Approach*. New York, McGraw-Hill, Inc., 3 ed.. ISBN 0-07-050814-3.

Rogers, F. David and Adams, J. Alan (1990). *Mathematical Elements for Computer Graphics*. New York, McGraw-Hill Publishing Company, 2 ed.. ISBN 0-07-053529-9.

Shneiderman, Ben (1992). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, 2 ed., reprinted with corrections in October, 1993. ISBN 0-201-57286-9.

Silva, Helena Ferreira da (1982). *A Percepção do Cego Pelo Universitário: Um Problema de Integração na Comunidade*. Dissertação de mestrado apresentada no Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal da Paraíba.

Thakkar, Umesh (1990). Ethics in the Design of Human-Computer Interfaces for the Disabled. *SIGCAPH Newsletter*. New York, ACM Press, n. 42, June, p. 1-7.

Thimbleby, Harold (1990). *User Interface Design*. ACM Press Frontier Series. Wokingham, England, Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-41618-2.

Tognazzini, Bruce (1990). Consistency. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 75-77. ISBN 0-201-51797-3.

Van Meer, Gretchen L. and Sigwart, Charles D. (1992). The Impact of the Americans With Disabilities Act of 1990. *SIGCAPH Newsletter*. New York, ACM Press, n. 45, April, p. 3-14.

Vanderheiden, Gregg C. (1992). *Making Software More Accessible for People with Disabilities. A White Paper on the Design of Software Application Programs to Increase Their Accessibility for People with Disabilities*. Trace R & D Center at the University of Wisconsin - Madison, USA.

Vanderheiden, Gregg C. (1993). Making Software More Accessible for People with Disabilities. A White Paper on the Design of Software Application Programs to Increase Their Accessibility for People with Disabilities. *SIGCAPH Newsletter*. New York, ACM Press, n. 47, June, p. 2-32.

Vanderheiden, Gregg C. and Vanderheiden, Katherine R (1991). *Acessible Design of Consumer Products. Guidelines for the Design of Consumer Products to Increase their Accessibility to the People With Disabilities or who are Aging*. AD HOC Industry-Consumer-Researcher Work Group. Trace R & D Center at the University of Wisconsin - Madison, USA.

Walker, John (1990). Through the Looking Glass. In Laurel, Brenda (Editor), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., p. 439-447. ISBN 0-201-51797-3.

Webster, Noah (1978). *Webster's New Twentieth Century Dictionary of the English Language Unabridged.* USA, Collins World, 2. ed.. ISBN 0-529-04852-3.

Weiser, Mark (1993). Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing. *Communications of the ACM.* New York, v. 36, July, p. 75-84.

Wellner, P., Mackay, W. & Gold, R. (1993). Computer-Augmented Environments: Back to the Real World. *Communications of the ACM.* New York, v. 36, July, p. 24-26.

Williams, Neil & Blair, Gordon S. (1994). Distributed Multimedia Applications: A Review. *Computer Communications.* Oxford, UK, v. 17, n. 2, February, p. 119-132.

Zandt, P. L. Van, Zandt, S. L. Van and Wang, A. (1994). The Role of Support Groups in Adjusting to Visual Impairment in Old Age. *Journal of Visual Impairment & Blindness.* New York, American Fundation for the Blind Press, v. 88, n. 3, May-June, p.244-252.

Anexos

ANEXO I

TABELA DE PREVALÊNCIA DE DEFICIÊNCIAS VISUAIS EM INDIVÍDUOS IDOSOS

Tabela 1 - Prevalência de deficiências visuais sérias em indivíduos com idades iguais e superiores a 65 anos, nos Estados Unidos da América, nas décadas de 1960 a 2020. Adaptado de Crews (1991, p. 52, Table 1).

DÉCADAS	**GRUPO DE IDADES**			
	DE 65 74	DE 75 A 84	MAIS DE 85	TOTAL
1960	516.859	458.716	232.250	1.207.825
1970	584.445	605.781	377.750	1.567.976
1980	732.307	765.171	560.000	2.057.458
1990	873.307	1.024.551	828.250	2.726.108
2000	830.819	1.219.482	1.231.500	3.281.801
2010	954.946	1.220.274	1.637.700	3.812.920
2020	1.402.245	1.434.114	1.770.250	4.606.609

ANEXO II

QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS SUJEITOS

QUESTIONÁRIO

DADOS PESSOAIS

1. Nome (opcional)?
2. Idade e Sexo?
3. Tipo de deficiência visual: Visão subnormal ou Cego?
4. Idade com a qual começou a deficiência?
5. Endereço ou telefone para contato se houver dúvidas (opcional)?

