

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
POS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA DA COMPUTAÇÃO

PROJETO DE INTERFACES GRAFICAS  
PARA ENSINO DE DEFICIENTES  
AUDITIVOS

por

*Beatriz Regina Tavares Franciosi*

Dissertação submetida como requisito parcial para  
a obtenção do grau de Mestre em  
Ciência da Computação



UFRGS

SABi



05220384

Prof. Dr. Dalcídio M. Claudio  
Orientador

Prof. Anatólio Laschuk  
Co-orientador

Porto Alegre, agosto de 1985.

## CATALOGAÇÃO NA FONTE

*Franciosi, Beatriz Regina Tavares*

Projeto de Interfaces gráficas para o ensino de deficientes auditivos. Porto Alegre, PGCC da UFRGS, 1988.

IV.

Diss. (mestr. ci. comp. ) UFRGS-PGCC, Porto Alegre, BR-RS, 1988.

Dissertação: Interfaces gráficas :  
Educação Especial : Projeto de Interfaces

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus amigos e colegas de trabalho Mauro Roisenberg, Deoni Segalin, João Batista de Oliveira, Reinaldo Avila Jr., Luiz Otávio Soares pelo incansável apoio durante o desenvolvimento deste trabalho;

Ao pessoal da secretaria do Pós-graduação e ao pessoal da biblioteca;

Ao orientador professor Laschuk pelas valiosas sugestões que muito me auxiliaram;

Ao amigo e orientador professor Dalcídio pela paciência e confiança que teve em mim desde o começo de nosso convívio;

A professora Erica Laschuk que me ajudou a dar os primeiros passos para tentar compreender o real significado da deficiência auditiva;

Ao professor Rocha Costa pelas valiosas sugestões, auxílio e incentivo dados para a realização deste trabalho;

A equipe da Escola Especial Concórdia que tão calorosamente me recebeu e sem a qual a prática deste trabalho não existiria;

A minha família pelo apoio e compreensão que inúmeras vezes manifestaram diante das privações de nosso convívio que o desenvolvimento deste trabalho acarretou;

Ao meu amigo, companheiro e esposo João Luiz de Carvalho Franciosi que com sua paciência carinho e afeto me ajudou a achar o meu ponto de equilíbrio psicológico e me perpassou a paciência, calma e perseverança que não tenho;

A todos aqueles que física ou espiritualmente me ajudaram na realização deste trabalho.

## SUMARIO

GLOSSARIO .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	14
LISTA DE TABELAS .....	15
RESUMO .....	16
ABSTRACT .....	17
1 INTRODUÇÃO .....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO .....	20
2.1 <u>Metodologia de projeto</u> .....	20
2.1.1 Definições iniciais .....	20
2.1.2 Projeto - formalização de um conceito .....	20
2.2 <u>Métodos de projeto de sistemas</u> .....	21
2.2.1 Planejamento de um projeto de software .....	21
2.2.1.1 Definição do problema .....	21
2.2.1.2 Estratégia de solução .....	22
2.2.1.3 Planejamento do desenvolvimento do processo de projeto .....	22
2.2.2 Planejamento do projeto das interfaces .....	25
2.2.2.1 Definição do projeto de diálogo .....	25
2.2.2.2 Escolha da estratégia de solução .....	25
2.3 <u>Elaboração de métodos de projeto</u> de sistemas .....	26
2.3.1 Contexto de elaboração de métodos de projeto .....	26
2.3.2 Procedimento de elaboração de métodos de projeto .....	26
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE PROJETO DE INTERFACES .....	28
3.1 <u>Definição do projeto de diálogo</u> .....	28

3.1.1 Fluxo de Informação .....	28
3.1.2 Tipo de diálogo .....	31
3.1.2.1 Visão geral de alguns tipos de diálogo .....	33
3.1.2.2 Descrição do tipo de diálogo seleção em cardápio .....	37
3.1.2.2.1 Tipos de cardápios .....	38
3.1.2.2.2 Organização semântica de cardápios .....	41
3.1.2.2.3 Tempo de resposta e razão de exibição .....	42
3.1.2.2.4 Estratégia de decisão ....	42
3.1.2.2.5 Projeto de telas de cardápios .....	43
3.1.2.2.6 Mecanismos de seleção ....	46
3.1.2.3 Escolha da estratégia de manipu- lação das informações exibidas .....	46
3.1.3 Definição do projeto de diálogo propriamente dito .....	47
3.1.3.1 Regras do projeto de diálogo .....	47
3.1.3.2 Sintaxe do diálogo .....	50
3.1.3.3 Simulação do diálogo .....	56
3.1.3.4 Avaliação final do diálogo .....	57
3.2 <u>Escolha da estratégia de solução</u> .....	58
3.2.1 Dispositivos de entrada/saída .....	58
3.2.1.1 Dispositivos de entrada .....	60
3.2.1.2 Dispositivos de saída .....	65
3.2.2 Tempo de resposta .....	71
4 MANIPULAÇÃO DIRETA - UM ESTUDO DE CASO .....	76
4.1 <u>Caracterização de manipulação direta</u> .....	76
4.1.1 O que é ? .....	76
4.1.2 Para que serve ? .....	77
4.1.3 Exemplos de utilização .....	77

4.2	<u>Análise da manipulação direta</u> .....	78
4.2.1	Problemas .....	78
4.2.2	Modelo sintático/semântico .....	79
4.3	<u>Estudo dos fatores envolvidos na manipulação</u> <u>direta</u> .....	81
4.3.1	Cognição .....	81
4.3.2	Percepção e capacidade motora .....	86
4.3.2.1	Capacidade motora .....	86
4.3.2.2	Percepção .....	87
4.3.3	Comunicação .....	89
4.3.3.1	Da linguagem à língua .....	89
4.3.3.2	A arbitrariedade do signo .....	90
4.3.3.3	Teorias lingüísticas do signo .....	97
4.3.3.4	Ciência da comunicação : teoria da informação e semiótica ....	99
4.4	<u>Elaboração de interfaces que usam manipulação</u> <u>direta</u> .....	101
5	<u>REFLEXÃO SOBRE PROJETO DE INTERFACES</u> .....	104
5.1	<u>Onde o projeto de interfaces se</u> <u>encaixa no projeto do sistema ?</u> .....	104
5.2	<u>Quais as características que se</u> <u>deseja que um sistema de boa comunicação visual</u> <u>possua ?</u> .....	105
5.3	<u>Que organização lógica da tela mais</u> <u>se ajusta a percepção do usuário ?</u> .....	105
5.4	<u>Que aspectos influenciam o entendimento</u> <u>do sistema de computação, por parte do</u> <u>usuário ?</u> .....	107
5.5	<u>Que fatores devem ser ponderados na definição</u> <u>de uma Linguagem Visual eficiente ?</u> .....	108
5.6	<u>Até que ponto a caracterização adequada</u> <u>do usuário do sistema de computação é</u> <u>importante ?</u> .....	111

5.7 <u>Sistemas de computação gráfica-quem são ?</u> .....	111
5.7.1 Teoria sobre o real significado da aprendizagem de uma linguagem de programação .....	113
5.7.2 Sistemas de computação gráfica no ensino de matemática .....	116
5.8 <u>Ponderações num projeto de sistema de ensino de matemática</u> .....	117
5.8.1 Projeto do sistema .....	118
5.8.2 Projeto das interfaces .....	119
 6 PROJETO DE INTERFACES GRÁFICAS PARA O ENSINO DE DEFICIENTES AUDITIVOS .....	 122
6.1 <u>Caracterização de um usuário para um sistema de ensino com computação gráfica</u> .....	122
6.1.1 Perfil do usuário surdo .....	122
6.1.1.1 Surdez - definição .....	122
6.1.1.2 Sequelas da surdez .....	123
6.1.1.3 Caracterização do surdo .....	128
6.1.1.4 Métodos de ensino para surdos .....	132
6.2 <u>Modelo semântico da linguagem visual mais adequada para este usuário</u> .....	140
6.3 <u>Projeto de sistema gráfico para ensino de geometria</u> .....	141
6.3.1 Projeto das interfaces do sistema .....	142
6.3.2 Visão geral do protótipo de um sistema gráfico .....	149
 7 CONCLUSOES E SUGESTOES .....	 156
ANEXO I Situações problema .....	160
ANEXO II Questionário .....	163
ANEXO III Tela do protótipo de sistema gráfico .....	164
ANEXO IV Desenvolvimento mental da criança .....	165
BIBLIOGRAFIA .....	166

## GLOSSARIO

- ACUMULADOR:** registrador no qual é armazenado o resultado de uma operação.
- ALFANUMERICO:** relativo a um conjunto de caracteres que contém letras e números, podendo conter outros caracteres especiais, como sinais de pontuação.
- ANTROPOMORFISMO:** semelhante ao homem.
- APONTAMENTO:** mostrar; apontar; indicar com o dedo, com um gesto, com um olhar, etc.
- ARMAZENAMENTO:** introduzir, reter ou gravar informações em um meio de armazenamento de memória.
- ASSINCRONO:** não sincronizado com relação a qualquer outro evento (usualmente se refere ao tempo). Um evento cuja ocorrência não é síncrona como a execução de programa é um evento que pode ocorrer a qualquer hora.
- BATCH(processamento batch):** processamento no qual os dados a serem processados ou programas a serem executados são agrupados para que seus processamentos sejam efetuados de uma só vez; processamento por lote.
- BIT(bite):** abreviatura de dígito binário, isto é, cada caracter é um número binário (0 ou 1).
- BOA :** gênero de ofídio ao qual a jibóia pertence.
- CAD(computed aided design):** conjunto de rotinas gráficas que têm por objetivo possibilitar a elaboração de desenhos através do computador.
- CAM :** uso do computador para auxiliar a realização das atividades de fabricação de peças e produtos. Abrange funções que possam ser pré-definidas e cadastradas em computador.
- CANAL DE COMUNICAÇÃO:** termo genérico para meios físicos que conectam uma localidade à outra para fins de



transmissão e recepção de informação.

**CARACTER:** código simbólico do tipo dígito ou letra.

**CARDAPIO DE SELEÇÃO:** conjunto de opções exibidas no vídeo por um programa, disponíveis para que o usuário as selecione quando quiser.

**CODIGO INTERNO(código de máquina):** aquele que serve para representar um conjunto de instruções básicas que o computador, por sua construção e projeto lógico, é capaz de executar diretamente.

**COGNITIVO:** relativo ao conhecimento.

**COMPUTADOR:** processador de dados com capacidade de aceitar informações, efetuar com elas operações programadas e fornecer resultados. Divide-se em dois grandes grupos: computador analógico e computador digital.

**COMPUTADOR ANALOGICO:** aquele que opera com dados representados por quantidades físicas que variam continuamente, realizando processamentos físicos com esses dados.

**COMPUTADOR DIGITAL:** computador que opera com dados discretos ou descontínuos, efetuando uma seqüência de processos lógicos e aritméticos com estes dados, num programa previamente preparado.

**CURSOR:** ponto, traço ou marca luminosa móvel, na tela do terminal que indica onde o próximo caracter ou símbolo será inserido ou alterado.

**DADO:** elemento básico o qual pode ser processado ou produzido por um computador. Dados podem ser fatos, números, caracteres alfanuméricos, etc.

**DIGITADOR:** pessoa que realiza a ação de digitar.

**DIGITAR:** introduzir os dados em um computador por meio de teclado.

**DIODO:** dispositivo eletrônico composto de dois elementos : ânodo e cátodo e que conduz corrente elétrica

apenas em um sentido, inibindo o fluxo no sentido inverso.

**DISPOSITIVO DE ENTRADA/SÁLIDA:** dispositivo que efetua as funções de entrada e saída, em um sistema de computação.

**ELETRODO:** condutor metálico por onde uma corrente elétrica entra num sistema ou sai dele.

**FEEDBACK:** processo pelo qual se produzem modificações em sistemas (ou no comportamento) por efeito de resposta à ação do próprio sistema (ou comportamento).

**HARDWARE:** conceito global que compreende fatores e elementos físicos, tais como: equipamentos, tempo de CPU, tempo de canal de entrada/saída, espaço de memória, etc. isto é, todos fatores e elementos físicos que sejam necessários para efetuar, de modo eficaz e automático, as operações de processamento de dados. Se refere à capacidade de máquina, do equipamento, de seus componentes, de seus limites, de suas possibilidades.

**HELP:** auxílio ao usuário através de explicações de como operar no sistema.

**IMAGEM:** cópia física ou lógica de uma informação sobre outro suporte; representação gráfica de um objeto.

**IMAGEM ACÚSTICA:** combinação de signos significantes.

**IMAGEM VIRTUAL:** uma imagem virtual não existe no local onde parece estar, todavia os raios de luz que parecem provir da imagem virtual se comportam da mesma maneira como se provissem de uma imagem real que estivesse na mesma posição virtual e na ausência de quaisquer superfícies óticas interferentes.

- IMPLEMENTAR:** dar execução a um projeto de sistema de computação.
- INTERFACE:** elemento que proporciona a ligação física ou lógica entre dois sistemas.
- LAYOUT:** esquema que descreve o formato físico de uma tela do sistema, por exemplo.
- LINGUAGEM VISUAL:** conjunto de signos escritos, os quais são peculiares a um grupo e que exprimem, quando concatenados, idéias.
- MACRO:** uma instrução no programa do usuário que gera uma direção, geralmente para as funções de entrada ou saída.
- MENSAGEM DE ERRO:** mensagem emitida por um processador, rotina ou programa, a fim de indicar a detecção de erro.
- MODELO COGNITIVO:** representação da aquisição de um conhecimento, por um sistema mais simples de compreender ou experimentar. O modelo cognitivo é estudado em lugar do real, para inferir o comportamento e as propriedades da capacidade cognitiva.
- MONITOR:** dispositivo de vídeo semelhante a um aparelho de TV, usado como periférico de computador.
- NANOSEGUNDO:** um nanosegundo é igual a 0.000 000 001 segundos, isto é, 1 nanosegundo = 1 billionésimo de segundo.
- ON-LINE (processamento on-line):** designação dada ao funcionamento dos terminais, arquivos e equipamentos auxiliares do computador, que operam sob o controle direto deste, eliminando a necessidade de intervenção humana entre qualquer das fases compreendidas entre a entrada de dados e o resultado final.
- PIXEL:** elemento de imagem digital (ver processamento de

Imagem).

**POLARIZAÇÃO:** fenômeno apresentado por uma radiação eletromagnética em que o plano de vibração permanece constante; (eletrônica) estabelecimento de uma diferença de potencial elétrico entre dois eletrodos.

**PRECISÃO:** se refere a instrumentos de medida onde a aferição pode ou não ser exata.

**PROCEDIMENTO**(procedure): descrição dos passos a seguir para atingir um determinado objetivo; função geral executada como uma subrotina.

**PROCESSADOR:** unidade funcional que interpreta e executa instruções.

**PROCESSAMENTO DE IMAGEM:** processamento de formas gráficas; técnica de processar informações em forma de imagem em um computador. Geralmente a imagem é produto da conversão analógico/digital de sinais de vídeo obtidos a partir de um dispositivo de exploração. Assim pelo menos no início, a informação está na forma de uma matriz na qual cada elemento é um número representando o brilho de uma pequena região de imagem explorada (um pixel).

**PROJETISTA DE SISTEMAS:** pessoa que faz planos ou projetos de sistemas de computação.

**RANDOMICO:** regido por uma lei de distribuição de probabilidade ou que se segue no tempo de forma ocasional; depende de fatores incertos ou sujeitos ao acaso.

**RESOLUÇÃO:** ato ou efeito de resolver; achar a solução.

**ROTULO DE CAMPOS:** nome atribuído a uma categoria de informação. Cada categoria de informação representa um campo o qual pode conter qualquer tipo de informação que possa ser associada a

uma categoria.

**SINAL DE PRONTIDÃO(prompt):** instrução que informa ao usuário que o sistema aguarda a próxima operação.

**SÍNCRONO:** o que ocorre com um espaço de tempo regular ou previsível.

**SISTEMA AMIGAVEL(user-friendly system):** sistema que estabelece através de suas telas de interação um canal de comunicação por onde flui comunicação de boa qualidade.

**SISTEMA DE COMPUTAÇÃO(sistema):** conjunto de unidades de equipamento, métodos e procedimentos organizados para o desenvolvimento de dados. Sistemas de computação se referem sempre a sistemas onde é usado o computador.

**SISTEMA INTERATIVO:** sistema de computação onde usuário e sistema possuem um canal direto de comunicação através do qual o usuário informa diretamente suas solicitações ao sistema durante sua execução.

**SOFTWARE:** conjunto de programas, procedimentos, regras e qualquer documentação associada com a operação de um sistema de processamento de dados.

**TELA:** superfície sobre a qual é projetada uma imagem.

**TRANSMISSÃO DE DADOS:** ação de transportar de um ponto a outro os dados direta ou indiretamente por meio de sinais radioelétricos, documento, imagem, som, etc.

**USUARIO:** aquele que utiliza um sistema de computação.

**USUARIO ESPECIALISTA:** aquele que é especializado naquele serviço que o sistema de computação se habilita a executar.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Planejamento de um projeto de software .....	23
Figura 3.1	Possibilidades de requerer dados ou informações do sistema .....	30
Figura 3.2	Tipos de cardápios .....	37
Figura 3.3	Etapas do projeto de diálogo .....	49
Figura 3.4	Esquema de interação usuário sistema .....	59
Figura 4.1	Equivalência entre signo e coisa que representa .....	90
Figura 4.2	Equivalência entre ícone e signo .....	91
Figura 4.3	Distinção entre signo natural e signos arbitrário .....	92
Figura 4.4	Representação intuitiva .....	93
Figura 4.5	Representação segundo um padrão .....	93
Figura 4.6	Representação segundo um padrão .....	94
Figura 4.7	Representação intuitiva .....	95
Figura 4.8	Modelos de percepção .....	96
Figura 4.9	Teoria behaviorista de Morris .....	98
Figura 4.10	Stock de signos do emissor e do receptor ...	100
Figura 4.11	Atribuição de significado aos sinais .....	101
Figura 5.1	Planejamento do projeto de sistema .....	104
Figura 6.1	Comparação entre surdos e ouvintes segundo vários tipos de memória .....	131
Figura 6.2	Esquema de organização das telas do sistema .....	145
Figura 6.3	Fluxo da função principal .....	151

**RESUMO**

Este trabalho trata dos aspectos que são relevantes para o projeto de interfaces de um sistema gráfico o qual visa dar subsídios para o ensino de geometria a alunos surdos. Estudou-se detalhadamente projeto de interfaces e as formas de comunicação do deficiente auditivo para que fosse possível formular conjecturas sobre qual a direção a ser seguida para se definir interfaces gráficas que utilizassem uma linguagem visual consistente e compreensível para esta comunidade. É importante a averiguação teórica deste trabalho para que a linguagem visual que o sistema utiliza não entre em conflito com outras posturas. A utilização deste estudo se efetivou através de um sistema experimental onde a linguagem visual se vale da leitura complementar entre desenho e palavra para transmitir informações e onde as ações exploram o desenvolvimento das estruturas do pensamento que se referem ao pensamento formal. Pensa-se que projeto de interfaces gráficas para ensino, no tocante ao desenvolvimento do pensamento formal do deficiente auditivo, não é assunto trivial.

**ABSTRACT**

This work deals with important aspects of interface design which might be used in a graphic system to teach geometry to deaf students. The interface project has been studied in detail, as the communication forms of the deafness. After this, it's possible to explore the directions to go through when defining graphic interfaces to use a understandable and consistent visual language to this community. The theoretical averigation of this work is important to avoid compatibility problems and meaning disagreement with other system resources. This study has been applied in an experimental system where the visual language uses some complementar reading between draft and word to transmit informations, and where actions are made to develop the thinking structures related to formal thinking. The design of graphic interfaces to teaching, when related to the development of formal thinking of the deaf child is considered as a non-trivial study subject.



## 1 INTRODUÇÃO

A ampla veiculação das facilidades obtidas através do uso de sistemas de computação associado ao barateamento dos computadores teve como consequência mais imediata o aumento significativo do número de usuários em potencial de computadores.

Com isto, o usuário que em geral se apresenta para utilizar as facilidades que o uso dos computadores pode proporcionar é um usuário especialista o qual tem em mente não o desenvolvimento de software, mas sim usufruir dos benefícios que o uso de sistemas de computação proporcionam.

Este fato justifica a afirmação: No projeto de sistemas o projeto de software e o projeto das interfaces que subsidiam a interação usuário-sistema têm igual importância.

A aceitabilidade e o uso adequado de sistemas de computação é determinada de modo mais crítico pela linguagem visual que as interfaces do sistema utilizam. Definir uma linguagem visual significativa para o usuário não é trivial, pois envolve a análise de um amplo elenco de assuntos.

A distribuição dos elementos (da linguagem visual) sobre a tela é outro fator que deve ser ponderado concomitantemente à definição da linguagem.

A definição da linguagem visual utilizada pelo sistema e a distribuição de seus elementos sobre a tela é assunto pertinente ao Projeto de Interfaces.

Neste trabalho fez-se um estudo pormenorizado das considerações que devem ser feitas na fase de projeto das interfaces do sistema. Este estudo tomou forma de investigação em ambiente de ensino de surdos onde é crítico

o problema de transmissão de informação.

A priori, sistemas de computação não se valem da capacidade auditiva do usuário e portanto o uso desta ferramenta parece não fazer distinção entre usuários ouvintes e usuários surdos.

Esta afirmação pode ser analisada sobre dois enfoques:

(i) o entendimento semântico do usuário surdo é peculiar e a falta de escuta traz consigo a restrição de vocabulário. Tem-se então que a linguagem visual que o sistema utiliza deve ser adaptada a este usuário;

(ii) os sistemas de computação não se valem da escuta para estabelecer seu canal de comunicação com o usuário e portanto parece que usá-los para transmitir informações para o surdo é uma boa opção.

Com espírito investigador, este trabalho tenta construir a idéia do que é projeto de interfaces e utilizá-la em um projeto de sistema. Para tanto os capítulos 2 e 3 fundamentam e subsidiam o entendimento de projeto de interfaces. No capítulo 4, fez-se um estudo sobre manipulação direta, já visando a aplicação. A culminância da parte teórica deste trabalho encontra-se relatada no capítulo 5 onde se faz uma poderação dos capítulos anteriores. O capítulo 6 contém o planejamento do projeto de interfaces gráficas do protótipo experimental. O último capítulo cumpre seu objetivo de dar fechamento ao trabalho sem, no entanto, encerrar o assunto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO

### 2.1 Metodologia de Projeto

#### 2.1.1 Definições Iniciais

**Técnica:** conjunto de operações muito bem caracterizadas, as quais devem ser realizadas em uma determinada ordem, sobre determinados objetos, para que se possa obter com esses objetos um determinado resultado [COS 82].

**Método:** conjunto de técnicas organizadas para obtenção de um determinado resultado, quando da manipulação de determinados objetos. Em especial, um método pode conter técnicas auxiliares, utilizadas para selecionar e ordenar as técnicas a serem praticadas [COS 82].

**Metodologia:** é o estudo dos métodos utilizados em uma atividade [COS 82].

#### 2.1.2 Projeto - Formalização de um conceito

##### Conceitos de projeto

**Projeto** : descrição geral de um objeto a ser construído; plano de atividade ou produto; dividir artefatos para alcançar objetivos [BUE 84].

A partir das definições de projeto, temos que projeto pode ser o produto de uma atividade ou a atividade propriamente dita.

Projeto, quando atividade, inclui a descrição

escrita de todas as partes daquilo que se quer construir. A idéia de projeto assumida no decorrer deste trabalho é a de projeto como descrição geral do objeto a ser construído.

## 2.2 Métodos de projeto de sistemas

Os métodos de projeto de sistemas podem ser comparados às diferentes maneiras que se tem de arrumar uma mala de viagem, isto é, temos um conjunto de categorias de objetos (categoria sapato, categoria higiene pessoal, etc) que se quer levar - fases do projeto - e se quer organizar este conjunto - método de projeto - de modo que se leve o máximo de objetos sem ultrapassar o volume da mala.

O projeto de sistema é composto por projeto de software e projeto das interfaces. Ambos projetos serão melhor desenvolvidos se utilizarém método(s) de projeto.

### 2.2.1 Planejamento de um projeto de software

O planejamento de um projeto de software acontece por partes e estas partes, em ambiente de desenvolvimento de software, são ditas fases do projeto. São três as fases de um projeto de sistemas:

- definição do problema;
- desenvolvimento de uma estratégia de solução;
- planejamento do desenvolvimento do processo do projeto.

#### 2.2.1.1 Definição do problema

Definir um problema é identificar os dados iniciais, verificar as restrições que o problema impõe e listar os objetivos a serem atingidos. A partir destas informações é possível desenvolver uma estratégia de solução.

### 2.2.1.2 Estratégia de solução

É obtida a partir da análise do ambiente de aplicação e dos recursos de implementação disponíveis. A análise do ambiente de aplicação revela os requisitos do sistema de computação e a análise dos recursos de implementação revela as restrições do projeto. Por em prática a estratégia de solução exige que a priori se defina o tipo de sistema que se pretende construir ( o qual deve satisfazer as especificações ) e o método de projeto que irá ser utilizado. Isto é designado formalmente como desenvolvimento de uma estratégia de solução.

### 2.2.1.3 Planejamento do desenvolvimento do processo de projeto

É a etapa onde são definidos o tipo de sistema que será construído e o método de projeto. O tipo de sistema é definido a partir dos conhecimentos transmitidos através das teorias específicas sobre sistemas e em função da infraestrutura de implementação. O método de projeto é escolhido a partir de um conjunto de métodos de projeto e da infraestrutura do projeto. A execução do processo de projeto é onde se faz a verificação dos objetivos do sistema.

A figura 2.1 mostra esquematicamente o planejamento de um projeto de software.

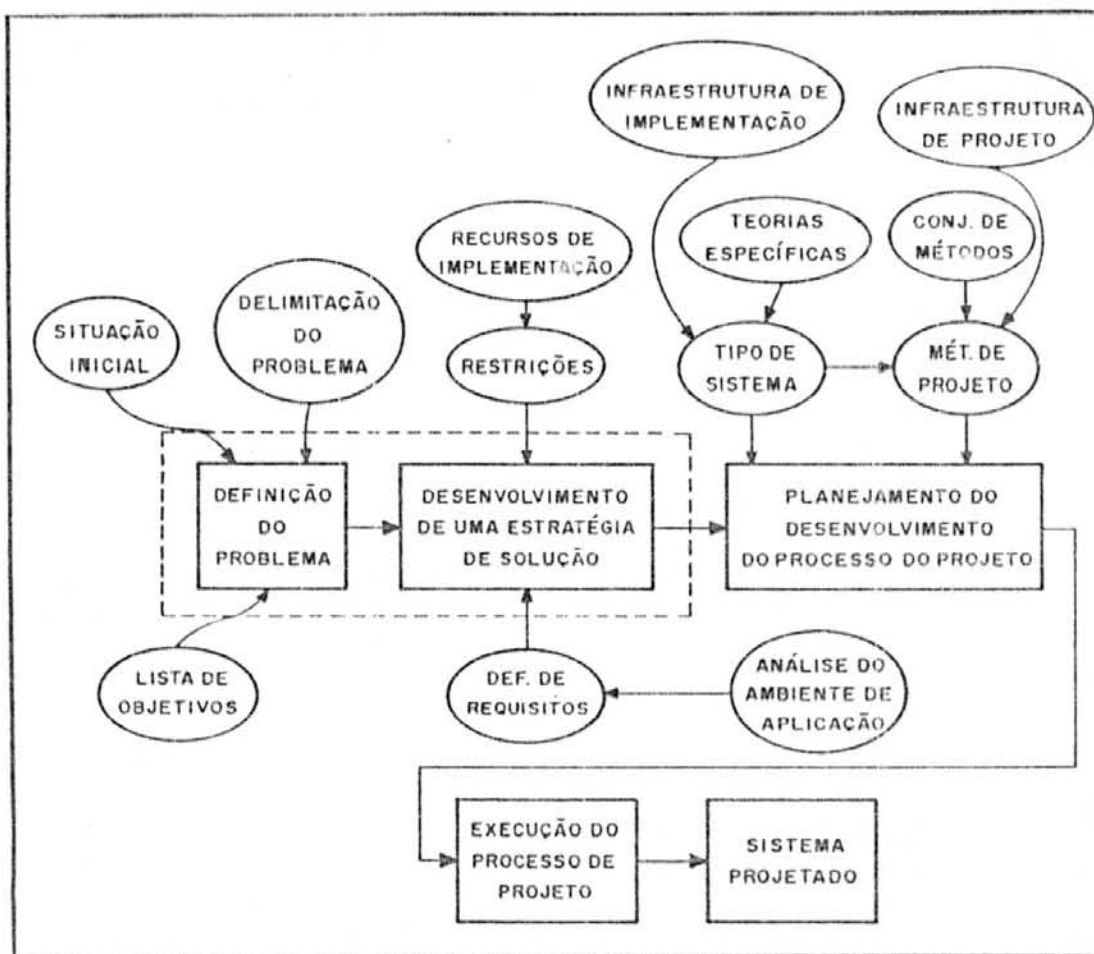


FIGURA 2.1 : Planejamento de um projeto de software

O planejamento do desenvolvimento do processo do projeto envolve o desenvolvimento de uma visão conceitual de sistemas. Isto é, estrutura do sistema, identificação do fluxo de dados e de seu armazenamento, decomposição de funções de nível mais alto em subfunções mais simples, estabelecimento dos relacionamentos e das interconexões dos elementos, desenvolvimento de uma representação concreta de dados e detalhes da especificação algorítmica. É nessa fase que o tipo de sistema, que será construído, é escolhido. São tipos de sistema:

- sistema de banco de dados;
- sistema gráfico;
- sistema de telecomunicações;

- sistema de controle de processo;
- sistema de processamento de dados.

Os sistemas podem ser também de tipo misto, isto é, combinar mais de um tipo de sistema.

Os métodos de projeto, tipicamente, se baseiam na estratégia "top-down" (ou estratégia descendente) e/ou "bottom-up" (ou estratégia ascendente).

Usando estratégia "top-down" primeiro são analisados os aspectos globais do sistema. O sistema é então decomposto em subsistemas e maior consideração é dada para os resultados específicos. É fundamental em projetos que usam esta estratégia que a "soma" dos resultados parciais (ou específicos) reflita os aspectos globais do sistema.

Na estratégia "bottom-up" primeiro é identificado o conjunto primitivo de dados, ações e relacionamentos que poderão subsidiar a resolução do problema. Os conceitos de nível mais alto são formulados em termos dos conceitos primitivos. Esta estratégia requer que o projetista combine as características de linguagens de programação com entidades mais sofisticadas. Um conjunto de funções, estrutura de dados e interconexões são construídos para resolver o problema usando os elementos disponíveis da linguagem de programação. O sucesso da utilização dessa estratégia depende da identificação adequada de um conjunto de idéias primitivas suficientes para implementar o sistema.

Exemplos de técnicas ou métodos de projeto:

- refinamento sucessivo;
- níveis de abstração;
- desenvolvimento integrado "top-down";
- programação estruturada de Jackson.

### 2.2.2 Planejamento do projeto das Interfaces

O planejamento de um projeto de Interfaces é preocupação recente dos métodos de projeto de sistemas. Com a introdução de computadores de uso pessoal, em circuito comercial, já não bastava mais que o software fosse bem projetado. Era necessário dar confiança e motivação para o usuário, respeitando sua individualidade. Recentemente, muitos estudos têm sido conduzidos neste sentido e sistemas amigáveis se apresentam como produto direto destes estudos.

O planejamento de Interfaces envolve muitas considerações. "Interfacear" é dar subsídios para que a comunicação entre dois "agentes" se efetive, e estes subsídios se referem à estrutura do diálogo.

#### 2.2.2.1 Definição do projeto de diálogo

A estrutura do diálogo é definida a partir do projeto de diálogo. O projeto de diálogo é a descrição geral da troca de "idéias", as quais irão fluir através de um canal de comunicação. Este canal é o dispositivo de entrada ou saída.

#### 2.2.2.2 Escolha da estratégia de solução

Em projeto de Interfaces, o projetista de sistemas define o tipo de diálogo entre homem-máquina, isto é, ele define o estilo de interação.

A escolha do estilo de interação traz consigo toda uma ponderação no que se refere à diálogo homem-máquina.

O estilo de interação, quando devidamente ponderado, possibilita uma interação amigável e natural. Fato este altamente desejável em sistemas de computação. O



termo "sistemas user-friendly" é usado bibliograficamente para designar sistemas que seguem a idéia de interação amigável e natural. Tais sistemas refletem muito mais o ponto de vista do usuário do que o do projetista.

Os estilos de interação são definidos a partir da definição do problema (definição do fluxo de informação), da análise do ambiente de aplicação e dos recursos de implementação.

## 2.3 Elaboração de métodos de projeto de sistemas

### 2.3.1 Contexto de elaboração de métodos de projeto

Analisando o ambiente de elaboração de métodos de projetos de sistemas, temos como componentes deste ambiente:

- teoria sobre tipos de sistemas;
- avaliação de métodos de especificação de sistemas existentes e adequados à especificação do sistema em fase de desenvolvimento;
- avaliação da infraestrutura de projeto e de implementação;
- uma teoria de processo de projeto, na qual se baseie a escolha do procedimento a ser projetado.

### 2.3.2 Procedimento de elaboração de métodos de projeto

O procedimento de elaboração de métodos de projeto tem origem na ponderação adequada das ferramentas de projeto, na definição do modelo inicial de sistema a ser projetado e na definição e organização dos procedimentos do projeto. Para tanto:

- escolha de ferramentas de projeto: o termo "ferramenta de projeto" designa desde uma linguagem

gráfica de sistemas até sistemas automatizados de auxílio a projeto. O método deve prever pelo menos uma Linguagem de Descrição de sistemas.

- definição do modelo inicial: esta definição está embasada na teoria específica a qual caracteriza o modelo inicial a partir da caracterização dos elementos fundamentais do sistema. O número de modelos iniciais está diretamente associado ao grau de abstração da teoria específica.
- definição e organização dos procedimentos do projeto: clara especificação dos passos do processo de projeto (procedimento inicial e procedimentos auxiliares). Os procedimentos devem ser escolhidos a partir dos procedimentos referidos na teoria de processos, em função de sua adequação aos modelos iniciais, das ferramentas do projeto, dos recursos de implementação disponíveis e do modelo de especificação de sistemas utilizado.

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE PROJETO DE INTERFACES

#### 3.1 Definição do projeto de diálogo

##### 3.1.1 Fluxo de Informação

Existe uma variedade de caminhos para organizar o fluxo da informação entre homem-máquina.

Os sistemas de computadores podem operar de duas formas, basicamente: "batch" e "on-line".

Se o sistema opera da forma "batch" o canal de comunicação pode ser via impressora (impressões periódicas).

Se o sistema opera em "on-line", a forma mais simples do fluxo da informação é aquela na qual o usuário informa dados ou requer informações diretamente do sistema. As outras possibilidades, segundo [MAR 73], são:

- 1) o usuário se comunica diretamente com o computador, mas o computador se comunica com o usuário-especialista;
- 2) o usuário entra em contato com um agente-facilitador e este opera o computador;
- 3) o supervisor do usuário pode monitorar o diálogo se acreditar necessário;
- 4) o usuário informa dados ou requer informações e um usuário-interceptor intercepta a comunicação quando:
  - erros são encontrados;
  - checagem de segurança é necessária;
  - ou por uma outra razão qualquer.
- 5) um grupo de usuários trabalham juntos e em uma sala é feito o controle da informação. O computador se comunica com todos os controladores da

Informação.

- 6) o gerente pode ser assessorado por um assistente especialista o qual se comunica com um centro associado de informações. A equipe do centro de informações pode utilizar vários sistemas de computadores para responder ao(s) questionamento(s) do gerente.
- 7) muitas pessoas podem interagir umas com as outras através do uso de terminais. O computador gerencia as interações e ao mesmo tempo propõe situações de discussão envolvendo um conjunto complexo de fatos.
- 8) muitas pessoas assistem as imagens geradas por um sistema de computação através de uma tela ampla sobre a qual são exibidas as imagens. Reuniões administrativas que se valem de imagens geradas por um sistema de computação, são um bom exemplo deste tipo de fluxo da informação.

A figura 3.1 faz visualizar as possibilidades de informar dados ou requerer informações mencionadas.

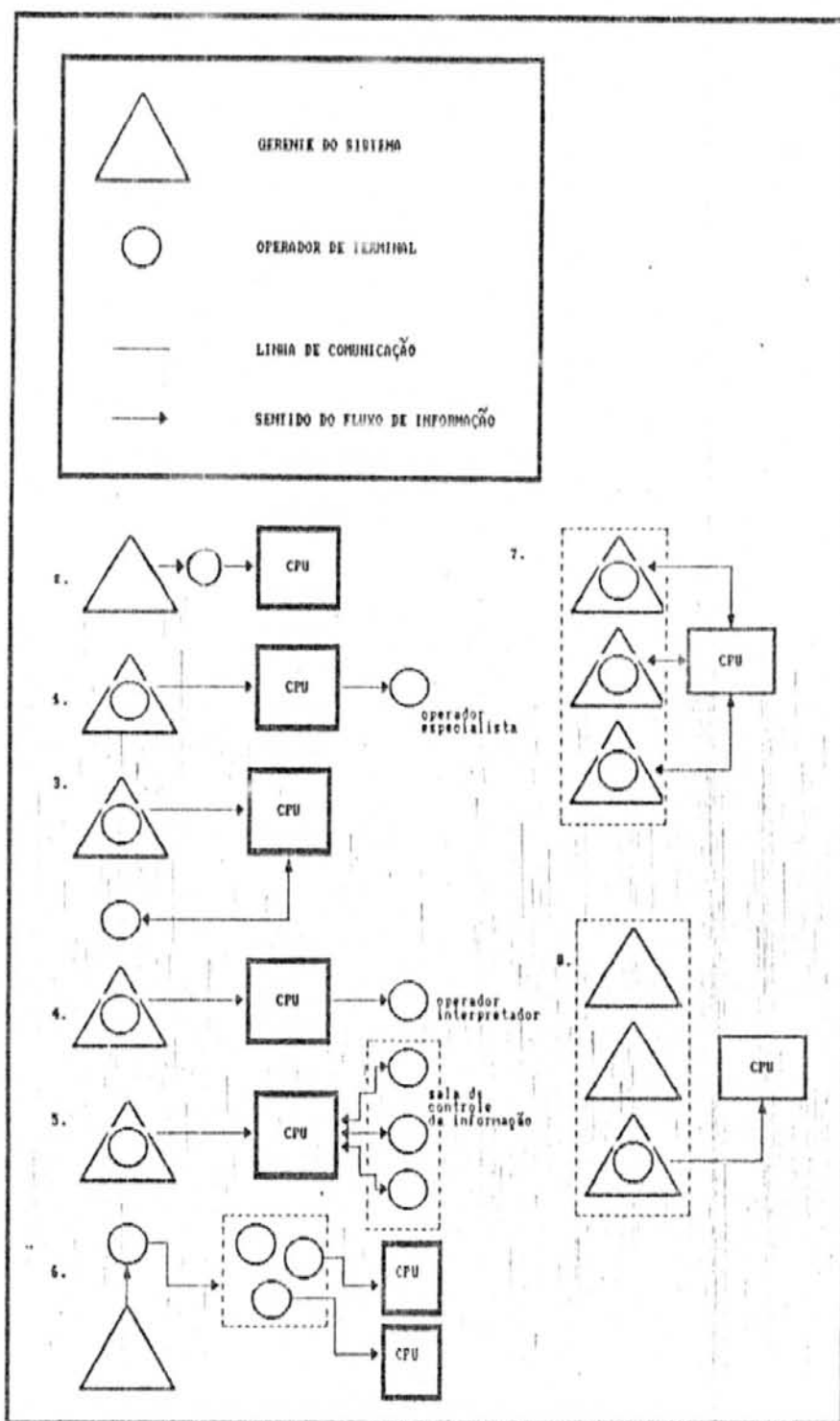


FIGURA 3.1 : Possibilidades de requerer dados ou informações do sistema

### 3.1.2 Tipo de diálogo

O diálogo entre homem-máquina pode ser estabelecido de inúmeras maneiras. Algumas maneiras são bastante simples, outras exigem que seja determinada a categoria ou tipo de usuário. Esta identificação possibilita um melhor aproveitamento do potencial do usuário.

Algumas das principais categorias ou tipos de diálogo segundo [MAR 73] são citadas na tabela 3.1.