FORMAÇÃO ESCOLAR

6. Nível de escolaridade?
7. Curso?
8. Lê Braille?

FORMAÇÃO TÉCNICA EM INFORMÁTICA

(somente para quem exerce ou exerceu atividade de programador de sistemas ou de operador de computadores)

9. Como começou o treino com computador?
10. Com que idade?
11. Quais foram as dificuldades?
12. Quanto tempo levou para se sentir capacitado?
13. O que facilitou e como: método, professor, colegas ou família?

DADOS PROFISSIONAIS

14. Empresa em que trabalha?
15. Há quanto tempo? Cargo?
16. Faz análise de sistemas?
17. Programa computadores?
18. Quantos deficientes visuais (incluindo você), existem na empresa atuando diretamente com computadores?
19. Trabalha só ou em equipe?
20. Se trabalha em equipe, a mesma é composta por deficientes visuais na sua totalidade, na sua maioria ou na sua minoria?
21. Houve dificuldade em conseguir emprego?
22. Há quanto tempo atua profissionalmente nesta área?
23. Onde trabalhou anteriormente nesta área?

DADOS SOBRE OS EQUIPAMENTOS QUE UTILIZA

24. Ambiente da instalação disponível (principais hardware e software)?
25. Ambiente da instalação que utiliza?
26. Tipos de interface para deficientes visuais disponíveis (quais):
    Saída em Braille?
    Sintetizadores de voz?
    Amplificadores de telas?
    Outros?
27. Os equipamentos foram fornecidos pela empresa?
28. Qual dos equipamentos prefere usar? Por quê?
29. Você consegue acessar interfaces gráficas (windows)? Como?
30. Se você pudesse comprar um equipamento qualquer existente no mercado, qual compraria? Por quê?
31. Como os equipamentos que utiliza poderiam ser melhorados?
32. Tem alguma sugestão sobre que tipo de equipamento (ou aperfeiçoamento) poderia ser desenvolvido para melhorar o seu trabalho?

OUTROS

33. Outras sugestões?

ANEXO III

DISPOSITIVOS DE INTERAÇÃO PARA COMPUTADORES DESTINADOS AOS DEFICIENTES VISUAIS ENCONTRADOS NO MERCADO INTERNACIONAL.

Dispositivos de Interação para Computadores Destinados aos Deficientes Visuais Encontrados no Mercado Internacional.

O objetivo deste trabalho é fornecer aos deficientes visuais, uma amostra da quantidade e diversidade de dispositivos que permitem o acesso dos mesmos aos computadores e que podem ser adquiridos no mercado internacional. A difusão de tais informações deve ser ampla, uma vez que se nota uma significativa falta de conhecimento da existência de tais dispositivos, pelos deficientes visuais, no Brasil.

Os dados aqui relacionados foram compilados de uma coleção de material de propaganda, obtida após uma pesquisa junto a fornecedores e fabricantes de tais dispositivos no Brasil e exterior. Os fatores que dificultaram a pesquisa foram a localização e a obtenção dos dados dos fornecedores dos dispositivos no mercado.

Pode-se dizer que os dispositivos aqui apresentados são o que existe de mais recente no mercado internacional, dentro das suas categorias, uma vez que os dados para a compilação das informações apresentadas foram recebidos todos no presente ano de 1994.

Os dispositivos são apresentados, de acordo com as suas funções, na seguinte classificação: sistemas amplificadores de telas, sistemas de saída de voz, sistemas de saída em braille (impressoras), sistemas de saída em braille (terminais de acesso) e sistemas de reconhecimento de voz.

Dentro de cada classe os dispositivos são apresentados em ordem alfabética e fornecem os seguintes dados: nome do produto, nome do(s) fornecedor(es) seguido pelo país de origem do fornecedor, características principais do produto e compatibilidade em termos de hardware e software com os computadores do mercado. Os dados apresentados foram baseados apenas na compilação do material de propaganda fornecido pelos próprios fornecedores e expressa o que foi por eles divulgado.

Os endereços para contacto com os fornecedores aqui apresentados poderão ser obtidos com:

Prof. José Oscar Fontanini de Carvalho
Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Instituto de Informática
Rodovia D. Pedro I, km 136 - Campus I
Campinas, SP, Brasil
CEP 13.020-904
Caixa Postal 317

Sistemas amplificadores de telas

- **Nome do produto:** inLARGE 2.0.
  Fornecedores: BERKELEY SYSTEMS - USA, Ctech - USA.
  Características principais: Acessa monitores de vídeo coloridos ou monocromáticos; permite vários modos de movimentação da área ampliada; todos os comandos podem ser operados pelo teclado; amplia de 2 a 16 vezes; permite inversão de cores da tela.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Macintosh Plus ou melhor; 1 MB RAM, 100 KB de disquete ou HD.
  - **Software:** System 6.05 ou mais moderno.

- **Nome do produto:** MAGNUM GT.
  Fornecedor: Artic Technologies - USA.
  Características principais: Permite acesso a interfaces CUI e GUI; amplia até 8 vezes; acompanha automaticamente o mouse; cursor variável; foco circular; controle por mouse ou teclado.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** PC 286 ou maior.
  - **Software:** Microsoft Windows 3.1.

- **Nome do produto:** Optelec LP-DOS 5.0.
  Fornecedores: OPTELEC - USA, Ctech - USA.
  Características principais: Permite acesso a uma ampla variedade de aplicações para ambiente windows; compatível com software leitores de tela; movimentação automática de foco; amplia de 2 a 16 vezes; acompanhamento automático do mouse.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** PC, PS/2 ou laptops; vídeo EGA,VGA, CGA e MCGA; drive para disquete; 90 KB RAM.
  - **Software:** Microsoft Windows 3.0.

- **Nome do produto:** Screen Magnifier/2.
  Fornecedor: IBM Special Needs Systems - USA.
  Características principais: compatível com qualquer aplicação que opera em OS/2, incluindo programas DOS e Windows; amplia de 2 a 32 vezes; a área ampliada se movimenta juntamente com o mouse; possui um dispositivo denominado Focus Tracking que faz com que o apontador do mouse se movimente automaticamente para a área de interesse na tela; permite reversão e controle sobre todo o processo de cores da tela; não necessita de hardware adicional.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Microprocessador 386SX ou maior; 8 MB RAM; 1,2 MB HD; monitor VGA; mouse; drive de 1,44 MB.
  - **Software:** OS/2 2.1 ou OS/2 for Windows; VGA display device driver.

- **Nome do produto:** ZOOMTEXT.
  Fornecedores: GW MICRO - USA, Office Systems for the Visually or Physically Impaired - USA, Ctech - USA.
  Características principais: Amplia até 16 vezes; oferece várias opções de foco como: ampliação de um pedaço da tela para o tamanho total da tela, ampliação somente da linha desejada, ampliação de um pedaço da tela em formato de janela estacionária ou móvel; permite mudança de cores; amplia menus pop-up.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** PC XT, AT, PS/2, 386, 486; monitor de vídeo EGA ou VGA colorido ou monocromático com adaptador gáfico.
  - **Software:** DOS.

- **Nome do produto:** ZOOMTEXT PLUS.
  Fornecedores: GW MICRO - USA, Office Systems for the Visually or Physically Impaired - USA, Ctech - USA.
  Características principais: Amplia até 16 vezes; oferece várias opções de foco como: ampliação de um pedaço da tela para o tamanho total da tela, ampliação somente da linha desejada, ampliação de um pedaço da tela em formato de janela estacionária ou móvel; permite mudança de cores; amplia menus pop-up, gráficos baseados em DOS, todas as aplicações em ambiente Windows 3.0 e 3.1, caixas de diálogo e ícones padrão Windows; operado via mouse ou teclado.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** PC XT, AT, PS/2, 386, 486; monitor de vídeo VGA colorido ou monocromático com adaptador gáfico.
  - **Software:** Microsoft Windows 3.0 ou 3.1.

Sistemas de saída de voz.

- **Nome do produto:** Dolphin Speech Synthesisers.
  Fornecedor: ELECTRO SERTEC LTDA. - Portugal.
  Características principais: Sistema composto pelo software leitor de telas HAL e um sintetizador de voz Apollo II (de conexão externa ao computador), Europa II PC card (interno ao computador) ou Juno (portátil); fornece vocalização em 7 línguas inclusive a portuguesa; permite acesso a qualquer software CUI; vocaliza linha, letra, palavra, janela e cor.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** IBM PC, PS/2 ou compatível.
  - **Software:** não especificado.

- **Nome do produto:** DOSVOX.
  Fornecedor: NCE/UFRJ - Brasil.
  Características principais: Portátil, acessa ambiente próprio com editor de textos, agenda de compromissos, calculadora, relógio, jogos, etc.; sistema de fala em língua portuguesa; possui manual em áudio cassete.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer modelo PC IBM ou compatível; sintetizador de voz próprio.
  - **Software:** DOS.