TABELA 3.1 : Principais tipos de diálogo

CATEGORIA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONCISA, PRECISA, PODEROSA, FLEXÍVEL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMPRÓPRIA PARA USUÁRIOS QUE NÃO APRENDAM A MANIPULÁ-LA</li> </ul>
LINGUAGEM NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INTERFACE BASTANTE NATURAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMBIGUIDADE</li> <li>• SOFTWARE MAIS ELABORADO</li> <li>• EVITADA EM SISTEMAS COMERCIAIS</li> </ul>
LINGUAGEM NATURAL LIMITADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O USUÁRIO USA VOCABULÁRIO FAMILIAR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SUPERESTIMAR A INTELIGÊNCIA DE MÁQUINA</li> <li>• USAR PALAVRAS EXCLUÍDAS</li> </ul>
PERGUNTAS & RESPOSTAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMPLES DE OPERAR</li> <li>• SOFTWARE SIMPLES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLEXIBILIDADE LIMITADA</li> <li>• RESTRITA SOMENTE A CERTAS OPERAÇÕES</li> </ul>
MNEMÔNICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONCISO, PRECISO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NECESSIDADE DE CONHECER E LEMBRAR OS MNEMÔNICOS</li> </ul>
SENTENÇAS PROGRAMADAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONCISO, PRECISO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NECESSIDADE DE TREINAMENTO</li> <li>• CAPACIDADE DE PROGRAMAÇÃO LIMITADA</li> </ul>
QUESTIONÁRIO (O COMPUTADOR É O QUESTIONADOR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O USUÁRIO É GUIADO ATRAVÉS DO SISTEMA</li> <li>• POUCO OU NENHUM TREINAMENTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIÁLOGOS LONGOS E LENTOS</li> <li>• PEQUENA FLEXIBILIDADE NA SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES</li> </ul>

TABELA 3.1 : Principais tipos de diálogo

FILL-IN (PREENCHER LACUNAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· POUCO ESFORÇO DO USUÁRIO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PROCEDURES DE CORRECÇÃO DE ERRO MAIS DIFÍCEIS</li> </ul>
SELEÇÃO DE CARDÁPIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SIMPLES DE OPERAR</li> <li>· SOFTWARE SIMPLES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· LIMITADO POR ESCOPO</li> <li>· EXIGE MAIS CUIDADO COM COMUNICAÇÃO VISUAL</li> </ul>
DISPOSITIVOS ESPECIAIS DE SAÍDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· MAIS SIMPLES DE OPERAR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PERDA DE FLEXIBILIDADE</li> <li>· RESTRITO ÀQUELA APLICAÇÃO</li> </ul>
APONTAMENTO NA TELA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· FORMATO DE ENTRADA MAIS SIMPLES</li> <li>· NÃO PRECISA TREINAMENTO</li> <li>· DIÁLOGO MAIS RÁPIDO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· LIMITADO POR ESCOPO, A MENOS QUE TECLADO E LIGHT PEN SEJAM USADOS JUNTOS</li> </ul>
CONJUNTO FIXO DE RESPOSTAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SIMPLES DE PROGRAMAR</li> <li>· PODEM SER USADOS PAINÉIS COM FIGURAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· INFLEXÍVEL</li> <li>· LIMITADO POR ESCOPO</li> </ul>
CONJUNTO MODIFICÁVEL DE RESPOSTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· MAIS SIMPLES DO DIÁLOGO EM FORMA DE ÁRVORE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PERDE A SIMPLICIDADE DE CONJUNTO FIXO DE RESPOSTAS</li> </ul>
VIA TERCEIRA PESSOA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· HABILITA GERENTES A OBTER INFORMAÇÕES DO COMPUTADOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· GERALMENTE SE CARACTERIZA PELO USO PROLONGADO DO TERMINAL</li> </ul>

TABELA 3.1 : Principais tipos de diálogo

FILL-IN (PREENCHER LACUNAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· POUCO ESFORÇO DO USUÁRIO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PROCEDURES DE CORRECÇÃO DE ERRO MAIS DIFÍCEIS</li> </ul>
SELEÇÃO DE CARDÁPIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SIMPLES DE OPERAR</li> <li>· SOFTWARE SIMPLES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· LIMITADO POR ESCOPO</li> <li>· EXIGE MAIS CUIDADO COM COMUNICAÇÃO VISUAL</li> </ul>
DISPOSITIVOS ESPECIAIS DE SAÍDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· MAIS SIMPLES DE OPERAR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PERDA DE FLEXIBILIDADE</li> <li>· RESTRITO ÀQUELA APLICAÇÃO</li> </ul>
APONTAMENTO NA TELA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· FORMATO DE ENTRADA MAIS SIMPLES</li> <li>· NÃO PRECISA TREINAMENTO</li> <li>· DIÁLOGO MAIS RÁPIDO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· LIMITADO POR ESCOPO, A MENOS QUE TECLADO E LIGHT PEN SEJAM USADOS JUNTOS</li> </ul>
CONJUNTO FIXO DE RESPOSTAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SIMPLES DE PROGRAMAR</li> <li>· PODEM SER USADOS PAINÉIS COM FIGURAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· INFLEXÍVEL</li> <li>· LIMITADO POR ESCOPO</li> </ul>
CONJUNTO MODIFICÁVEL DE RESPOSTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· MAIS SIMPLES DO DIÁLOGO EM FORMA DE ÁRVORE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PERDE A SIMPLICIDADE DE CONJUNTO FIXO DE RESPOSTAS</li> </ul>
VIA TERCEIRA PESSOA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· HABILITA GERENTES A OBTER INFORMAÇÕES DO COMPUTADOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· GERALMENTE SE CARACTERIZA PELO USO PROLONGADO DO TERMINAL</li> </ul>



### 3.1.2.1 Visão geral de alguns tipos de diálogo

A caracterização dos tipos de diálogo foi feita segundo [SHN 87]. Segundo este autor tem-se:

#### "Fill-In"

O preenchimento de lacunas é atrativo porque dá ao usuário o sentimento de que ele está controlando o diálogo. Algumas instruções são necessárias para que o preenchimento dos espaços brancos seja bem sucedido. Este tipo de interação assemelha-se com a forma familiar de preenchimento de formulários.

Para projetar uma tela de preenchimento de lacunas deve-se observar:

- títulos devem ter amplo significado;
- agrupamento lógico e seqüenciamento de campos;
- "lay out" com boa apelação visual;
- rótulos dos campos devem ser familiares;
- terminologia e abreviaturas consistentes;
- correção de erros deve ser por campo e por caracter;
- proporcionar facilidades de "help".

#### Linguagem de programação

Uma linguagem de programação deve ser:

- precisa;
- compacta;
- fácil de ler e de escrever;
- rapidamente compreendida;
- simples, para reduzir o número de erros;
- reter informações inteligíveis através dos tempos.

Linguagens de programação mais elaboradas observam ainda:

//

- estrita correspondência entre realidade e notação;
- conveniente para fazer manipulações relevantes quando utilizada em tarefas;
- expressiva a ponto de encorajar a criatividade;
- significativa linguagem visual;
- boa para armazenar e exibir.

Através da linguagem de programação é possível armazenar idéias e manipulá-las. Desta forma a linguagem de programação deve não somente possibilitar a execução de uma tarefa, mas também satisfazer as necessidades de comunicação humana.

Usando comandos da linguagem, o usuário informa a(s) ação(ações) que ele quer que sejam executada(s) e aguarda sua execução. Os comandos da linguagem se diferenciam da seleção em cardápio por muitos motivos. Um deles é o fato de que o comando possui um padrão sintático pré-definido. Por outro lado é da maior importância para usuários experientes, as possibilidades de iniciativa que a linguagem de programação dá. A criação de macros para permitir que ações aconteçam com um simples comando é uma das possibilidades deste estilo de interação.

A nível de definição da linguagem de programação os seguintes itens devem ser observados:

1) **funcionalidade da linguagem:**

funcionalidade diz respeito a sua praticidade, isto é, encontrar tudo o que se quer, sendo que para usufruir das capacidades da linguagem não é necessário grande esforço;

2) **estratégia de organização de comandos:**

- lista simples de comandos: um comando define uma ação a ser executada. Exemplo: QUIT;
- comandos com argumentos: um comando é seguido por

um ou mais argumentos os quais indicam os dados que serão manipulados. Exemplo: PRINT <nome do arquivo>;

- comandos com opções e argumentos: cada comando pode ter opções para indicar casos especiais mais o argumento. Exemplo: PRINT <opções> <nome do arquivo>;
- hierarquia estruturada de comandos: os comandos da linguagem estão organizados em uma árvore de comandos. No nível 1 estão as ações, no nível 2 estão os argumentos e no nível 3 o destino da ação. Exemplo:
  - ação : CREATE
  - argumento: <nome do arquivo>
  - destino : exibir, guardar, etc.

### 3) estrutura de comandos:

Se a estrutura da linguagem for significativa para o usuário, ele facilmente lembrará dos detalhes sintáticos dos comandos da linguagem. É importante que a ordenação dos argumentos seja consistente, isto é, a cada ação corresponda um argumento (ou uma lista de argumentos).

### 4) convenção única quanto a abreviaturas:

As estratégias usadas para abreviaturas são:

- truncar a(s) primeira(s) letra(s) do comando;
- eliminar as vogais do comando e usar as letras restantes;
- usar abreviatura usual.

O roteiro para usar as abreviaturas é:

- regra única deve ser usada para abreviatura, salvo para contornar casos de conflito onde pode ser usada uma segunda regra;
- as abreviaturas geradas pela regra secundária devem ser marcadas;

- o número de abreviaturas geradas pela regra secundária deve ser mínimo;
  - o usuário deve estar familiarizado com a regra usada para gerar as abreviaturas;
  - truncamento é a técnica de abreviaturas mais fácil, mas gera um grande número de colisões;
  - manter constante o tamanho das abreviaturas;
  - as abreviaturas não devem ser projetadas para incorporar a terminação das palavras;
  - é desaconselhável usar abreviaturas em mensagens do sistema, salvo em situações onde o problema de espaço seja crítico.
- 5) nomes de comandos específicos e familiares ao usuário;
  - 6) cardápios de comandos exibidos esporadicamente para dar ênfase a sintaxe de comandos.

### Linguagem natural

A sintaxe da linguagem natural e os comandos seguem exatamente o português usual. O usuário de um sistema interativo que usa linguagem natural não necessita se preocupar com a sintaxe dos comandos.

O principal problema da linguagem natural se refere a implementação e ao grande número de tarefas que o usuário deseja que sejam implementadas.

Outra característica deste estilo de interação é a forma como o sistema interage com o usuário. É apresentado um simples sinal de prontidão (prompt) o qual é o indicador de começo de interação. Informações sobre ações e dados não são fornecidas ao usuário.

Por outro lado, a linguagem natural desobriga o usuário do entendimento de novas regras sintáticas.

### 3.1.2.2 Descrição do tipo de diálogo seleção em cardápio

Cardápios são listas de ações que o sistema de computação pode executar.

Na definição das interfaces do sistema fixa-se o número de escolhas permitidas a cada vez. Tem-se então cardápios de escolha simples - uma única escolha é permitida de cada vez - e cardápios de múltipla escolha - mais de uma escolha é permitida de cada vez.

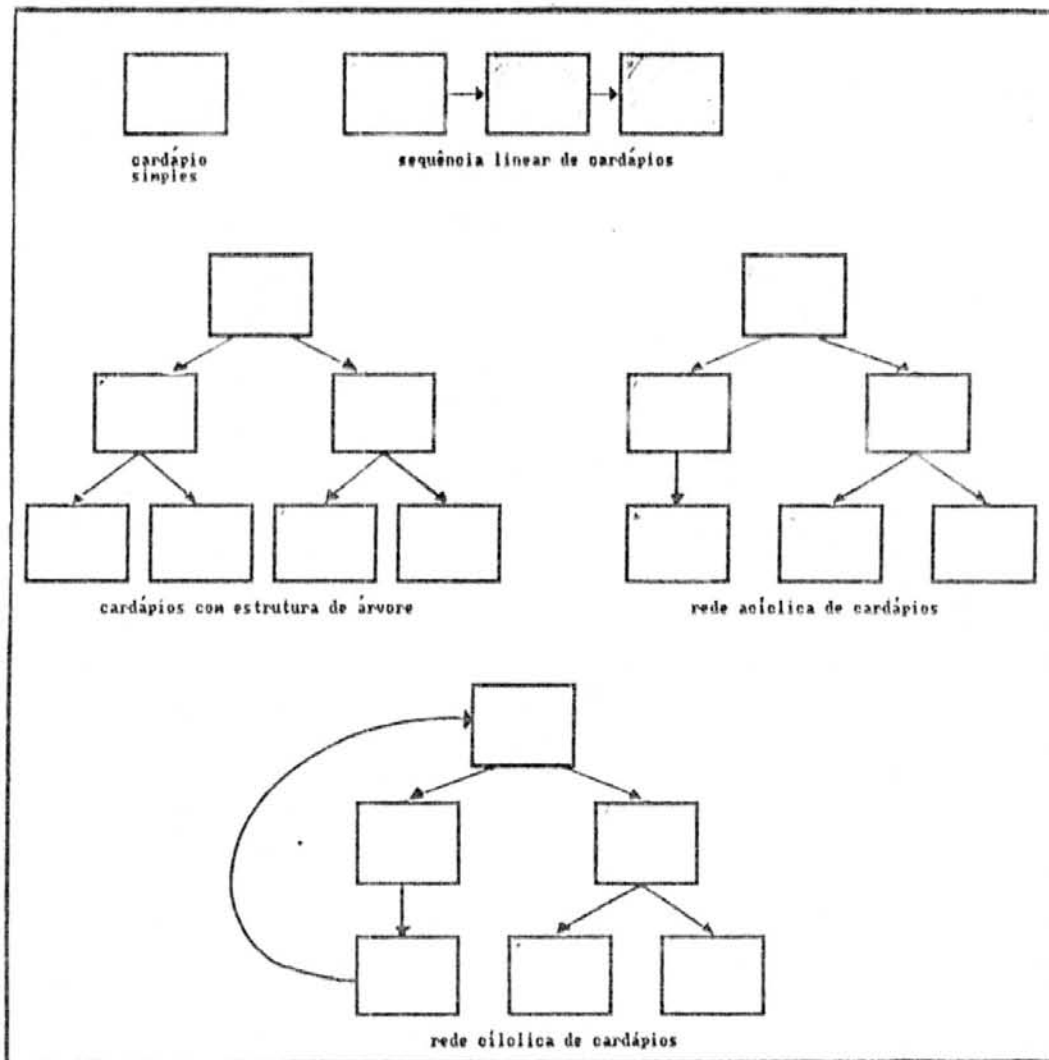


FIGURA 3.2 : Tipos de cardápios

Os cardápios podem ser classificados segundo [SHN 87] em:

- cardápios simples;
- sequência linear de cardápios;
- cardápios com estrutura de árvore;
- rede cíclica de cardápios;
- rede acíclica de cardápios.

### 3.1.2.2.1 Tipos de cardápios

#### Cardápio simples

Cardápios simples são constituídos por um único conjunto de itens.

Dependendo do número de itens do cardápio, temos:

1) Cardápio binário:

cardápios com 2 itens. Os itens do cardápio devem ser bem específicos de tal forma que o usuário saiba o que esperar quando um item for escolhido. Salienta-se aqui o cuidado que se deve ter para que a seleção de cardápio não se torne uma linguagem de programação. Na seleção de cardápios se seleciona um dentre muitos itens e em linguagem de programação digita-se o comando que se quer que seja executado. Daí a ênfase na escolha e não a digitação.

2) Cardápios com múltiplos itens:

é apresentado ao usuário uma lista de itens, dentre os quais o usuário deve escolher um único.

3) Cardápios estendidos:

quando a lista de itens ocupa mais de uma tela, mas somente um item pode ser escolhido.

4) Cardápios "POP-UP":

cardápios cuja lista de itens excede ao número de linhas da tela e que por isto são exibidos parcialmente. Os cardápios "parciais" são exibidos sobrepondo-se telas.

5) Cardápios permanentes:

são pequenos cardápios com muitos itens, os quais estão permanentemente disponíveis sobre a tela.

6) Cardápios embutidos:

cardápios embutidos possuem seus itens embutidos em textos (gráficos ou lingüísticos). Caso o usuário deseje detalhar a informação, por seleção de um item do texto, ele pode mover, por exemplo, uma barra em vídeo reverso pressionando uma das teclas vetores e <ENTER> quando for feita a escolha. Daí o usuário obtém um novo cardápio embutido. Cardápios embutidos permitem a visão global de um contexto. O fator de dispersão por distração é desconsiderado. A exibição de "helps" textuais mantém o usuário absorvido em sua tarefa e nos objetos de seu interesse.

### Sequência linear de cardápios

A sequência linear de cardápios é constituída por uma série de cardápios independentes, os quais conduzem o usuário através do sistema. O usuário passa por todas as telas do sistema independente de sua escolha nos diversos cardápios. É sugerido ao projetista que sejam utilizados mecanismos que permitam voltar para cardápios anteriores para revisar escolhas feitas e que permitam avançar para cardápios posteriores para se ter idéia de todo o sistema.

### Cardápios com estrutura de árvore

Quando a lista de itens do cardápio cresce muito (mais de 7 itens, segundo [MIL 81]), torna-se difícil selecionar. O agrupamento dos itens em categorias possibilita a montagem de uma estrutura de árvore que suporte a tomada de decisão. O agrupamento dos itens dentro de cada categoria deve ser lógico para o usuário e os itens devem ser familiares. Se isto acontecer, a execução do cardápio é bem rápida e conseqüentemente há uma melhora da desempenho do usuário que utiliza o sistema.

Aconselha-se:

- 1) que as árvores tenham o menor número de níveis possível: cada cardápio é um nodo da árvore de cardápios. O nodo raiz é o cardápio principal e seus itens são nomes de cardápios. Quanto menor o número de níveis, menos complexa é a tomada de decisão;
- 2) criar grupos de itens logicamente similares;
- 3) cuidar para que os itens não se sobreponham;
- 4) usar terminologia familiar;
- 5) usar índices quando o número de níveis da árvore é maior que quatro: a medida que os níveis da árvore aumentam, aumenta também a dificuldade de localização dentro do sistema. Para diminuir a desorientação do usuário, o uso de índice é adequado.

### Redes cíclicas e acíclicas de cardápios

Em uma estrutura de árvore existe um cardápio-master e cada cardápio secundário tem associado cardápios exclusivos. Retroceder de qualquer ponto da árvore até o



cardápio-master é relativamente simples. Em redes de cardápios, cardápios secundários podem compartilhar cardápios-master diferentes. Para que o retorno ao cardápio-pai seja possível, faz-se necessário criar uma pilha de cardápios visitados.

Redes cíclicas permitem o retrocesso do nodo folha até o nodo raiz.

Redes acíclicas possuem tratamento análogo à estrutura de árvore no que diz respeito a visitação dos nodos.

#### 3.1.2.2.2 Organização semântica de cardápios

A organização semântica de cardápios estuda a estrutura dos agrupamentos de itens de um cardápio.

As categorias (nome dos agrupamentos de itens) devem ser auto-explicativas. Caso isto não seja possível, é necessário que exista um serviço de apoio que explicita a idéia associada ao nome ou jargão dado a categoria. O mesmo vale para os itens.

Em sistemas interativos, categorias auto-explicativas deixam o usuário mais confiante e menos ansioso.

A organização em categorias é preferível a outros tipos de organização. Esta conclusão foi obtida a partir de estudos feitos por Stone, MacDonald e Liebet [STO 83].

Os itens do cardápio podem ser ordenados de uma forma mais natural, isto é:

- ordem temporal ou cronológica;
- ordem numérica (ascendente ou descendente);
- propriedades físicas (área, volume) aumentando ou

diminuindo.

Caso a ordenação natural não exista, temos:

- ordem alfabética;
- ordem aleatória;
- ordem de frequência de utilização;
- ordem de importância.

Salienta-se que, segundo estes estudos feitos, a ordem alfabética é preferível quando se deseja que o tempo de busca da informação seja pequeno.

#### 3.1.2.2.3 Tempo de resposta e razão de exibição

Razão de Exibição baixa implica em diminuir o número de itens por cardápios aumentando o número de cardápios.

Tempo de Resposta alto implica em aumentar o número de itens por cardápio para reduzir o número de cardápios.

Tempo de Resposta alto e Razão de Exibição baixa leva a concluir que o estilo de interação - seleção de cardápios - não é o mais adequado.

#### 3.1.2.2.4 Estratégia de decisão

Com tempo de resposta baixo e razão de exibição alta, deve ser tomado um cuidado especial com o uso de cardápios em excesso.

Mesmo que o número de cardápios seja considerado pequeno pelo projetista, atalhos devem ser previstos para que usuários experientes não caiam em tédio.

Técnicas alternativas devem ser utilizadas para criar uma estrutura consistente de atalhos.

São técnicas alternativas:

- 1) **cardápio com "type ahead":** o usuário digita diretamente mnemônicos (string de letras ou números) quando o cardápio principal for apresentado. Esta estratégia se tornou conhecida como BLT. Os mnemônicos podem levar o usuário para qualquer ponto da árvore de cardápios.
- 2) **acesso direto através de nomes de cardápios:** o usuário pode percorrer a árvore de cardápios ou entrar diretamente com o nome do cardápio que ele quer acessar. Esta estratégia é muito usada se existe um pequeno número de cardápios, pois é na lembrança do usuário (lembrança dos nomes dos cardápios) que esta técnica está embasada.

**Obs:**

Entre "type head" e acesso direto, este último é melhor.

- 3) **macros de cardápios:** o usuário define seus próprios comandos. Ele chama uma macro em uma estrutura cruzada de cardápios e dá a ela um nome. Quando o nome da macro é citado, o cruzamento é feito automaticamente.

### 3.1.2.2.5 Projeto de telas de cardápios

#### 1) TÍTULO

É conveniente que o título seja descritivo.

Em sequência linear de cardápios o título pode ser exatamente o estágio da sequência em que se está. Em árvores de cardápios é mais difícil o uso de títulos descritivos.

Títulos como cardápio principal indicam claramente que o usuário está no cardápio raiz. Aconselha-se que os itens dos cardápios de nodos superiores sejam exatamente o título de cardápios de nodos inferiores.

É importante observar a posição do título na área física da tela, isto é, com relação a uma área de tela é adequado que ele esteja na posição mais à esquerda ou centrado.

Em redes de cardápios os títulos são muito importantes. Se os itens dos cardápios são os títulos dos cardápios de níveis inferiores, então muitos cardápios da rede podem ter o mesmo nome, o que não é bom. Com isso, definir nomes de cardápios fica cada vez mais difícil.

## 2) ITENS DO CARDÁPIO

Palavras isoladas podem não ser familiares para alguns usuários. Por vezes, expressões podem ser mais indicadas do que palavras isoladas.

É prudente:

- usar terminologia familiar consistente;
- certificar-se de que os itens do cardápio são distintos;
- uso consistente e conciso de expressões;
- colocar a palavra chave mais à esquerda.