- **Nome do produto:** IBM Screen Reader/DOS 1.2.
  Fornecedores: IBM Special Needs Systems - USA, Office Systems for the Visually or Physically Impaired - USA.
  Características principais: Fornece um keypad virtual acessável através do teclado comum; monitora a tela para alertar o usuário a respeito das ocorrências de mensagens de comunicação de estado e de erros; documentação em braille (disponível separadamente); controle de funções feito através do keypad.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer modelo de PS/1, PS/2, PC/XT ou PC/AT; um drive de disquete (é recomendado um HD); 512 KB RAM; uma porta serial e qualquer sintetizador de texto para voz; cartão adaptador de leitor de tela e um slot de expansão (para PC/XT ou PC/AT).
  - **Software:** DOS 3.3 ou maior.

- **Nome do produto:** IBM Screen Reader/2.
  Fornecedores: IBM Special Needs Systems - USA, Office Systems for the Visually or Physically Impaired - USA.
  Características principais: Torna disponível GUI; verbaliza todas as informações do sistema OS/2 na tela; habilita o reconhecimento e a verbalização de objetos (ícones); funciona em todas as seções do sistema OS/2 2.0; emula funções do mouse, como apontar e selecionar; monitora a tela para alertar o usuário a respeito das ocorrências de mensagens de comunicação de estado e de erros; controle de funções feito através do keypad.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer sistema que suporte OS/2 2.0; 2 MB HD disponível; uma porta serial e qualquer sintetizador de texto para voz; cartão adaptador de leitor de tela e um slot de expansão (para sistemas não IBM); um keypad para leitor de tela e um cabo.
  - **Software:** OS/2 2.0.

- **Nome do produto:** JAWS Job Access With Speech.
  Fornecedores: Henter Joyce Inc - USA, Blazie Engineering - USA.
  Características principais: Leitura automática de janelas pop-up, menus pull-down e outros avisos; fornece dois cursores, um para leitura e outro para entrada; reconhece atributos da tela como cores, negrito, itálico, etc..
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** não especificado.
  - **Software:** não especificado.

- **Nome do produto:** outSPOKEN 1.7.
  Fornecedor: BERKELEY SYSTEMS - USA.
  Características principais: Fácil acesso aos comandos; permite leitura do texto por letra palavra ou linha; permite acesso a programas baseados em texto como processadores de texto, planilhas eletrônicas e banco de dados e completo acesso a Macintosh GUI; permite completa emulação do mouse pelo keypad (o keypad pode ser substituido pelo teclado tradicional); fornece um manual eletrônico ou em braille.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer modelo Macintosh, incluindo System 7 e Powerbooks portáteis.
  - **Software:** não especificado.

- **Nome do produto:** outSPOKEN for Windows.
  Fornecedor: BERKELEY SYSTEMS - USA.
  Características principais: Acessa todos os comandos Windows; permite completo acesso a janelas, menus caixas de diálogos; fornece vozes distintas para textos, gráficos, mensagens do sistema e outras informações.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer sintetizador de voz do mercado.
  - **Software:** DOS e Windows.

- **Nome do produto:** ScreenPower.
  Fornecedores: TeleSensory - USA, Caw Hipex - Brasil, Ctech - USA.
  Características principais: É controlado por comando ou menu; possui auxílio online; trabalha simultaneamente com software amplificador de tela e terminal de acesso braille; é compatível com a maioria dos programas de aplicação populares; oferece documentação em braille, disquete ou áudio cassete; inclui fone de ouvido quando acompanhado de sintetizador de voz.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer modelo PC IBM ou compatível; permite a escolha de sintetizadores de voz.
  - **Software:** DOS 3.3 ou maior.

- **Nome do produto:** Vocal-Eyes.
  Fornecedores: GW MICRO - USA, Office Systems for the Visually or Physically Impaired - USA, Ctech - USA.
  Características principais: Acessa a maioria dos processadores de texto, programas gerenciadores de banco de dados e planílhas eletrônicas do tipo CUI; permite que o teclado possa sonorizar caracteres e palavras; possui documentação em letras grandes, áudio cassete e disco.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer modelo PC IBM ou compatível; um drive de disquete; 50 KB RAM; qualquer sintetizador de voz oferecido no mercado.
  - **Software:** DOS.

- **Nome do produto:** WinVision.
  Fornecedores: Artic Technologies - USA, Ctech - USA.
  Características principais: Acessa ambiente Windows; permite acesso automático a caixas de diálogo; controla o cursor do mouse via teclado; suporta DOS session.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Não especificado.
  - **Software:** Windows.