## 3) ORGANIZAÇÃO GRÁFICA

- título centrado ou escrito na extrema esquerda;
- itens devem ser colocados no começo da linha com um número ou letra, se for o caso, precedendo a especificação do item. É conveniente se colocar

- linhas em branco entre os Itens;
- se mais de uma coluna de Itens existe na tela, convém manter o alinhamento das colunas e espaços em branco entre elas para a visualização dos Itens ficar bem clara;
  - instruções idênticas devem ser colocadas sempre na mesma posição, por exemplo, todas as informações de estado do sistema serão exibidas na posição mais superior da tela;
  - se a escolha for incorreta a mensagem deve aparecer em uma posição adequada;
  - informar as ações que necessitam ser executadas para que se complete a tarefa;
  - indicar qual a porção da estrutura de cardápios que se está acessando;
  - caso o cardápio tenha mais do que um título, os títulos devem especificar o nível ou distância do cardápio principal;
  - diferentes tipos e tamanhos das letras, técnicas de "highlighting", etc, são recursos que quando disponíveis podem ser usados com grande proveito;
  - se recursos mais sofisticados (vídeo reverso, cor, etc) não estiverem disponíveis letras maiúsculas podem ser miscigenadas a alguns caracteres especiais e obter um bom efeito visual;
  - sequências lineares de cardápios podem obter um bom apelo visual se for usado um marcador de posição.

Exemplo:

```

frame 1: + - - -
frame 2: - + - -
frame 3: - - + -
frame 4: - - - +
frame 5: - - - - +

```

### 3.1.2.2.6 Mecanismos de seleção

Para se selecionar os Itens é muito importante que eles estejam organizados.

A escolha de um Item pode ser por:

- número: a numeração seqüencial é uma boa opção. Sua desvantagem é que a partir do décimo item duas teclas têm que ser pressionadas.
- letra: análogo a numeração é o uso de letras, só que existem 26 possibilidades de escolha antes que seja necessário pressionar 2 teclas.
- estratégia mista: usar números nos cardápios mais primários e letras para funções genéricas tais como H para "help", C para cardápio, etc.
- seleção por letra inicial do nome de item: este tipo de seleção usa mnemônicos para entrada de dados. O tamanho do mnemônico pode ser uma ou mais letras que estejam na parte mais à esquerda do item.
- string de entrada: alternar letras e números ajuda a quebrar o string em pedaços com significado completo. Exemplo: D400.00C3456 isto significa fazer um depósito de Cz\$ 400.00 na conta 3456.
- estratégias alternativas: em vez de digitar uma escolha, o usuário move o cursor através da tela até o item desejado. A indicação visual do item selecionado pode ser através de técnicas mais elaboradas como: "highlighting", sublinhar, caixas retangulares, movimento de apontadores, uso de cor, vídeo reverso, etc.

### 3.1.2.3 Escolha da estratégia de manipulação das informações exibidas

A manipulação das informações exibidas na tela

pode ser feita diretamente através de técnicas de apontamento ou indiretamente. As técnicas indiretas de manipulação dizem respeito à digitação dos dados de entrada. Neste trabalho a ênfase é dada sobre manipulação direta a qual é devidamente caracterizada no capítulo 4.

### 3.1.3 Definição do projeto de diálogo propriamente dito

As possíveis etapas do projeto de diálogo, segundo [MAR 73], são mostradas na figura 3.3.

Sallenta-se que algumas destas etapas serão melhor exploradas na seqüência deste trabalho.

#### 3.1.3.1 Regras de projeto de diálogo

São seis as regras de projeto de diálogo [SHN 87]:

- 1) esforçar-se por consistência:  
sequências consistentes de ações devem ser exigidas em situações similares, terminologia idêntica deve ser usada ao longo do sistema e comandos coerentes devem ser empregados;
- 2) possibilitar atalhos através do sistema:  
caminhos mais curtos, chaves especiais, comandos "escondidos" e facilidades de macro são apreciados por usuários experientes;
- 3) oferecer informações retrospectivas;
- 4) projetar diálogos com começo, meio e fim;
- 5) oferecer possibilidade de correção de erros simples:  
se um erro é cometido, o sistema deve detectá-lo e oferecer a opção de corrigi-lo facilmente. Para isto, é necessário que o mecanismo de correção seja compreensível. O usuário não deve ter que redigitar toda a entrada incorreta, mas somente a parte

errada. Comandos errados devem deixar o sistema no mesmo estado ou dar instruções sobre como voltar ao modo de execução.

- 6) permitir reversibilidade das ações:  
tanto quanto possível as ações devem ser reversíveis. Isso diminui a ansiedade e o medo de cometer erros. A reversibilidade pode se referir a uma única ação, a uma entrada de dados ou a um grupo de ações;

Estas regras necessitam ser interpretadas, refinadas e estendidas para cada projeto em particular.



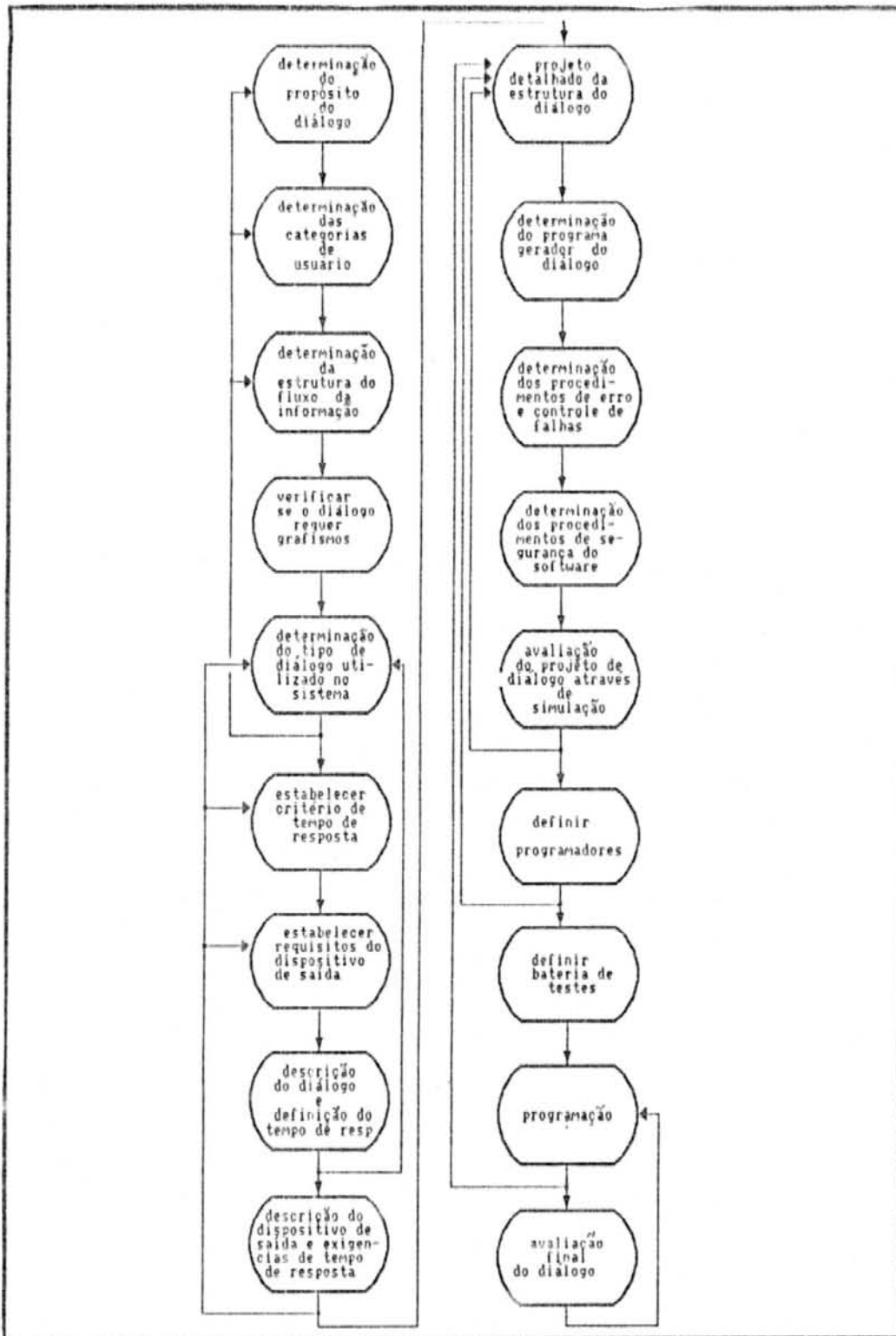


FIGURA 3.3 : Etapas do projeto de diálogo

### 3.1.3.2 Sintaxe do diálogo

A sintaxe do diálogo deve ser a mais natural possível para minimizar a probabilidade do usuário errar. Quando o usuário comete erros, a probabilidade de detecção deve ser máxima e estes erros devem ser corrigidos da maneira "mais branda" possível.

#### 1) MENSAGENS DE ERRO

Os erros ocorrem por insuficiência de conhecimento, mau entendimento ou por pequenos lapsos do usuário com relação ao uso do sistema.

Desaconselha-se:

- mensagens de erro com tom imperativo, a qual desaprova o usuário : pode causar alta ansiedade, tornar mais difícil a correção de erros e aumentar a reincidência dos mesmos;
- mensagens genéricas de erro : o que ? ; erro de sintaxe; erro 0047004; etc, fornecem pouca informação sobre o erro ao usuário pouco familiarizado com o uso do sistema.

Produzir um conjunto de regras para escrever mensagens de erro não é uma tarefa fácil porque a diferença de opiniões e a impossibilidade de se esgotar o assunto são fatores sempre presentes.

Uma vez definidas as mensagens de erro do sistema, elas devem ser revisadas por observadores atentos e usuários. Elas devem ser testadas empiricamente e incluídas no manual do usuário.

Recomenda-se, no entanto, para a base da preparação das mensagens do sistema:

#### a) Detalhamento

Mensagens como: erro de sintaxe; formato inválido; entrada ilegal; etc, são frustrantes, pois elas não fornecem grande informação sobre o erro cometido. Versões melhoradas destas mensagens, isto é, versões mais detalhadas: parêntese esquerdo não encontrado; digite no máximo 8 caracteres alfabéticos; etc, permitem ao usuário maiores informações sobre o erro cometido e o incentivam, indiretamente, a corrigi-lo.

Mensagens muito breves como: erro de tamanho; erro dominante; etc, são mensagens igualmente muito obscuras para o usuário não acostumado com o sistema. Mensagens em tempo de execução, em linguagens de programação, devem proporcionar ao usuário informações bem específicas, isto é, onde o erro ocorreu e quais variáveis e/ou valores envolvidos.

Quando divisão por zero ocorrer, por exemplo, alguns processadores irão terminar a execução com mensagem do tipo: erro dominante (APL); erro de tamanho (COBOL); divisão por zero (PASCAL). Com exceção do PASCAL, as outras linguagens mencionadas não oferecem mensagens muito esclarecedoras, o que é altamente indesejável em um bom sistema com mensagens de erro.

#### b) Mensagens não condenativas

Melhor do que condenar o usuário pelo erro cometido é indicar para ele o que é necessário fazer para que as coisas ocorram como esperado. Mensagens como: string desastrosa causou overflow e a tarefa foi abandonada; os rótulos estão indefinidos; etc, podem ser substituídas por mensagens mais construtivas, tais como: consumido espaço

reservado para string, revise o programa e use strings menores ou expanda o espaço reservado para strings; defina o rótulo antes de usar; etc. A hostilidade desnecessária usando terminologia violenta é altamente desaconselhável para usuários em geral.

Ainda, palavras com tom de reprovação do tipo: ilegal; erro; inválida; mau - devem ser eliminadas ou pouco usadas.

A correção automática de erros é positiva em termos de desempenho, mas deixa o usuário altamente dependente do sistema e anula seu poder de análise crítica, o que é notadamente ruim. Melhor é prevenir a ocorrência de erros.

#### c) Estilo centrado no usuário

O usuário controla o sistema, é ele quem toma as iniciativas. Isto é parcialmente realizado evitando o tom de condenação das mensagens, o que estimula a correção de erros cometidos pelo usuário. Deve-se evitar formas imperativas como: entre com os dados; pronto para comando; pronto.

Ser breve é uma virtude, mas deve ser permitido ao usuário controlar o tipo de informação dada. Sugere-se que para melhor esclarecimento do usuário se use:

- ? : para obter explicação breve;
- ?? : para obter um conjunto de exemplos;
- ???: para obter explicações dos exemplos e uma descrição completa.

#### d) Mensagens em espaço físico apropriado

As mensagens devem preferivelmente ser exibidas em área fixa da tela para garantir o pronto atendimento do

usuário, isto é, uma vez exibida uma mensagem naquela porção física da tela a reação associada é a de alertar para as requisições ou advertências do sistema antes de prosseguir na sessão de trabalho. Cuidado adicional quanto ao local onde exibir as mensagens deve ser tomado para que a exibição de mensagem não oculte porção(ões) de tela indispensável para o prosseguimento da sessão de trabalho.

Em ambiente de linguagens de programação existe um grande número de correntes quanto ao local físico onde as mensagens devem aparecer e isto deve ser melhor explorado pelos desenvolvedores de tais linguagens. Nós não o faremos para manter consonância com o estudo proposto.

#### e) Mensagens eficientes

As mensagens devem ser avaliadas por várias pessoas e testadas por usuários apropriados. Elas devem aparecer no manual do usuário amplamente explicadas.

Quando uma certa mensagem de erro ocorre freqüentemente, isso deve conduzir o projetista a providenciar modificações no software ou um melhor controle de erros para melhorar a desempenho do usuário.

As recomendações para projetistas de sistema, dadas por [SHN 87], são as seguintes:

- usar tom positivo nas mensagens;
- escolher o estilo de interação centrado no usuário;
- considerar múltiplos níveis de mensagens;
- manter uma terminologia única e consistente quanto às abreviaturas;
- manter um formato visual consistente;
- ser tão específico quanto possível;
- criar um conjunto de mensagens de qualidade;

- revisar as mensagens durante o desenvolvimento do sistema;
- eliminar ao máximo as necessidades de mensagens;
- anotar testes positivos de mensagens;
- coletar freqüentemente dados dos testes de cada mensagem;
- revisar várias vezes as mensagens durante todo o tempo de desenvolvimento do sistema.

Podemos ter ainda:

- atenção quanto ao planejamento da escrita das mensagens;
- estabelecer um controle de qualidade para as mensagens (delegação formada por programadores, usuários especialistas em Fatores Humanos);
- mensagens de erro dentro dos seguintes critérios:
  - tom positivo;
  - específicas quanto ao problema;
  - o usuário é colocado no controle da situação e lhe é oferecida alguma informação sobre a atitude a ser tomada;
  - formato limpo, consistente e compreensível (evite códigos, números extensos, mnemônicos pouco claros, exibições barulhentas);
  - mensagens bem específicas e compreensíveis;

#### f) Instruções não antropomorfas

A idéia de que os computadores podem pensar ou entender pode dar ao usuário um modelo errôneo de como os computadores funcionam e de suas capacidades.

Uma grande quantidade de pessoas expressa ansiedade no uso de computadores. A desmistificação dos

computadores acontece através da especificação de suas funções.

A partir de experiências realizadas por Lori Gay Lindwarm e Ben Shneiderman, constatou-se que o antropomorfismo em computadores usa a primeira pessoa e ele desencaminha e confunde. A melhor alternativa é o projetista centralizar-se sobre o uso da terceira pessoa do singular ou evitar completamente pronomes pessoais. Exemplo:

Mensagens não aconselháveis:

- eu irei começar a lição quando você pressionar < RETURN >
- você pode começar a lição pressionando < RETURN >

Mensagens mais adequadas:

- Para começar a lição pressione < RETURN >

A partir de um estudo feito com alunos do terceiro grau constatou-se que estímulos do tipo:

- excelente !
- isto foi bom !
- você está indo bem !

exibidos ao longo da execução de um sistema exemplo, não melhoraram a satisfação ou a desempenho do usuário. Por outro lado, a presença de um simples contador numérico (6 acertos, 2 incorretos) teve melhor entendimento.

Em vez de fazer do computador uma pessoa, os projetistas podem colocar seus nomes no título do sistema e na parte superior da tela tal como os autores de livros o fazem, fazendo com que o computador assuma seu devido lugar no contexto.

## 2) FALHAS DO SISTEMA

Quando falhas de máquina ocorrem, geralmente o

terminal para de operar até que a avaria seja reparada. Operações necessitam ser planejadas para que quando isto ocorra não se percam trabalhos já executados. Em [ MAR 73 ] este aspecto é melhor explorado.

### 3.1.3.3 Simulação do diálogo

É conveniente que na fase de projeto de diálogo o projetista vá ao encontro do usuário.

Por vezes alguns aspectos do diálogo que parecem ser óbvios para o projetista não são tão óbvios para o usuário. Surgem questões do tipo: como projetar a escolha de uma alternativa dentre muitas e como ter certeza de que o diálogo projetado é adequadamente amoldado ao usuário ?

É desejável que estas questões sejam resolvidas antes que se perca muito tempo em implementação. Para tanto pode-se simular o diálogo antes mesmo de implementá-lo completamente, através de técnicas de simulação.

Um caminho é usar um SIMULADOR DE DIALOGO que é um programa de propósito geral que mede as reações do usuário ao longo do diálogo experimental e faz um resumo estatístico. O simulador necessita ser projetado para ser altamente independente da aplicação e usável sem substancial esforço de programação.

Outra maneira é usar máquinas de teletipo e fazer com que o usuário acredite estar se comunicando com o computador, quando na verdade ele está recebendo respostas de um ser humano experiente. Com isso é possível observar as reações do usuário mesmo antes de implementar o diálogo.

Com máquinas de teletipo a simulação pode ser manual ou quando se desejar usar dispositivos de exibição



visual, um monitor é necessário. O diálogo, neste caso, pode ser do tipo perguntas & respostas ou seleção de cardápio. As simulações manuais começam a testar o diálogo inicialmente, entre os elementos da equipe (se for o caso de uma equipe de projetistas) e depois o diálogo é testado com pessoas do tipo das que mais tarde, eventualmente, irão usar o sistema. Simulações deste tipo são altamente flexíveis, geralmente interessantes e um excelente caminho para fazer um projeto de diálogo.

Para que a interface homem-máquina seja verdadeiramente eficiente os projetistas necessitam estudar cuidadosamente os usuários do sistema que eles estão projetando.

#### 3.1.3.4 Avaliação final do diálogo

E conveniente que sejam feitas certas verificações para que ao final do processo de projeto do diálogo, se tenha um produto de boa qualidade.

- 1) TESTE DE MESA DO DIALOGO: análise de todos os possíveis casos do problema.
- 2) SIMULAÇÃO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO : avaliação antes da implementação (análise específica do programa que implementa a estratégia de solução proposta).
- 3) TESTE DO DIALOGO COM OPERADORES SELECIONADOS: os programas frequentemente são testados por seus próprios programadores em um primeiro teste. Considera-se que esta população alvo de teste é adequada para um teste preliminar já que problemas mais críticos devem ser aqui resolvidos.
- 4) SIMULAÇÃO DO DIALOGO ATRAVES DA MÁQUINA: o teste manual com usuários é bastante lento. Em

visual, um monitor é necessário. O diálogo, neste caso, pode ser do tipo perguntas & respostas ou seleção de cardápio. As simulações manuais começam a testar o diálogo inicialmente, entre os elementos da equipe (se for o caso de uma equipe de projetistas) e depois o diálogo é testado com pessoas do tipo das que mais tarde, eventualmente, irão usar o sistema. Simulações deste tipo são altamente flexíveis, geralmente interessantes e um excelente caminho para fazer um projeto de diálogo.

Para que a interface homem-máquina seja verdadeiramente eficiente os projetistas necessitam estudar cuidadosamente os usuários do sistema que eles estão projetando.

#### 3.1.3.4 Avaliação final do diálogo

É conveniente que sejam feitas certas verificações para que ao final do processo de projeto do diálogo, se tenha um produto de boa qualidade.

- 1) TESTE DE MESA DO DIALOGO: análise de todos os possíveis casos do problema.
- 2) SIMULAÇÃO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO : avaliação antes da implementação (análise específica do programa que implementa a estratégia de solução proposta).
- 3) TESTE DO DIALOGO COM OPERADORES SELECIONADOS: os programas freqüentemente são testados por seus próprios programadores em um primeiro teste. Considera-se que esta população alvo de teste é adequada para um teste preliminar já que problemas mais críticos devem ser aqui resolvidos.
- 4) SIMULAÇÃO DO DIALOGO ATRAVES DA MÁQUINA: o teste manual com usuários é bastante lento. Em

habilitam a comunicação homem-máquina. Eles convertem dados apresentados inicialmente ao sistema, por um código interno e este código é transmitido para um processador. O processador executa uma série de ações pré-definidas pelo usuário e o(s) conteúdo(s) do(s) acumulador(es) deste processador é(são) transmitido(s) (em formato de código interno) para o dispositivo de saída que decodifica a mensagem e exibe uma saída inteligível.

A tecnologia que possibilita a construção destes equipamentos de E/S é dita tecnologia de hardware.

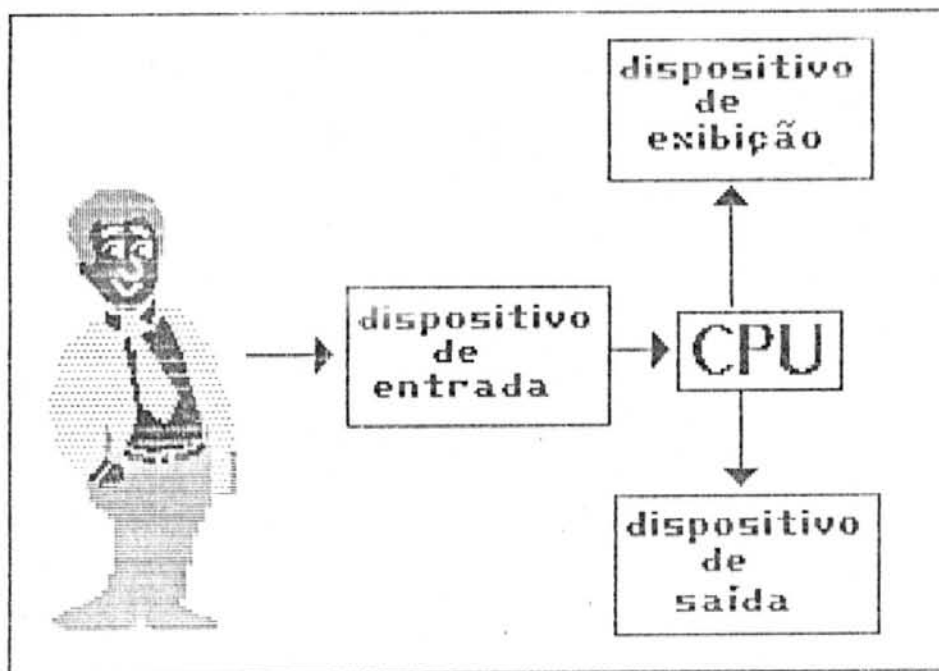


FIGURA 3.4 : Esquema de interação usuário sistema

### 3.2.1.1 Dispositivos de entrada

#### 1) TECLADO:

Este dispositivo pode ser de dois tipos:

##### TECLADO ALFANUMÉRICO

Dispositivo de entrada alfanumérico constituído por um conjunto de teclas levemente côncavas em sua superfície para garantir um bom contato com a ponta dos dedos. O teclado é semelhante ao da máquina de escrever acrescido de algumas teclas especiais.

##### TECLADO DE FUNÇÕES PROGRAMÁVEIS

Dispositivo de entrada constituído por um conjunto de teclas cujas funções são definidas de acordo com lâminas plásticas que são sobrepostas a superfície do teclado. Nestas lâminas estão explicitadas as funções associadas a cada tecla. A inicialização do teclado acontece quando a lâmina plástica faz contato com uma porção pré-estabelecida da superfície do teclado.

As principais características deste dispositivo são:

- pode ser ligado diretamente ao sistema. Desta forma as informações são transmitidas diretamente ao processador;
- a velocidade de entrada de dados depende da habilidade do digitador.

#### 2) MESA DIGITALIZADORA:

Dispositivo de entrada gráfica que é parecido com uma mesa de desenho reticulada com apontador (cursor). Os pontos (pixels) de tela são ligados na medida em que pontos são setados sobre a superfície da mesa digitalizadora. Os tipos mais comuns de mesa digitalizadora são:

- mesa digitalizadora de cursor livre : o cursor é leve e ligado em sua parte superior por um fio;
- mesa digitalizadora de cursor confinado : o cursor desliza ao longo de uma canaleta que passa através da entrada da mesa;
- mesa digitalizadora de cursor motorizado : o cursor se movimenta com o auxílio de motores os quais são controlados por um operador através de um joystick.

As principais características deste tipo de dispositivo são:

- a mesa de cursor livre permite grande facilidade de uso de cardápios de seleção;
- a mesa de cursor confinado possibilita trabalhar sem "escapar" de uma região;
- a mesa de cursor motorizado combina as melhores características da mesa de cursor livre e da de cursor confinado;
- tamanho da mesa varia de 11" x 11" a 48" x 60";
- o material da mesa é geralmente baquelite translúcido;
- o dispositivo possui alta resolução.

### 3) PRANCHETA ( "TABLET" )

Dispositivo de entrada gráfica parecido com uma mesa digitalizadora, porém com dimensões e resolução menores. Este dispositivo é normalmente utilizado para cardápios de seleção.

### 4) PAINEL SENSÍVEL AO TOQUE:

Dispositivo de apontamento que funciona através do

revestimento de um tubo de raios catódicos (CRT). A localização é obtida através do toque (contato físico) na tela. Ele é usado mais comumente para selecionar um item de um cardápio e em instâncias mais remotas para controlar o cursor. Este dispositivo possui baixa resolução.

#### 5) DIGITALIZADORES TRIDIMENSIONAIS:

Dispositivos de entrada gráfica que habilitam o usuário a posicionar um cursor no espaço e obter as coordenadas (cartesianas, esféricas ou cilíndricas) deste ponto. Estes digitalizadores são úteis para modelos de engenharia.

A principal característica deste tipo de dispositivo é que a resolução, precisão e tamanho do espaço digitalizado são variáveis.

#### 6) "TRACKBALL", "MOUSE", "JOYSTICK"

Esses dispositivos normalmente são usados para controlar o deslocamento do cursor sob a tela de trabalho.

"TRACKBALL" tem o formato semelhante a uma bola de bilhar. Esta bola está dentro de uma caixa onde somente sua porção superior está exposta ao meio exterior. O "trackball" é rolado com a palma da mão e o cursor se move na direção em que a bola rola. O deslocamento do cursor corresponde do deslocamento angular da bola.

"MOUSE" dispositivo que é deslizado sobre uma superfície plana e provoca um deslocamento do cursor proporcional ao seu movimento. Este dispositivo não está fixado sobre uma base como é o caso do "trackball".

"JOYSTICK" é uma haste que pode ser movida ou

pressionada em qualquer direção ( movimento semelhante ao manche de uma aeronave ). A direção de inclinação dá a direção do movimento e o ângulo de inclinação dá a velocidade ou posição do cursor.

Estes dispositivos são usados para posicionar o cursor sobre a tela.

#### 7) POTENCIOMETROS:

Potenciômetros são resistências variáveis, tais como o controle do volume do rádio. Bancos de potenciômetros são usados em alguns sistemas para controlar uma variedade de funções de entrada gráfica. Exemplo: quando a entrada são ângulos de rotação.

#### 8) "LIGHT PEN":

Dispositivo de apontamento que possui um sensor foto-elétrico que quando interceptado faz com que o sistema determine as coordenadas do ponto sobre o monitor. Suas principais características são:

- o formato da "light pen" é semelhante ao de um lápis;
- o apontamento não é muito preciso já que é necessário colocar a ponta da caneta sobre uma posição de tela, o que é ergonomicamente difícil;
- a resolução é baixa.

#### 9) EQUIPAMENTO DE VARREDURA OTICA:

Dispositivo de entrada alfanumérico que lê

símbolos de um meio físico exterior e os converte para código binário colocando-os em um meio de armazenamento eletrônico. Existe uma variedade de equipamentos de varredura ótica. Exemplo: equipamentos que reconhecem somente um símbolo de um padrão fixo, como é o caso da leitora de página que lê somente páginas datilografadas.

#### 10) ENTRADA DE AUDIO:

Dispositivo de entrada alfanumérico onde a entrada de áudio ocorre a partir de um microfone especial que converte dados verbais em formas binárias. Ainda no microfone, as palavras são divididas em fonemas, os quais são as unidades básicas do som humano, e estes são convertidos em um padrão de bits (para cada fonema é associado um padrão de bits). Os fonemas são armazenados em um meio físico e processados pelo sistema. As principais características deste tipo de dispositivo são:

- a conversão de fonemas em formas binárias não é trivial;
- somente a pessoa cujo padrão de voz foi armazenado previamente pode ser reconhecida pelo sistema.

#### 11) "RASTER SCANNERS":

Dispositivo cilíndrico que contém uma poderosa fonte de luz de um lado e um diodo em outro (ou um dispositivo sensível à luz). Este cilindro passa pela área da figura e transmite pixel a pixel a informação para controlar o sistema. Este dispositivo é relativamente rápido, mas não existe nenhuma maneira de dizer que, por exemplo, dois pixels lidos estão associados a uma linha em particular. Entretanto estes dispositivos são fortes



candidatos a serem fim à entrada não digitalizada de dados.

#### 12) CAMERAS DE TV:

As câmeras usadas para vídeo podem ser usadas como dispositivos de entrada.

Este tipo de dispositivo tem baixo custo com relação aos outros dispositivos de entrada.

#### 3.2.1.2 Dispositivos de saída

Os dispositivos de saída podem ser classificados quanto a duração da imagem gerada. Segundo este critério de classificação podemos ter:

##### Dispositivos de imagens temporárias

Estes dispositivos exibem imagens as quais podem ser manipuladas dinamicamente e tem seu uso mais comum em sistemas de computação onde a visualização das ações se basta por si só.

#### 1) TUBO DE RAIOS CATÓDICOS(CRT):

O CRT é o equipamento usado nas telas de televisão.

Na tela podem ser vistos textos e desenhos.

As principais características deste tipo de equipamento são:

- permite observar os dados de forma legível sem ser necessária uma cópia em papel dos dados de saída;

- permite observar saídas gráficas diretamente no CRT.

## 2) "PLASMA DISPLAY":

Esses dispositivos são envolvidos por um vidro bastante fino. No interior está um gás inerte, do tipo néon. Usualmente existem dois conjuntos de eletrodos diretamente alinhados um em frente ao outro (mas eles não se tocam) os quais são separados por uma distância crítica.

Uma voltagem é aplicada através de um eletrodo e como entre eles existe gás acontece a ionização do gás. Isto é, o gás fica em estado plasmático (estado intermediário entre o líquido e o gasoso). Neste estado ele emite luz perceptível. Pequena corrente é necessária para conservar o gás ionizado e eles podem passar de um estado "ligado" para um estado "desligado" em nanosegundos. Suas principais características são:

- dispositivos planos;
- possuem alta luminosidade de saída e consomem pouca energia;
- a cor está ainda em fase experimental.

## 3) "LED DISPLAY" (LIGHT-EMITTING DIODE):

Dispositivo de exibição onde são emitidos feixes de luz. Cada feixe de luz emitido corresponde a um pixel de tela.

Dispositivos monocromáticos e coloridos deste tipo têm sido produzidos. O uso destes dispositivos se restringe ainda a esfera dos militares.

A principal característica deste tipo de dispositivo é sua alta luminosidade de saída associado a um

médio consumo de energia.

#### 4) DISPOSITIVO DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD):

O cristal líquido é amorfo até ser submetido a um campo elétrico, o qual o faz se comportar como cristal refletindo luz em uma direção, dependendo da polarização.

O LCD requer uma fonte de luz externa. Ele não é comumente usado em aplicações comerciais. Sua principal característica é o pouco consumo de energia e sua espessura.

#### 5) PAINEL ELETROLUMINESCENTE:

Este dispositivo é um LCD onde um campo elétrico é usado para criar uma imagem modelo. Este painel contém um componente químico, do tipo zinco, que emite luz visível quando exposto a uma campo elétrico.

Principais características:

- consome extremamente pouca energia;
- podem ser feitos não só de vidro, mas também de materiais flexíveis.

#### Dispositivos de Imagens permanentes

##### 1) IMPRESSORA:

Equipamento alimentado com papel, que produz uma saída impressa de tipos. A velocidade de impressão varia de 35 a 55 caracteres por segundo (cps) até 30 a 40 páginas por minuto.

As impressoras podem ser alimentadas com papel pelo operador ou serem projetadas para uso contínuo de

papel.

## 2) "PLOTTER":

Dispositivos eletromecânicos que movem um mecanismo que faz marcas (ou escreve) sobre papel, por exemplo. Os tipos mais comuns de plotters são:

- PLOTTER DE MESA : o mecanismo de desenho não se move, mas o dispositivo de escrita se move segundo a direção dos dois eixos cartesianos;
- PLOTTER CILÍNDRICO : o mecanismo de desenho se move em pelo menos um sentido (horizontal ou vertical) e o papel se move em outro sentido.

Principais características:

- os dados são registrados ponto a ponto;
- os dispositivos de desenho podem ter uma ou mais canetas de cores diferentes conectadas ao mesmo tempo;
- plotter fixo tem área de trabalho bem mais limitada que plotter com movimento.

## 3) "GRAPHIC COMPUTER OUTPUT FILM" (COF):

Os COF são unidades de CRT de alta precisão sob o qual as imagens são desenhadas. Uma câmara interna é apontada para o CRT. O COF controla os controles de desenho e movimenta o filme.

O filme do COF é então revelado como na revelação usual da fotografia.

Algumas unidades do COF permitem o uso de filmes de revelação instantânea, tipo polaróide.

## 4) "PHOTO PLOTTERS":

Similar ao plotter com caneta nanquim, porém um raio de luz é usado para escrever sobre um filme em uma sala escura.

## 5) DISPOSITIVOS TRIDIMENSIONAIS:

Estes dispositivos utilizam um espelho de vinil que vibra de modo sincronizado com imagens aparecendo no CRT para apresentar uma imagem virtual tridimensional para o observador que vê o reflexo do CRT no espelho.

## 6) DISPOSITIVO DE "HARDCOPY":

Estes dispositivos duplicam o que é exibido no CRT rapidamente.

Os dispositivos de "hardcopy" mais comumente utilizados são:

- método eletrostático: o "hardcopy" é resultado da composição de pequenos pontos marcados sobre o papel. Este método permite que a imagem seja impressa com tonalidades;
- impressões: impressoras "standard" também são usadas para fazer "hardcopy". Impressoras com tecnologia mais recente tem melhor resolução, mas ainda não se aproximam da qualidade do plotter;
- Jato de tinta: depósitos de tintas de várias cores são vaporizados sobre a superfície do papel. O resultado é uma cópia colorida;
- foto plotter: o processo envolve o uso de uma tecnologia de fibra ótica para produzir imagens sobre um papel prateado. A unidade produz uma cópia em

tamanho pequeno ideal para verificações rápidas durante o processo de execução do trabalho.

As principais características deste tipo de dispositivo são:

- copia com bastante rapidez a tela;
- saída muito mais rápida e barata do que plotter;
- copia telas gráficas bastante complexas com o toque de um botão, apenas;
- cópia de qualidade inferior a produzida por plotter;
- copia telas resolvidas em baixa resolução.

#### OBSERVAÇÃO

Dispositivos de saída verbal têm sido, dentre outros tipos de dispositivos, alvo de estudos. Sua citação ilustrativa neste trabalho tem o objetivo de trazer à luz as tentativas do desenvolvimento tecnológico. Nestes dispositivos a saída de voz acontece através de um sintetizador de sons.

As formas binárias (fonemas) são convertidas em dados verbais. Os fonemas são convertidos para um "padrão de verbalização" e o produto final é o som da voz.

Principais características:

- difícil tornar o som da voz real;
- o telefone pode ser um terminal de saída.

A decisão do tipo de dispositivo de E/S é fundamental na determinação da estrutura do diálogo. Desta forma, muitos aspectos dos dispositivos de saída devem ser

cuidadosamente analisados.

Em [MAR 73] existe uma lista bastante ampla de características a serem observadas quando se está selecionando um terminal.

### Considerações finais

Cada um dos dispositivos de entrada/saída tem vantagens e desvantagens de uso; eles podem ter sido ou não motivados por interesses comerciais, preferências pessoais; eles podem ter sido melhorados por evidências que surgiram ao longo de sua utilização. Dentre a grande quantidade de variáveis que devem ser ponderadas pelos Fatores Humanos estão incluídas: velocidade de movimentação do cursor em curtas e longas distâncias, precisão do apontamento, razão de erros, tempo de entendimento e satisfação subjetiva do usuário.

Dispositivos de apontamento, tais como "light pen" ou telas sensíveis ao toque são mais rápidos no apontamento, mas menos precisos. A velocidade parece ser a origem dos problemas de apontamento direto e da falta de precisão. Entretanto, quando o objetivo é atingir toda a área de trabalho da tela com a mesma rapidez os dispositivos de apontamento direto são amplamente recomendados.

#### 3.2.2 Tempo de resposta

Tempo de resposta é o tempo em segundos desde o momento que o usuário inicia uma execução até o momento em que o computador começa a apresentar os resultados ao usuário.

O tempo de resposta em sistemas de computação é

precioso. Quando o indivíduo é impedido, mesmo momentaneamente, de atingir suas metas pode se ter como consequência imediata : frustração, aborrecimento e até mesmo desmotivação. A lentidão de resposta em sistemas de computação desperta estas reações.

Modelos cognitivos têm sido esboçados e sob eles, sistemas de computadores são projetados. O objetivo disto é minimizar estas reações negativas.

Sistemas projetados segundo estes modelos cognitivos objetivam estar em máxima harmonia com o usuário e portanto explorar plenamente suas capacidades.

Qualquer modelo cognitivo é projetado a partir do entendimento da capacidade de aquisição de conhecimentos dos seres humanos, isto é, da sua capacidade de processamento de informação.

Um modelo cognitivo de tempo de resposta razoável deve ponderar adequadamente o maior número de variáveis da função processamento da informação. Analisando-se estas variáveis constata-se que um modelo cognitivo desenvolvido convenientemente deve acomodar a grande diversidade de estilos humanos de trabalho e ainda as diversas situações de uso dos computadores. Um bom modelo de sistema, segundo [SHN 87], deve considerar o seguinte modelo cognitivo humano :

a) quanto ao tempo de resposta :

- a capacidade de memória dos seres humanos se baseia em: memória de curta duração e memória de longa duração. Quando para o processamento da informação é usada a memória de curta duração juntamente com a memória de trabalho, o tempo de resposta é mais curto. Se muitos fatos ou decisões são necessários para resolver o problema, então a memória de curta duração e a



memória de trabalho podem ficar sobrecarregadas. A solução é optar por uma memória de duração mais longa, onde o tempo de resposta é mais lento.

- dividir um problema qualquer de uma determinada complexidade em subproblemas é uma tendência natural quando se tem um primeiro contato com o problema. Mais do que a impressão (muitas vezes falsa) de que os subproblemas são de menor complexidade a confiança do indivíduo é aguçada para resolver estes subproblemas. A consequência imediata é sobre o tempo de resposta - ele é maior ou igual ao tempo de resposta do problema.
- distração visual e barulho também interferem a cognição.
- estado de ansiedade aparentemente reduz o tamanho da memória de trabalho disponível.

#### b) quanto a fontes de erro

Segundo o modelo cognitivo de desempenho humano, dados um problema qualquer a pessoa que é capaz de construir uma solução para o problema necessita ainda armazenar ou implementar a solução. Quanto a este aspecto temos então:

- a solução é executável imediatamente e o trabalho pode ser rapidamente concluído.
- a solução necessita ser armazenada na memória de duração mais longa, então as chances de erro são incrementadas e o tempo para concluir o trabalho fica mais longo.

#### c) Condições para otimizar a solução do problema:

- executar estratégia de solução adotada sem

postergação;

- eliminar ao máximo a distração do usuário;
- diminuir ao máximo o estado de ansiedade do usuário;
- constantemente o usuário deve ser informado, através de "feedbacks", sobre o estado em que se encontra na execução da estratégia de solução;
- conhecer previamente os objetos e ações envolvidos na execução da estratégia de solução;
- contornar erros facilmente;
- minimizar a possibilidade de ocorrência de erros;
- respeitar a individualidade do usuário, isto é:
  - . usuários inexperientes rendem mais trabalhando com menor velocidade de execução;
  - . familiaridade com a tarefa a ser executada aumenta a velocidade das ações;
  - . usuários com experiências anteriores bem sucedidas, em termos de desempenho, terão sérias restrições em situações futuras onde houver degradação de performance.

#### d) Razão de exibição:

É a velocidade com que os caracteres são exibidos em um dispositivo de exibição. A unidade de medida é caracteres por segundo(cps).

A razão de exibição varia de acordo com o dispositivo de saída.

A leitura de informação textual na tela do monitor é um desafio cognitivo e de percepção. Já que ela é mais difícil do que a leitura das páginas de um livro. O

controle da razão de exibição de caracteres é providencial para aumentar a compreensão da leitura. Preencher a tela do monitor rapidamente (em fração de segundos) e esperar que o usuário leia as informações exibidas até sua base é uma possibilidade de exibição textual, porém respeitar o ritmo individual é uma árdua tarefa. Uma atitude de contorno seria permitir ao usuário definir a razão de exibição mais adequada com seu ritmo.

Ainda no caso de leitura textual na tela, a análise do objetivo do usuário pode definir a razão de exibição, isto é:

- se o usuário busca somente informações relevantes, no texto, a razão de exibição pode ser grande;
- se o usuário necessita de muitas informações, a exibição rápida de instruções resumidas é pouco benéfica.

A variabilidade da razão de exibição deve ser limitada pois, assim como no caso do tempo de resposta, a razão de exibição muito variável pode gerar ansiedade.

#### 4 MANIPULAÇÃO DIRETA - UM ESTUDO DE CASO

##### 4.1 Caracterização de manipulação direta

###### 4.1.1 O que é ?

Um bom exemplo de manipulação direta é a ação de dirigir automóvel. A cena é diretamente visível através do pára-brisa da frente e ações como dobrar à esquerda dependem de uma simples rotação da direção para a esquerda. Quando esta ação é executada, a resposta é imediata, isto é, a cena muda.

Manipular diretamente é agir sobre um "modelo concreto" e ver as mudanças que estão ocorrendo em ambiente tridimensional - Manipulação direta no espaço.

Manipular diretamente é visualizar, em tempo real, as ações que estão sendo executadas sobre o "modelo visual". As mudanças que estão ocorrendo são percebidas imediatamente em ambiente bidimensional - Manipulação direta no plano.

No caso de sistemas de computação, quando usamos o termo manipulação direta, a idéia associada é a de manipulação direta no plano. Desta forma, as referências feitas neste trabalho à manipulação direta estão em consonância com esta idéia.