Sistemas de saída em braille (impressoras)

- **Nome do produto:** BRAILLO COMET.
  Fornecedores: BRAILLO NORWAY A.S. - Norway, American Thermoform Corp. - USA.
  Características principais: Imprime caracteres braille de 6 e 8 pontos; até 42 caracteres por linha e até 40 linhas por página, imprime gráficos; velocidade de 4 páginas por minuto.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Interface RS-232-C serial e paralela.
  - **Software:** código de transmissão ASCII.

- **Nome do produto:** BRAILLO 200.
  Fornecedores: BRAILLO NORWAY A.S. - Norway, American Thermoform Corp. - USA.
  Características principais: Imprime caracteres braille de 6 e 8 pontos; até 42 caracteres por linha, velocidade de 200 cps; possui sinal audível para mensagens.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Interface serial RS-232-C.
  - **Software:** código de transmissão ASCII.

- **Nome do produto:** Ohtsuki BT-5000.
  Fornecedor: American Thermoform Corp. - USA.
  Características principais: Imprime caracteres braille e caracteres em tinta, simultaneamente; imprime até 41 caracteres por linha; velocidade de 13 CPS para impressão braille e tinta simultâneas.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Interface RS-232-C serial e paralela.
  - **Software:** não especificado.

- **Nome do produto:** VersaPoint-40.
  Fornecedores: TeleSensory - USA, Caw Hipex - Brasil.
  Características principais: Imprime caracteres braille de 6 e 8 pontos; imprime gráficos; até 42 caracteres por linha; velocidade de 40 CPS.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Não especificado.
  - **Software:** codigo de transmissão ASCII.

Sistemas de saída em braille (terminais de acesso)

- **Nome do produto:** Brailloterm KTS.
  Fornecedor: KTS GmbH - W. Germany, American Thermoform Corp. - USA.
  Características principais: Compatível com a maioria dos programas do mercado; conectável a mainframe, representação completa do conjunto de 256 caracteres IBM em braille de 8 pontos, acompanhamento automático do cursor, indicação de atributos e de cores, manual disponível em braille.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Qualquer PC IBM ou compatível e sistemas Toshiba.
  - **Software:** MSDOS, UNIX, CPM86.

Sistemas de reconhecimento de voz

- **Nome do produto:** DragonDictate.
  Fornecedor: GW MICRO - USA.
  Características principais: Permite controlar sitema DOS 5.0 e 6.0 e uma variedade de programas como WordPerfect 5.1 e 6.0, Microsoft Word 5.5, Lotus 1-2-3 2.4, Quicken 6.0 e dBASE IV 1.5; possui um vocabulário de palavras pré-selecionadas e um vocabulário ativo; pode ser adaptado para uma determinada voz, vocabulário e ambiente de trabalho; é fornecido com um microfone.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Microprocessador 486 com clock de 33 MHz ou maior; 16 MB RAM; 17 MB HD mais 5MB para cada arquivo do usário e 5 MB para cópia de segurança de cada arquivo do usuário; um drive de alta densidade para disquetes de 3,5"; um slot de expansão; um adaptador IBM M-Audio Capture and Playback ou similar.
  - **Software:** MS-DOS 5.0, DOS session sob OS/2 2.0 ou DOS prompt em Windows 3.1.

- **Nome do produto:** IBM VoiceType 2.
  Fornecedor: IBM Special Needs Systems - USA.
  Características principais: Permite controlar sitema DOS e muitas aplicações baseadas em texto; possui um vocabulário ativo de 7.000 palavras; possui comando de voz embutido para controlar funções; permite a criação de comandos de voz personalizados.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** Microprocessador 386SX com clock de 20 MHz ou maior; 8 MB RAM; 10 MB HD livres; um slot de expansão; um adaptador IBM M-Audio Capture and Playback.
  - **Software:** DOS 5.0, OS/2 2.0 ou Windows 3.1.

- **Nome do produto:** Kurzweil VOICE.
  Fornecedor: KURZWEIL AI - USA.
  Características principais: Permite controlar sitema DOS e uma variedade de programas como WordPerfect, Lotus 1-2-3 e outros aplicativos populares; possui um vocabulário de palavras pré-selecionadas e um vocabulário ativo.
  Compatibilidade:
  - **Hardware:** IBM 486 DX ou DX2 com clock de 33 MHz ou maior; 32 MB RAM; um drive de alta densidade para disquetes de 3,5"; Kurzweil APA card.
  - **Software:** MS-DOS 5.0 ou 6.0.