Cita-se como exemplo de manipulação direta no espaço o uso de objetos físicos, tais como, contas (de vidro, de plástico, etc) ou palitos de madeira para transmitir os princípios matemáticos das operações fundamentais e para fazer comparações de tamanho (Montessori, 1964 Apud [SHN 87]); como exemplos de manipulação direta no plano, desenhar figuras que representem problemas matemáticos (Polya, 1957 Apud [SHN

87] ) e estender as idéias de representação física para problemas de fatoração polinomial (Bruner, 1966 Apud [SHN 87] ).

A manipulação direta, tanto no plano como no espaço, é especialmente importante para a assimilação de conceitos. Carrol (Carrol, 1980, p 143-53 Apud [SHN 87] ) constatou que indivíduos que trabalham com modelos concretos ou visuais são mais rápidos e melhor sucedidos em suas tarefas quando comparados com indivíduos que resolvem seus problemas através de isomorfismos com uma representação temporal. Isto se justifica através da forte relação entre percepção visual e resolução de problemas. Esta relação é melhor explorada em Arnheim, 1972 e Mckim, 1972 Apud [SHN 87].

#### 4.1.2 Para que serve ?

Através da representação física (modelo visual) pode-se melhor explorar capacidades natas do ser humano - a percepção através dos sentidos - para resolver problemas.

Em ambiente de manipulação direta facilmente se determina o que está acontecendo e a localização e correção de ações erradas podem ser feitas rapidamente aumentando a satisfação do usuário a partir de sua produção criativa.

#### 4.1.3 Exemplos de utilização

Um primeiro exemplo são os editores de texto do tipo WS, MicrosoftWORD, dentre outros. Estes editores de texto são ditos "display editors" e eles possuem as seguintes características:

- usam toda a área da tela;
- mostram os documentos no formato em que irão aparecer quando a impressão final for feita;

- o movimento do cursor é visível ao usuário;
- o movimento do cursor é manipulado por ações fisicamente óbvias e de significado intuitivamente natural;
- ações são ativadas por teclas especiais do teclado (relação um-para-um entre tecla e ação);
- tempo de resposta imediato;
- ações rápidas e exibíveis;
- reversibilidade de operações.

As planilhas eletrônicas como o VISICALC e seus descendentes são outro exemplo. Essas planilhas executam cálculos eletronicamente. Sua tela de trabalho é de 254 linhas por 63 colunas.

A planilha eletrônica pode ser programada, por exemplo, de tal forma que a quarta coluna seja a soma das três células anteriores. Desta forma qualquer modificação do valor de uma das três colunas implica na modificação da quarta coluna. O usuário pode facilmente alterar planilhas e rapidamente ver o impacto sobre as vendas, por exemplo.

Vídeo games, CAD/CAM e muitos outros engrossam a lista de exemplos deste tipo de manipulação.

## 4.2 Análise da manipulação direta

### 4.2.1 Problemas

A representação visual pode ajudar quando existem múltiplos relacionamentos entre os objetos e quando esta representação é mais compacta. Telas de seleção, sem contar o detalhamento e a apresentação adequada de uma abstração podem aumentar a performance. Apesar disto, o uso de uma representação visual não é necessariamente melhor, já que podem ocorrer problemas do tipo:

- 1) o usuário necessita entender o significado do componente gráfico. Um ícone pode ser significativo para o projetista, mas requer, as vezes, muito mais tempo de entendimento do que uma palavra - problema de representação;
- 2) a representação gráfica pode ser mal conduzida: o usuário pode rapidamente compreender a representação analógica, mas tirar conclusões incorretas sobre as ações permitidas - problema de interpretação;
- 3) a representação gráfica pode ocupar muito espaço de tela - problema de consumo do espaço de tela;
- 4) digitadores experientes, movem um "mouse" ou erguem o dedo para apontar, algumas vezes, mais lentamente do que digitando - problema de degradação de desempenho.

Escolher objetos certos não é uma tarefa fácil. Simples metáforas, analogias ou modelos com um conjunto mínimo de conceitos parece ser mais apropriado para começar.

#### 4.2.2 Modelo sintático/semântico

A atração por sistemas que usam princípios da manipulação direta é exteriorizada através do entusiasmo dos usuários. Os projetistas dos exemplos citados no subitem 4.1.3 tiveram inspiração inovadora e compreensão intuitiva do que os usuários queriam. Cada exemplo tem características que podem ser criticadas, mas parece ser mais produtivo construir a partir deles um retrato de manipulação direta. Shneiderman [SHN 87] caracteriza a manipulação direta da seguinte forma:

- representação contínua dos objetos e ações;
- ações físicas ou pressionamento de botões em vez de

sintaxe complexa;

- reversibilidade rápida e incremental das operações, fato este que faz com que as modificações no objeto de interesse sejam imediatamente visualizadas.

A partir destas características é possível projetar sistemas onde:

- usuários novos possam entender a funcionalidade básica rapidamente através de demonstrações feitas por usuários mais experientes;
- usuários experientes possam trabalhar rapidamente;
- usuários constantes possam reter conhecimento dos conceitos operacionais;
- raramente mensagens de erro são necessárias;
- usuários possam ver imediatamente se suas ações o estão levando a atingir seus objetivos e em caso negativo as ações poderão ser mudadas em função do objetivo a ser atingido;
- usuários experientes fiquem menos ansiosos, porque eles compreendem o sistema e conseqüentemente a reversibilidade das operações fica fácil;
- usuários ganham confiança e habilidade, porque eles iniciam a ação, manipulam o controle do sistema e fazem um prognóstico do tempo de resposta.

O sucesso da manipulação direta está no entendimento do contexto sintático/semântico do sistema. Cada ação produz um resultado compreensível que é imediatamente visualizado. O fechamento das tarefas com ações sintáticas reduz a responsabilidade e o "stress" resultante da resolução de problemas. Este princípio de tarefa-ação correspondente é chamado de compatibilidade do estímulo-resposta na área de Fatores Humanos. Este princípio pode ser adaptado às capacidades natas do ser humano, isto é, ações-habilidade visual, capacidades estas que já eram



exploradas antes da evolução da linguagem humana. Psicólogos tem consciência científica de que relacionamentos espaciais e ações são compreendidos mais rapidamente através da percepção visual do que através da representação lingüística.

### 4.3 Estudo dos fatores envolvidos na manipulação direta

#### 4.3.1 Cognição

A cognição diz respeito à aquisição de conhecimentos, isto é, à formação de uma base de conhecimentos abstrata. A formação desta base depende do equilíbrio dinâmico das condutas, ou seja, do equilíbrio dinâmico do conjunto de procedimentos que o indivíduo executa quando faz uma atividade (sequência de ações físicas ou mentais que se aplicam ao meio). Adequação dos procedimentos, neste contexto, é respeitar e usufruir ao máximo as capacidades do indivíduo.

As sensações são os elementos formadores de um caminho direto às estruturas da mente que fazem acesso a este banco de dados onde são armazenadas nossas vivências. Uma ponderação adequada do ambiente é bastante importante. Para tanto, valem as seguintes observações:

- (1) Nossa memória está dividida em memória de curta duração e em memória de longa duração. A memória de curta duração é a memória com a qual trabalhamos usualmente. Na memória de longa duração estão as lembranças e conceitos mais elaborados. A memória de curta duração tem limitações quanto ao número de conceitos mantidos simultaneamente na memória. Esta limitação sugere que o número de itens de uma lista de opções em telas de seleção de cardápios, segundo

Miller (Miller, 1956, p 81-9 Apud [ZWI 87]) esteja ao redor de sete. Pesquisas têm confirmado essa sugestão. Kiger (Kiger, 1984, p 121-41 Apud [ZWI 87]) pesquisando preferências de usuários, indica que numa situação de 64 escolhas, os indivíduos preferiam cardápios de 2 níveis com 8 alternativas por tela de cardápio. Isto caracteriza a limitação do número de opções por tela e também a preferência por estruturas de cardápios mais largas e pouco profundas.

- (II) As interfaces que utilizam seleção de cardápio constituem um excelente auxílio às limitações de nossa memória. Na realidade a seleção de cardápio se vale de nossa capacidade de reconhecer informações, capacidade esta que é melhor em nós do que a capacidade de recuperar informações de nossa memória. A utilização de cardápios também proporciona uma diminuição no número de erros de digitação.
- (III) Existem coisas que se ajustam melhor à nossa capacidade cognitiva. Caracterizando-se estas coisas como coisas fáceis temos, segundo [ZWI 87]:
- | coisas fáceis  | coisas difíceis |
|----------------|-----------------|
| - o concreto   | - o abstrato    |
| - o visível    | - o invisível   |
| - o específico | - o genérico    |
| - copiar       | - criar         |
| - apontar      | - preencher     |
| - reconhecer   | - recuperar     |
| - editar       | - programar     |

A explicação de porque algumas coisas são mais fáceis e outras são mais difíceis encontra-se no anexo IV.

(IV) Para o formato das telas sugere-se que o "layout" possua as seguintes características [SMI 84]:

- deixar disponíveis na tela, todos os dados e informações que o usuário necessitar;
- exibir os dados para o usuário diretamente na forma em que serão usados;
- manter o formato do dado;
- usar, preferivelmente, sentenças afirmativas;
- usar critério lógico de ordenação das listas de itens;
- manter alinhamento esquerdo dos itens da lista para permitir rápida varredura;
- quando uma tela é composta por várias "telas parciais", usar rótulos em cada "tela parcial" de forma a mostrar a relação de uma com a outra;
- manter o esquema de organização de tela;
- deixar entre o cabeçalho e o corpo da tela pelo menos uma linha em branco;
- o maior símbolo da tela deve ter 1.5 vezes o tamanho do menor símbolo;
- quando o recurso "pisca-pisca" for usado, a razão do pisca deve ser entre 2-5Hz(2-5 piscadas por segundo);
- para tabelas extensas, que excedam a capacidade de uma tela, certificar-se de que as colunas sejam mantidas alinhadas e de que os rótulos das colunas sejam exibidos em todas as telas;
- deixar espaços brancos entre os campos;
- usar recursos mais elaborados para salientar (cor, vídeo reverso, etc).

A partir de resultados empíricos, tem-se ainda [SMI 84]:

- usar formato de tela estruturado, isto é,

agrupar as informações de acordo com algum critério lógico;

- preferir formato estruturado de tela, pois a forma narrativa requer 8.3s em média para uma varredura completa (leitura) e a forma estruturada requer 5s;
- a densidade de informação na tela (volume de informação) deve ser preferencialmente baixo, não ocupando mais do que aproximadamente 30% da área da tela (se aproximadamente 70% dos espaços da área da tela são brancos o tempo de varredura (leitura) é de 3.4s em média. Se aproximadamente 30% dos espaços da área da tela são brancos o tempo de varredura (leitura) é de 5s em média).

Para verificar se o formato de uma tela projetada é adequado, o projetista pode lançar mão de métricas de complexidade de tela (Tullis, 1984 Apud [SHN 87] ) pré-definidas:

- o volume total de informação na tela é o resultado da ponderação percentual entre espaço total disponível (na tela) e espaço ocupado. O volume total de informação deve ser preferencialmente baixo, não ocupando mais do que aproximadamente 30% da área da tela;
- o volume local de informação de uma determinada região da tela é a proporção entre espaço ocupado em torno de um caracter. Considerando que o ângulo de visão é de 5 graus, isto é, a área de visão é uma elipse de diâmetro maior 15 caracteres e diâmetro menor 7 caracteres, esta medida é expressa como um percentual entre espaço disponível no interior da elipse e distância

entre caracteres. Cabe salientar que a ênfase de volume local não está propriamente no volume, mas na distribuição espacial dos caracteres;

- a distância entre os caracteres não concatenados deve ser pelo menos duas vezes a distância entre caracteres concatenados;
- a complexidade do "layout" da tela é dado pela distribuição de distâncias horizontais e verticais de cada rótulo, dado ou item, a partir de um ponto "standard" da tela.

(V) A cor é um atrativo em potencial para usuários. Sua utilização pode oferecer melhora na performance de execução de tarefas, mas o perigo de ser mal empregada é grande. O uso adequado da cor, pode:

- chamar a atenção para as advertências;
- aliviar os olhos;
- enfatizar a organização lógica da tela;
- provocar reações do tipo: motivação, apreço ou repulsa.

Por outro lado, o uso inadequado da cor pode:

- cansar os olhos;
- tornar a tela confusa com o uso indiscriminado de várias cores simultaneamente.

Não existe dúvida de que o uso da cor possibilita melhorias na qualidade da comunicação visual. O uso regrado deste recurso é fundamentado nos seguintes apontamentos:

#### ACONSELHA-SE:

- telas alfanuméricas com no máximo quatro cores;
- uso de sete cores no máximo para seqüências de telas;

- uso de cores como legenda;
- uso da cor como recurso para ajudar a formatação, isto é, convenções de cores simplificam a identificação de eventos.

#### DESACONSELHA-SE:

- uso de muitas cores em um texto;
- combinar cores opostas do espectro de cores (pode causar "stress" visual e trocar a tonalidade da cor);
- o uso de cor com perda de resolução muito acentuada.

Do exposto acima, temos então que conceitos são mais facilmente compreendidos através da percepção visual. A justificativa desta afirmação está na dificuldade de pensar abstratamente e ligar o objeto ao símbolo a ele associado.

A manipulação direta tenta trazer a atividade para o estágio das operações concretas fazendo com que algumas tarefas se tornem mais fáceis para os usuários, em geral.

#### 4.3.2 Percepção e capacidade motora

Os sistemas de computação se valem da capacidade motora e da percepção do usuário.

O ajuste destes dois fatores é decisivo para o uso adequado do equipamento e do sistema de computação.

##### 4.3.2.1 Capacidade motora

A capacidade motora se refere mais especificamente à linha de montagem do equipamento. Para que os equipamentos se amoldem adequadamente aos usuários, a antropometria cataloga e agrupa os indivíduos segundo as dimensões das

diversas partes do corpo humano. A partir destes dados eles são separados por: sexo, idade, tipo étnico, dimensões de suas partes do corpo. Uma vez feito isso, é esboçado um perfil do grupo. A média dos perfis dos grupos é tomada para a definição de um equipamento "standard" para aquela população.

#### 4.3.2.2 Percepção

Perceber é conhecer através dos sentidos objetos e situações. O ato de perceber tem como condição necessária a proximidade física do objeto no espaço e no tempo.

A percepção é o processo interpretativo operando sobre dados obtidos através dos sentidos.

A percepção do tempo (tempo de resposta); de ilusões ótico-geométricas (leitura, visão perspectiva, distância entre foco e objeto, visão periférica, ângulos de visão); de movimento (sensibilidade ao movimento); do espaço, etc. acontecem através das faculdades receptivas dos seres humanos.

A interação de sistemas de computação com usuários se baseia essencialmente na visão. Projetar a interface do sistema é distribuir elementos no espaço de tela, elementos estes dirigidos à visão. São elementos de tela: ponto, linha, textura, cor, etc. Tais elementos não ocorrem separadamente, e sim conjuntamente. A tela de interação é uma unidade para a qual concorre cada elemento com sua própria importância.

O elemento mais simples é o ponto, que é nada mais que diminuta marca em determinado espaço, mas que pode chamar a atenção do olhar segundo sua posição (foco).

Uma sucessão que respeite certos critérios de

vizinhança de pontos passa a ser uma linha, capaz de sugerir movimento e tornar-se ao mesmo tempo por si mesma expressiva (letras são linhas que através de suas formas definem os caracteres de um determinado alfabeto).

O plano é o espaço ocupado pela tela do monitor. Ele pode ser real ou ideal, isto é, a tela do monitor é um plano ideal; o monitor (como equipamento) tridimensional é um plano real. O plano, ideal ou real, compreende o espaço positivo e o espaço negativo. O espaço positivo é o verdadeiramente utilizado e o negativo são as zonas de repouso para contrabalançar o esforço dispendido no espaço positivo. A disposição no plano dos espaços positivos e negativos denomina-se composição espacial.

Os demais elementos como textura, cor, espaço, etc são muito importantes e eles são devidamente explorados na bibliografia especializada de Artes Visuais.

Tela de boa qualidade visual é uma unidade onde cada elemento é por si mesmo expressivo.

Com relação à distribuição dos elementos sobre a tela, algumas considerações são feitas no subitem 3.1.2.2.5.

O sentido da visão é bastante aguçado nas pessoas. Definindo telas de boa qualidade visual, estaremos explorando ao máximo a capacidade de detectar e recordar imagens com muita precisão.

A capacidade de detectar e recordar imagens com muita precisão tem sido explorada em interfaces através do uso de ícones. Ícones são grafismos portadores de mensagens, as quais são produto da comunicação entre "sistemas".



### 4.3.3 Comunicação

Os homens são dotados da faculdade de exprimir intencionalmente a sua vida interior. Esta faculdade de se exprimir intencionalmente é a faculdade comunicativa.

A sociedade em que o homem vive se comunica através de um código elaborado. Este código é de utilização coletiva daquela sociedade e se chama língua.

#### 4.3.3.1 Da linguagem à língua

A linguagem é um sistema de sinais articulados os quais podem ser sonoros, visuais, táteis ou de outra natureza qualquer. Diz-se então que a linguagem é oral, mímica, escrita, etc.

São exemplos de linguagens:

- Linguagem ideográfica: consiste em desenhar sinais correspondentes às idéias. Um exemplo são as notas musicais utilizadas para registrar sons;
- Linguagem dactilológica: linguagem mímica onde cada gesto corresponde a uma idéia que se deseja transmitir.

A linguagem escrita originou-se por volta de 4000 aC. A proporção que grupos a aceitavam, lhe foram dando uma forma própria de sinais que se tornavam peculiares ao grupo. Começaram assim a se definir os diferentes idiomas ou línguas.

A língua é um elemento aprendido pelo grupo humano. Ela não está ligada a hereditariedade ou ao ambiente genealógico. Ela é fruto do ambiente social. Diz-se daí que a língua é aprendida.

As palavras da língua e as ideografias são representações escritas da linguagem oral e portanto são ditas signos da linguagem.

#### 4.3.3.2 A arbitrariedade do signo

Os signos são portadores de informação. Eles são o meio através do qual as mensagens fluem de um fonte para um destino.

Quando um signo apresenta alguma semelhança com a coisa ou conceito que se quer representar, ele é dito um ícone ou símbolo. O signo não apresenta semelhança com a coisa ou conceito que representa.

A arbitrariedade e a representatividade dos signos são aspectos relevantes.

A versão mais simples da Teoria dos Signos Lingüísticos é a que diz que um signo é uma coisa que está por outra. Isto é melhor explicado através da figura 4.1 . .

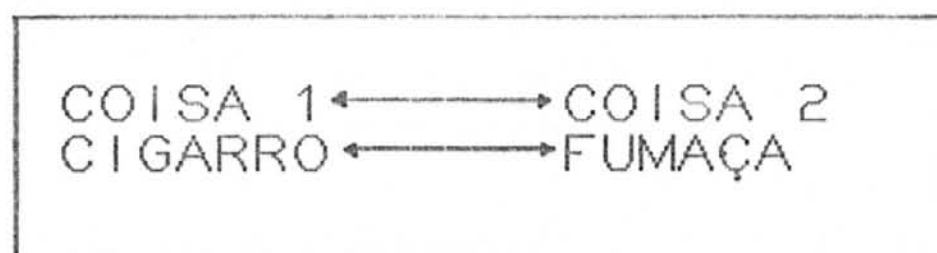


FIGURA 4.1 : Equivalência entre signo e coisa que representa

Verificou-se no entanto que esta teoria simplificada dos signos só se aplica a um caso excepcional, o dos sistemas de linguagens artificiais. Estes sistemas são elaborados de tal maneira que cada coisa 1 corresponde exatamente a uma única coisa 2.

Dado que a teoria clássica dos signos se interessava principalmente pela relação do signo com o mundo que descrevia, um dos principais problemas era saber se a conexão entre duas coisas era uma conexão arbitrária (estabelecida apenas pelo homem) ou uma conexão natural.

O ícone é definido na semiótica de Peirce como um signo que tem em comum com o objeto que representa, determinadas características (pelo menos uma!) e que possui propriedades do objeto.

Assim, os ícones são símbolos artificiais criados pelo homem e portanto arbitrários.

A ligação entre forma física do objeto que representa e o ícone é uma ligação convencional ou histórica. Por exemplo, na comunidade europeia a idéia de justiça é também representada por uma balança e esse ícone tem a validade que lhe é conferida por uma tradição. Disto, temos que, a relação de representatividade do ícone é arbitrária.

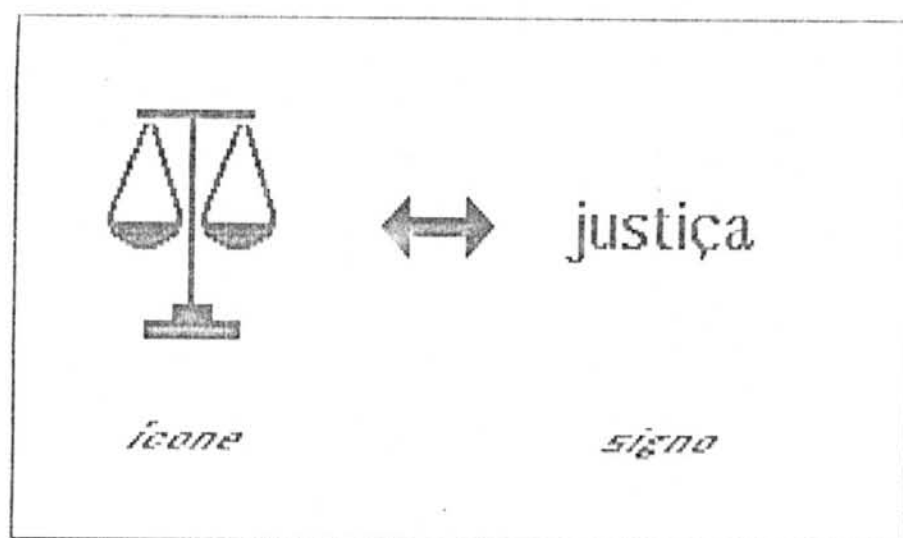


FIGURA 4.2 : Equivalência entre ícone e signo

Estabeleceu-se uma distinção então entre signos naturais e signos arbitrários, a qual é devidamente explorada na figura 4.3 .

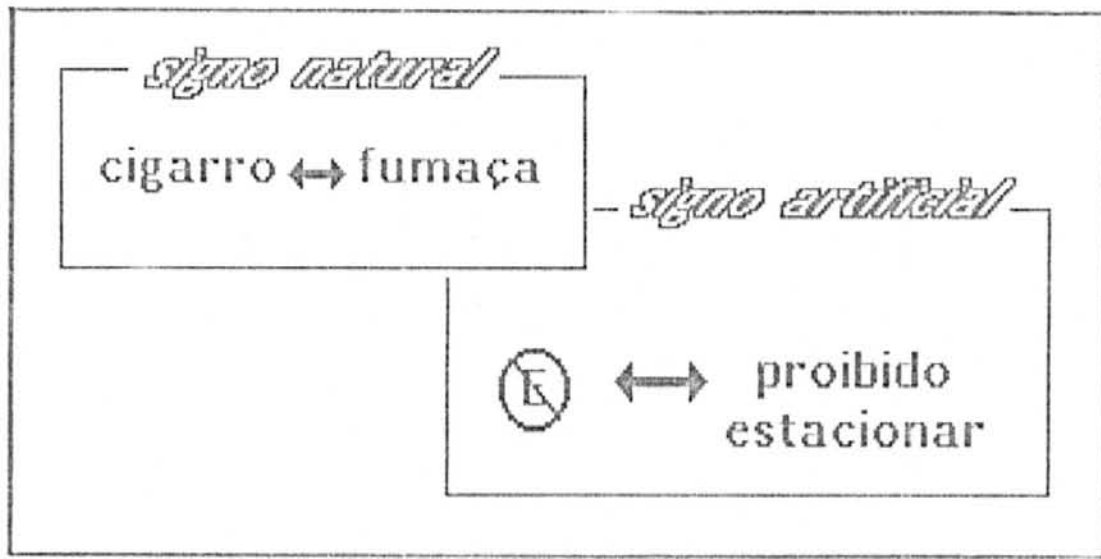


FIGURA 4.3 : Distinção entre signo natural e signo arbitrário

Um produtor de ícones pode obedecer às condições de representatividade de uma comunidade, mas estas convenções podem ser muito diferentes das de uma outra comunidade. Exemplo: Uma criança que queria representar um automóvel desenhava aquilo que sabia sobre o automóvel, isto é, desenhava, por exemplo, um automóvel com 4 rodas, porque sabia que o automóvel tinha 4 rodas.

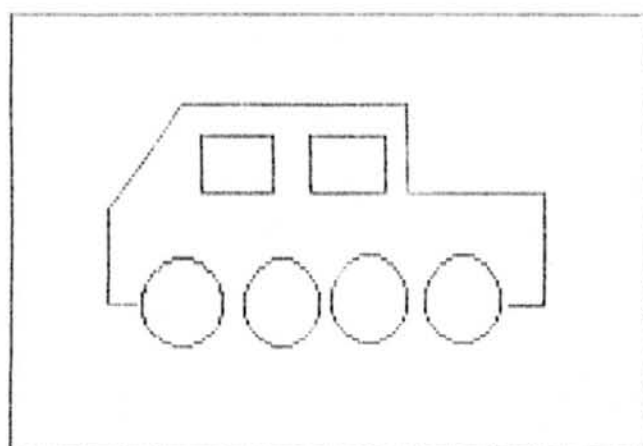


FIGURA 4.4 : Representação  
Intuitiva

Só mais tarde ela aprende a regra a qual determina que seja desenhado só aquilo que vemos de uma determinada perspectiva. Isto é, a criança deveria desenhar um automóvel de lado com 2 rodas.

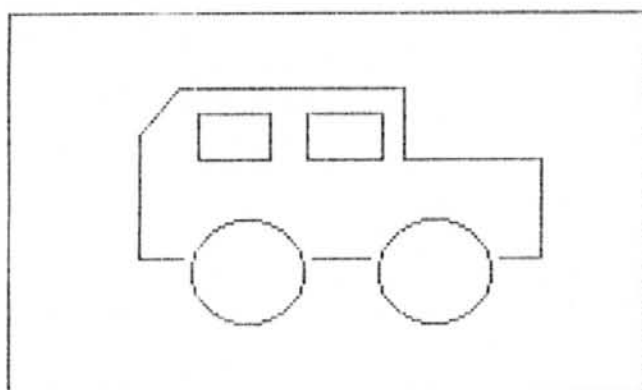


FIGURA 4.5 : Representação  
segundo um padrão

Neste exemplo, o ícone representa aquilo que vemos de uma determinada perspectiva, mas isto não é de modo algum

natural.

O observador de um ícone, além de conhecer as convenções de representação, tem que ter compartilhado de determinadas experiências e contextos com o produtor do signo para poder fazer a leitura adequada do signo icônico. Exupéry dá um exemplo disso em seu livro O "Pequeno Príncipe" que nos permite compreender até que ponto a leitura dos signos icônicos é pouco natural, e evidentemente, até que ponto a iconicidade depende da projeção de determinadas experiências sobre o signo. O narrador conta que leu em criança um livro sobre a floresta virgem e isto impressionou fortemente sua imaginação. Fez então um desenho - um signo icônico - e perguntou às pessoas crescidas se a sua representação (que obedece ironicamente à convenção normal dos adultos, que manda desenhar aquilo que vê) lhes metia medo. A figura é a seguinte:

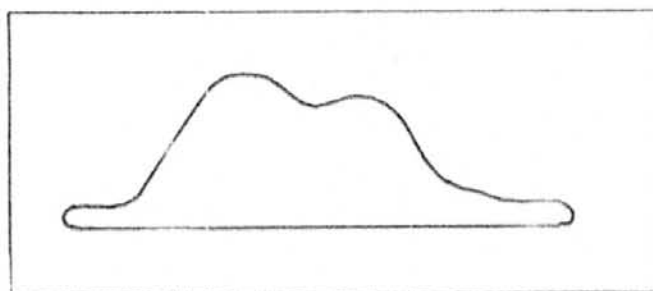


FIGURA 4.6 : Representação segundo um padrão

Os adultos responderam (baseando-se em sua experiência) que um chapéu não lhes podia meter medo. O desenho representava porém, uma boa digerindo um elefante. A criança faz então um segundo desenho que explicava o primeiro, representando então aquilo que não se via.

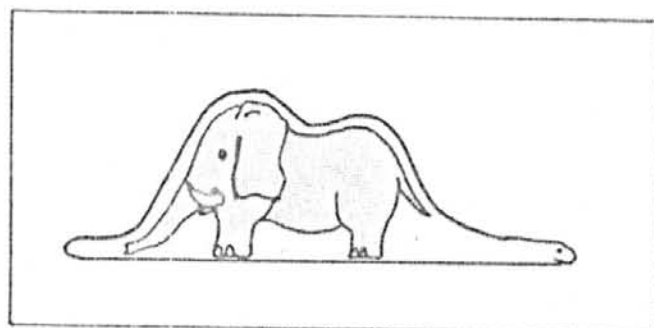


FIGURA 4.7 : Representação Intuitiva

Só muitos anos mais tarde é que o narrador encontra, na pessoa do príncipezinho, alguém que compartilha de sua experiências e que reconhece imediatamente no primeiro desenho, um elefante dentro de uma boa.

A convencionalidade do símbolo icônico traz à tona o problema de saber como é que se inventaram signos representativos dos objetos como os pictogramas das modalidades esportivas, tal como foram inventados nos Jogos Olímpicos, por exemplo. Estes pictogramas foram considerados semelhantes aos objetos que representavam. Em que medida é que a representação de uma vaca, tal como a encontramos num sinal de trânsito, é semelhante a uma vaca significando coisas que não se pode dizer pronunciando simplesmente a sucessão de sons? O que significa a afirmação de que ícones têm certas características em comum com o objeto que representam?

Eco (Eco, 1973 Apud [TRA 76] ) estudou o problema dos signos visuais e demonstrou que não há semelhanças entre o ícone e o objeto representado, mas sim propriedades comuns do modelo de percepção que atua na

percepção do objeto e do signo.

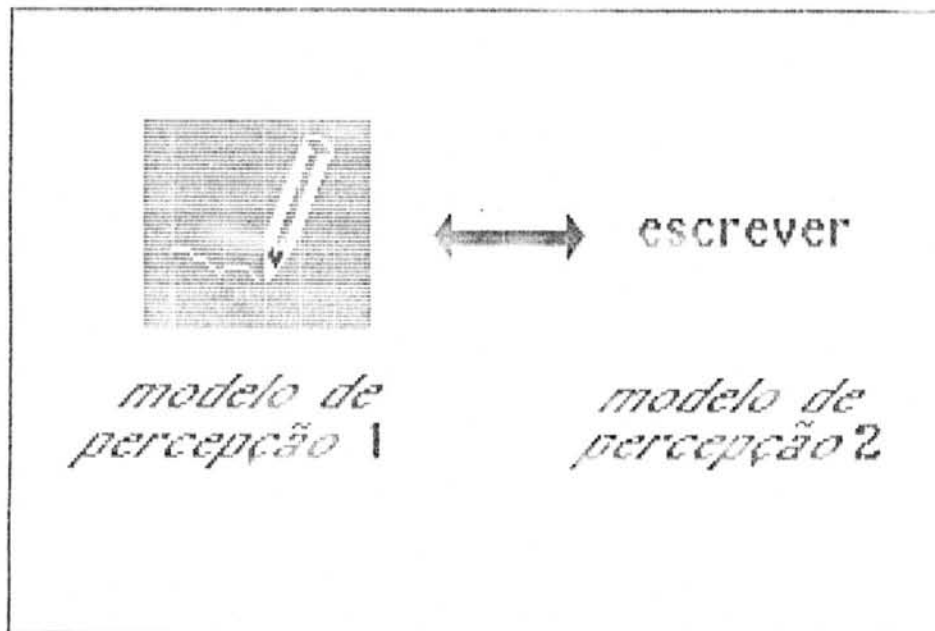


FIGURA 4.8 : Modelos de percepção

Os modelos de percepção foram adquiridos no decurso da socialização e diferem de acordo com o meio social, idade e conhecimento.

A semelhança entre ícone e objeto representado manifesta-se através da projeção de experiências perceptivas sobre o signo icônico adquiridas por parte do observador ou produtor do signo. Isto é, a semelhança entre ícone e objeto representado não consiste simplesmente em características comuns, mas sim das características comuns fabricadas pelo utilizador (produtor ou observador) e depende portanto dele.

Se um signo é ou não um ícone depende portanto dos modelos de percepção, de representação e das experiências do produtor do signo. Caso se pretenda manter a distinção entre signos icônicos e signos não representativos, tem que se ter em mente que essa distinção depende das experiências



Individuais e sociais do produtor dos signos, que o acham semelhante ao objeto que representa, ou seja, o problema de "iconicidade" dos signos em ambiente de Teoria dos Signos, que abstraia dos utilizadores desses signos é completamente insolúvel. Por outro lado, mesmo numa teoria que atenda os utilizadores dos signos, o problema da "iconicidade" é de difícil solução se essa teoria tratar o problema considerando apenas a relação entre signo e objeto ou coisa que representa (semântica). Ela deve considerar também a relação entre utilizadores do signo (relação pragmática).

Os signos são portadores de informações, e como tal eles podem ser icônicos ou não. A iconicidade do signo, segundo o exposto acima, deve considerar a relação semântica e pragmática entre os utilizadores do signo. Resta analisar os signos não icônicos. Estes são estudados nas teorias lingüísticas do signo.

#### 4.3.3.3 Teorias lingüísticas do signo

As teorias lingüísticas do signo se baseiam, fundamentalmente, em: teorias de posição nominalista e teorias de posição realista.

As teorias de posição realista assumem que o signo lingüístico liga um conceito (ou idéia) a uma impressão psíquica, obtida através dos sentidos, desse som (imagem acústica).

As teorias de posição nominalista assumem que o signo lingüístico liga uma coisa (ou objeto) a um nome.

O modelo de comunicação da teoria da informação, fonte inspiradora do estudo feito neste trabalho de dissertação, é um misto destas duas posições acrescido de algumas modificações fundamentais na posição nominalista.

A teoria de posição realista (Sanssurre) [TRA 76], considera o signo como uma unidade composta de significante e significado. O significante é a imagem acústica e o significado é o conceito. Esta teoria está muito ligada a signo equivalendo a palavra isolada.

A expressão de idéias é resultado da composição de palavras. A teoria de posição nominalista modificada (teoria behaviorista de Morris [TRA 76]) considera os signos como uma unidade composta de semântica, sintaxe e pragmatismo:

- a sintaxe investiga as combinações possíveis entre os signos. Ela procura formular regras que irão nortear a combinação dos significantes;
- a semântica estuda a relação entre signo e suas designações. Isto é, a relação entre significante e significado;
- a pragmática estuda as relações entre signo e indivíduo que interpreta este signo. Ela se preocupa com a origem, utilização e efeitos dos signos num dado comportamento.

Desta feita, temos o seguinte esquema:

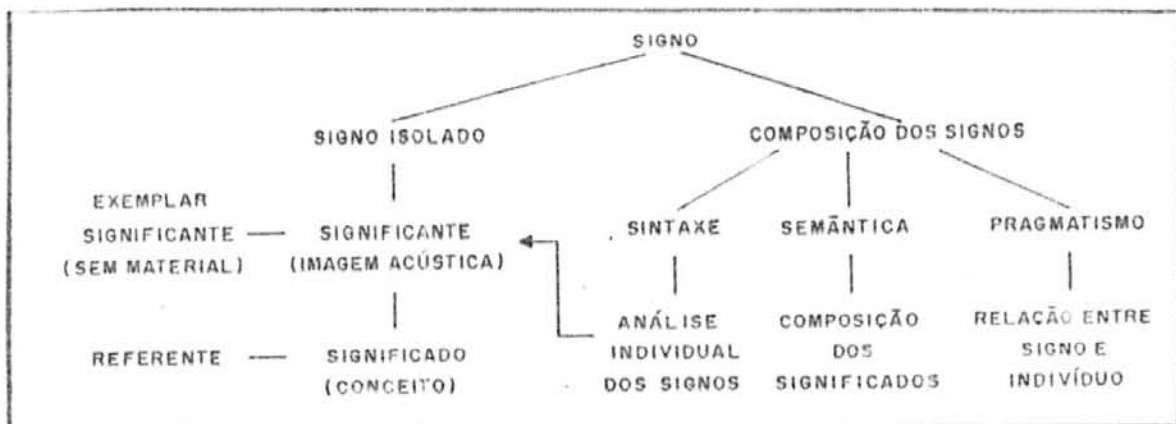


FIGURA 4.9 : Teoria behaviorista de Morris

#### 4.3.3.4 Ciência da comunicação : teoria da informação e semiótica

O modelo de comunicação da teoria da informação pode ser descrito da seguinte maneira: Toda fonte de informação dispõe de um conjunto de signos. No mecanismo de seleção sucessiva de signos, para composição na mensagem, se produz a informação. A transferência de informação para o destinatário se dá através do canal de transmissão por onde fluem os sinais que transportam a informação. Os sinais portadores de informação ao se transmitirem estão sujeitos a distorções e as alterações sofridas podem vir a modificar a interpretação dos sinais e conseqüentemente a informação transmitida. Quando o destinatário recebe a mensagem enviada, isto é, ele recolhe a informação e identifica os signos enviados, ele analisa o conteúdo da mensagem e muda seu estado de incerteza (qual signo será recebido) para um estado de certeza (quando o signo recebido é identificado).

Uma extensão deste modelo de comunicação envolvendo semiótica poderia ser descrita da seguinte maneira : Uma fonte dispõe de um conjunto de signos os quais são portadores de informações. Da seleção sucessiva destes signos é formulada a mensagem. Esta mensagem flui através de um canal para um receptor que elabora a mensagem recebida (isto é, armazena, entende, etc). O fonte e o receptor têm o mesmo "stock de signos" para que possa ser atribuído o mesmo significado à mensagem enviada ou recebida. Os signos são classes de sinal (significantes) a que se atribui o mesmo significado dentro do "stock de signos" de uma comunidade.

No caso da comunicação homem-máquina, o "stock de signos" do emissor (máquina) não é o mesmo do receptor (homem), mas é condição indispensável da comunicação que o "stock de signos" do emissor coincida, pelo menos

parcialmente com o do receptor.

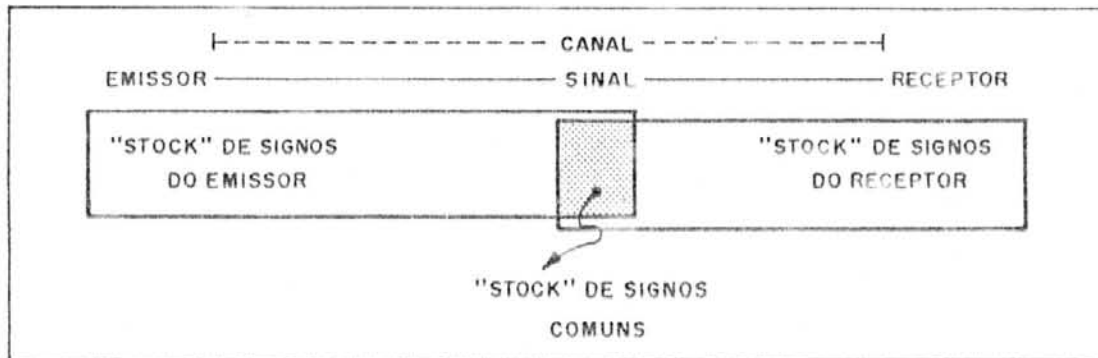


FIGURA 4.10 : Stock de signos do emissor e do receptor

O modelo de comunicação da teoria da comunicação interessou à semiótica, na medida em que completava explicitamente as teorias clássicas dos signos, introduzindo o aspecto da cooperação na utilização do signo, isto é, o processo de troca de "coisas" entre "sistemas".

O modelo de comunicação homem-máquina, assim como os modelos de comunicação em geral, é essencialmente um processo de coisas observáveis. A atribuição de significado aos sinais está implícita no emissor e no receptor. Esta atribuição de significado em ambiente de sistemas interativos pode ser expressa como na figura 4.11 .

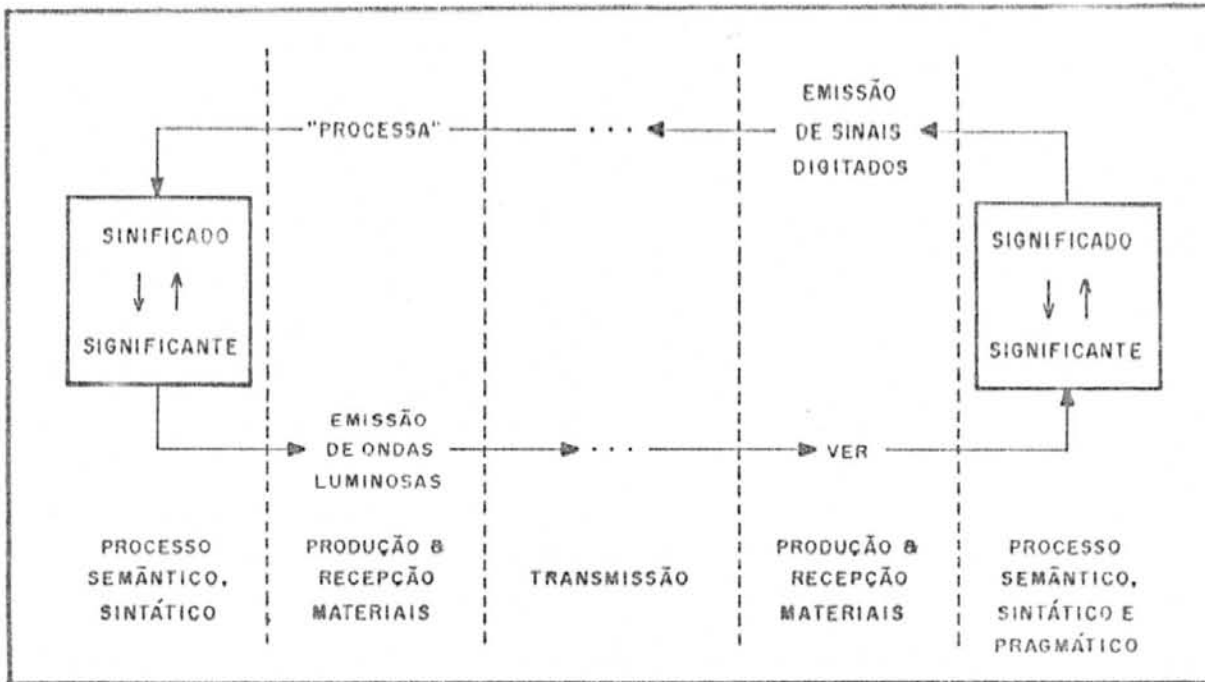


FIGURA 4.11 : Atribuição de significado aos sinais

#### 4.4 Elaboração de interfaces que usam manipulação direta

A manipulação direta em sistemas de computação, diz respeito a visualizar em tempo real as ações que estão sendo executadas.

Quando falamos em sistemas interativos, referimo-nos a um estilo de interação onde se estabelece um canal de troca de informações entre o usuário e o sistema. As informações são quem direcionam o fluxo de execução do programa.

A manipulação direta é uma ferramenta utilizada em sistemas interativos para que a interação usuário sistema respalte ao máximo o modo como acontece o desenvolvimento do raciocínio do usuário. Isto pode ser melhor explicado da seguinte forma: O homem raciocina através da construção de

modelos. Estes modelos podem ser construídos a nível de pensamento - operação formal - ou a nível físico - operação concreta.

Os modelos construídos a nível de pensamento são ditos modelos formais.

A manipulação de modelos formais envolve operações mais elaboradas já que ações são representadas através de operações lógicas. As operações lógicas são definidas através de proposições onde os operandos são símbolos e os operadores são "conectores" lógicos. Este tipo de manipulação exige alto nível de abstração.

Os modelos construídos a nível físico são ditos modelos concretos. A manipulação de modelos concretos é mais natural, pois a execução da ação é registrada imediatamente através da percepção. Resolver um problema através da manipulação de modelos concretos é pensar através de objetos reais e chegar a uma solução.

Elaborar interfaces de sistemas de computação que usam manipulação direta envolve:

- verificar o estilo de interação que o sistema utiliza: a manipulação direta só faz sentido em sistemas do tipo interativo. Em instâncias diferentes de interesse, podemos ter:

- \* manipulação direta através de cardápio, onde é exibida uma lista de opções e o usuário escolhe um item da lista. Mediante confirmação da escolha ele observa imediatamente a execução da ação escolhida através do item. Este estilo de manipulação utiliza modelos formais de manipulação (a nível de cardápio) e portanto envolve abstrações mais elaboradas.

- \* manipulação direta através de apontamento na

tela é quando o usuário opera diretamente sobre a área física de trabalho e suas ações são imediatamente executadas. Este estilo de manipulação usa modelos visuais e é referenciado como manipulação direta sobre o plano.

- analisar o projeto de diálogo:

uma análise mais detalhada do projeto de diálogo é necessária para que:

- \* o contexto de desenvolvimento do diálogo seja mantido;
- \* as assertivas do diálogo não sejam negadas;
- \* o objetivo do diálogo continue igual.

Caso esteja sendo utilizada manipulação direta através de seleção de cardápio, deve ser definida nesta etapa, se necessário, a função mapeamento que atribui a cada ação um signo (icônico ou não).

## 5 REFLEXÃO SOBRE PROJETO DE INTERFACES

## 5.1 Onde o projeto de interfaces se encaixa no projeto do sistema ?

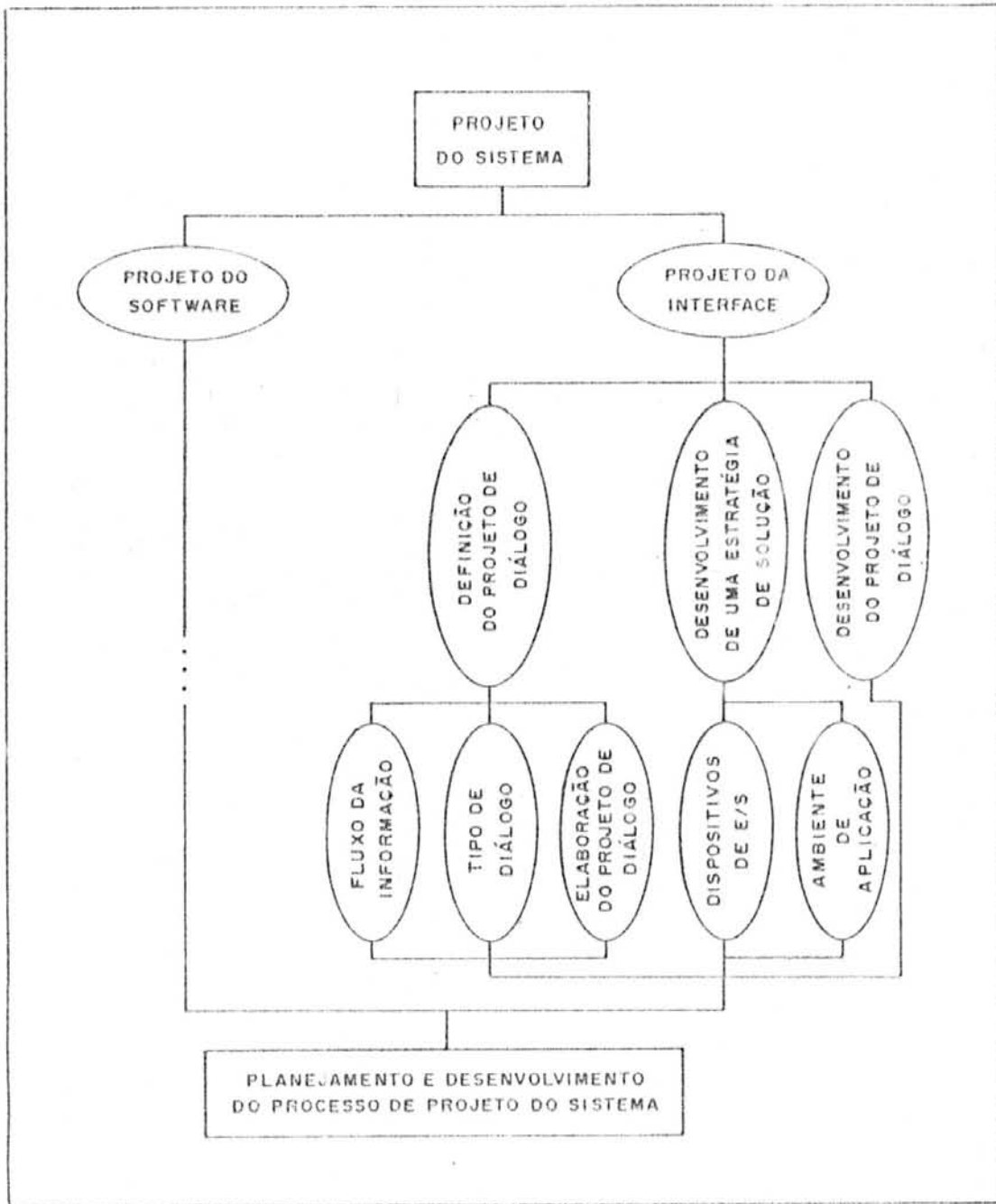


FIGURA 5.1 : Planejamento do projeto de sistema



## 5.2 Quais as características que se deseja que um sistema de boa comunicação visual possua ?

Sistemas de computação que se preocupam com a qualidade de comunicação visual, satisfazem as seguintes condições [MAR 84] :

- SIMPLICIDADE : as partes do sistema são poucas em número e hierarquicamente organizadas;
- CLAREZA : as partes do sistema são evidentes;
- FAMILIARIDADE : as partes ou ações do sistema lembram ao usuário "coisas" conhecidas por ele;
- INTEGRIDADE : o sistema é uma soma ordenada de suas partes;
- CONSISTENCIA : o que o usuário sabe de uma parte do sistema auxilia em outras partes;
- CONFIABILIDADE: o sistema responde ao usuário de forma confiável;
- QUALIDADE NAS RESPOSTAS : as respostas interativas são rápidas, polidas e úteis.

## 5.3 Que organização lógica da tela mais se ajusta à percepção do usuário ?

Aconselha-se:

- limitar a variação de tipos de letras usadas a uma ou duas famílias;
- manter um padrão de tela onde o maior símbolo deve ter 1.5 vezes o tamanho do menor símbolo, pois isto chama a atenção sem causar fadiga visual (relaciona-se com a densidade de informação do ângulo de visão);
- manter alinhamento esquerdo dos itens de um cardápio, pois a leitura de cardápios ordenados verticalmente é mais

rápida do que a leitura de cardápios embutidos em telas narrativas;

- manter um padrão organizado de tela, pois isto reduz o tempo de busca da informação;
- manter o alinhamento das colunas da tabela caso ela ocupe mais do que uma tela, pois com isso a imagem visual da tabela mantém consonância com a imagem interiorizada pelo usuário;
- usar formato de tela estruturado;
- manter no mínimo 70% da área de tela em branco, pois isto enfatiza a ordem lógica da tela;
- deixar espaços em branco entre os campos, pois isto enfatiza a ordem lógica da tela;
- manter caracteres não concatenados a uma distância de pelo menos duas vezes a distância entre caracteres concatenados, pois isto enfatiza a ordem lógica da tela;
- usar para telas alfanuméricas até 4 cores se possível, pois isto chama a atenção sem tornar a tela confusa. Cuidado adicional deve ser tomado para que cores opostas, segundo o espectro das cores, não sejam usadas. Os efeitos disso (troca de tonalidade, por exemplo) muitas vezes não são bem vindos;
- usar em sequência de telas, se possível, até 7 cores, pois pode-se então usar a cor como legenda;
- exibir instruções idênticas sempre na mesma posição, pois com isto o usuário interioriza uma imagem visual da organização lógica da tela;
- escrever a palavra chave do item do cardápio mais à esquerda (isto se o item for um nome), pois isto leva a uma diminuição considerável no tempo de leitura;
- exibir títulos de cardápios centrados ou na extrema esquerda (segundo uma área da tela ou segundo a extensão toda da tela), pois isto enfatiza a organização lógica da tela;

- colocar linhas em branco entre os itens de um cardápio;
- organizar espacialmente a tela de forma a sistematizar áreas de texto : área de cardápios, área de mensagens de erro, área de ilustrações, etc.

#### 5.4 Que aspectos influenciam o entendimento do sistema de computação, por parte do usuário ?

Considerando um usuário pouco experiente e não especialista é prudente observar os seguintes itens:

- usar técnicas de interação onde o usuário tenha apenas que reconhecer a informação, pois reconhecer é mais fácil do que lembrar;
- usar listas de itens com até 7 opções, pois segundo experiências feitas este é o número máximo de conceitos que podem ser mantidos na memória simultaneamente;
- usar mensagens bastante explícitas, pois desta forma o usuário entende a mensagem e providencia para que a situação criada seja contornada sem postergação;
- usar tom positivo nas mensagens de erro, pois isto ameniza a ansiedade que naturalmente é despertada quando erros são cometidos;
- considerar múltiplos níveis de mensagens, pois a capacidade individual de entendimento é diferenciada. Mensagens em diferentes níveis para diferentes pessoas é o mais adequado;
- manter terminologia única quanto a abreviaturas, pois isto preserva a lógica da sintaxe dos signos exibidos;
- evitar situações que causem ansiedade do usuário, pois o estado de ansiedade aparentemente reduz o tamanho da memória de trabalho disponível;
- informar constantemente ao usuário sobre o estado de execução que o sistema se encontra, pois isto auxilia na construção de um modelo de solução para o problema;

- dar nomes auto-explicativos para os cardápios e para seus itens, pois o entendimento imediato da idéia associada ao item ou ao cardápio deixa o usuário mais confiante e menos ansioso;
- ordenar alfabeticamente os itens do cardápio só em casos extremos, pois o tempo de busca da informação é pequeno, e não existe encadeamento lógico dos itens do cardápio;
- permitir a reversibilidade das ações ao longo do sistema, pois isto diminui a ansiedade do usuário;
- estabelecer tempos de resposta para o sistema, sempre que possível de ordem inferior a 1s, pois o usuário com isto adquire um ritmo de trabalho mais rápido e ele certamente prefere isso;
- evitar exibir algebrismos ou fórmulas matemáticas que envolvam alto grau de complexidade, pois a ansiedade que naturalmente se manifesta em alguns usuários quando eles se deparam com problemas matemáticos pode se transformar em pânico;
- se possível, analisar o estilo cognitivo do usuário, pois basicamente são dois os tipos cognitivos: o tipo analítico e o tipo heurístico. Usuários do tipo heurístico tendem a ser mais ansiosos e por isto técnicas devem ser utilizadas para manter estável seu estado de ansiedade;
- fornecer ao usuário o máximo de informações possível sobre o sistema.

#### 5.5 Que fatores devem ser ponderados na definição de uma Linguagem Visual eficiente ?

Todas as ponderações constantes nos itens anteriores têm que ser levadas em consideração na definição de um sistema de boa qualidade de comunicação visual. A definição da Linguagem Visual do sistema se vale destas ponderações e de conceitos da Teoria dos Signos para

veicular convenientemente a troca de informações entre sistemas.

A Linguagem Visual em sistemas de comunicação é a expressão intencional do sistema de comunicar para o meio exterior suas "capacidades". Esta expressão intencional se vale do código escrito de utilização coletiva daquela sociedade onde o usuário do sistema de computação está inserido. Este código escrito utiliza signos aos quais é atribuída a importante função de transportar informação.

Desta forma a Linguagem Visual é definida a partir de um conjunto finito de signos significantes para uma determinada comunidade.

Os signos são arbitrários e representativos, daí a importância da definição de uma Linguagem Visual adequada a uma comunidade.

Tem-se então:

- Linguagem Visual que utiliza signos;
- Linguagem Visual que utiliza ícones;
- Linguagem Visual que utiliza signos e ícones.

Linguagem Visual que utiliza signos: este tipo de Linguagem Visual utiliza textos escritos com grafismos não representativos (letras, números e sinais de pontuação). Seu entendimento depende do ato de leitura.

As características formais que um texto deve possuir para permitir um ato de leitura são:

- existir uma certa quantidade suficiente de caracteres;
- existir uma variedade de caracteres.

Ler é efetuar discriminações e ordenamento num universo gráfico constituído por letras e números.

Entender é efetuar associações semânticas entre significante e significado.

Uma Linguagem Visual que utiliza signos adequada a uma comunidade deve observar:

1. ordem lógica e espacial na tela;
2. consonância entre vocabulário do usuário e vocabulário da Linguagem Visual;
3. as características de uma boa qualidade de comunicação visual.

Linguagem Visual que utiliza ícones: este tipo de Linguagem Visual utiliza desenhos que são grafismos representativos (possuem valor semântico, sintático e pragmático), onde as formas gráficas que apresentam "grande semelhança" com o objeto que representam. Seu entendimento está intrínseco nas vivências do usuário. A característica formal que um ícone deve possuir para permitir o "ato de leitura" é a de ser significante para o usuário a ponto de tornar evidente a idéia a ele associada. A Linguagem Visual que utiliza ícones adequada a uma comunidade deve observar:

1. ordem lógica e espacial na tela;
2. consonância entre vocabulário do usuário e vocabulário da Linguagem Visual;
3. as características de uma boa qualidade de comunicação visual;
4. ter propriedades comuns entre o modelo de percepção que atua na percepção do objeto e o ícone.

Linguagem Visual que utiliza signos e ícones (Linguagem Visual): este tipo de Linguagem Visual trabalha com sistemas de escrita totalmente diferentes que são complementares na leitura. A boa definição de uma Linguagem Visual deste tipo depende do conhecimento que o projetista tem do usuário, pois a ponderação adequada de signos e

Ícones depende mais da intuição e do bom senso do projetista do que de um padrão estabelecido de conduta que seja um arranjo destes dois elementos sobre a tela.

#### 5.6 Até que ponto a caracterização adequada do usuário do sistema de computação é importante ?

Caracterizar o usuário padrão é descrever as capacidades que interferem diretamente em contexto de manipulação de sistemas de computação.

E através da percepção que o usuário capta modelos visuais do mundo exterior. Estes modelos visuais são manipulados a nível de pensamento para que um determinado objetivo seja atingido. A manipulação de modelos visuais a nível de pensamento é a atividade de pensar. Esta atividade tem na cognição sua mais forte ferramenta.

Ter pelo menos uma idéia de como pensa e percebe o usuário padrão do sistema é fundamental para que o verdadeiro objetivo do sistema de computação seja atingido, isto é, proporcionar sessões de trabalho onde a maximização da utilização de suas potencialidades de forma regrada e construtiva seja uma constante. Entende-se por usuário padrão um usuário que possua o perfil obtido a partir de um elenco de usuários em potencial do sistema.

#### 5.7 Sistemas de computação gráfica - quem são ?

Sistemas de computação gráfica são sistemas que usam Linguagem Visual para se comunicar com o meio exterior e proporcionam sessões de trabalho onde a manipulação de modelos visuais é imperativa.

Sistemas de computação e Linguagens de programação gráficas são muitas vezes confundidos. Desta forma, é

Importante que antes de prosseguirmos este relato seja feita uma ponderação no sentido de esclarecer adequadamente o entendimento que se tem destes dois.

Os sistemas gráficos podem ser Interativos ou não. Estes sistemas usam cardápios de seleção e se valem da capacidade de reconhecer, que é melhor em nós do que em qualquer outro ser.

Sistemas gráficos não Interativos são sistemas de computação gráfica onde a visualização do modelo "final" só é possível depois da execução de uma seqüência de ações que obedecem a uma certa lógica. Exemplo: As ações que se deseja que sejam executadas são escolhidas a partir de um cardápio. Conforme as ações são escolhidas, elas são armazenadas em uma pilha operacional de trabalho. Quando esta pilha está completa, a seqüência de ações contida na pilha é executada segundo a ordem em que foram armazenadas - execução lógica de uma seqüência de ações.

Sistemas gráficos Interativos são sistemas de computação gráfica onde a visualização do modelo "final" acontece "em tempo de escolha" da ação que se quer executar. Exemplo: Cada ação que se deseja que seja executada é escolhida de um cardápio e a execução da ação acontece diretamente (naquele mesmo momento) no modelo visual - execução operacional da ação.

Linguagens de programação gráficas são todas as linguagens de programação que permitem a manipulação de modelos visuais através de comandos da linguagem. Estas linguagens podem ser especificamente gráficas ou não.

Linguagens de programação gráficas são linguagens de comandos que permitem o armazenamento e a manipulação de informações em geral. A manipulação de formas



gráficas é um dos recursos da linguagem. Exemplo: Pascal, Logo, C, etc.

Linguagens de programação especificamente gráficas armazenam e manipulam informações que se referem somente a manipulação de formas gráficas. Exemplo: qualquer linguagem definida para fins especificamente gráficos.

As linguagens de programação especificamente gráficas ou não se valem da capacidade de lembrar das pessoas, capacidade esta que não é das mais fáceis. O grande mérito do uso de tais linguagens em ambiente de ensino é a possível existência de uma conexão entre aprender a programar e aprender a raciocinar.

Já que este item se propõe a unificar idéias associadas a expressões amplamente usadas em contextos computacionais, acreditou-se que não seria enfadonho diferenciar ainda linguagem de programação de seleção em cardápio.

Linguagem de programação e seleção em cardápio se valem da definição de um conjunto de ações que se quer que o computador execute porém, utilizar uma linguagem de programação é optar um conjunto de ações quaisquer (procedimento) que se quer que o computador execute e selecionar em cardápio é optar por um conjunto de ações pré-definidas por um projetista de sistema (pilha operacional de trabalho) que se quer que o computador execute. Em linguagens de programação o usuário tem um controle mais amplo das ações que o sistema executa.

#### 5.7.1 Teoria sobre o real significado da aprendizagem de uma linguagem de programação

Quando se falou em linguagem de programação

gráfica foi dito que o real significado de sua utilização está na possível existência de uma conexão entre aprender a programar e aprender a pensar.

Muitas investigações têm sido feitas sobre esse assunto. Um grupo do Departamento de Psicologia da Universidade da Califórnia [MAY 86], investigou mais detalhadamente esta conexão. Para isto, eles utilizaram a sugestão de Linn [LIN 85] quanto às possibilidades de "realização de cognição" a partir do aprendizado de uma linguagem de programação. As possibilidades de "realização de cognição" sugeridas por Linn são as seguintes:

1. através do entendimento das características da linguagem;
2. através do entendimento de como escrever programas que resolvam os problemas propostos;
3. através do entendimento da estratégia de solução utilizada para resolver o problema aplicada a qualquer outro problema formal, tal como resolver o problema em outra linguagem de programação.

O terceiro item representa a "transferência" do entendimento para um novo domínio e este foi o foco do estudo conduzido por este grupo. Isto é, como acontece a "transferência do treinamento" para outros domínios.

Com base nestas possibilidades foram levantados três questionamentos, os quais foram investigados.

As afirmações 1, 2 e 3 são uma tradução destes questionamentos:

**AFIRMAÇÃO 1:** O entendimento da linguagem de programação irá aumentar a habilidade de pensar de uma pessoa.

CONCLUSÃO: Sob apropriadas condições, o entendimento de como programar pode resultar em uma aumento da habilidade de traduzir o problema para equações e da habilidade de obter uma solução numérica correta para a equação. Existem grandes provas indicando que isto pode melhorar radicalmente a habilidade de pensar em geral.

AFIRMAÇÃO 2: Certas habilidades do pensamento podem aumentar o entendimento de programas.

CONCLUSÃO: O sucesso de entendimento de uma linguagem de programação (Basic, no estudo feito) foi relacionado às habilidades intelectuais em geral, especialmente com o raciocínio lógico e a capacidade espacial. O mais importante foi que a averiguação desta afirmação identificou duas capacidades específicas do pensamento que são baseadas em uma análise cognitiva das tarefas da linguagem (Basic):

- a capacidade de transladar palavras do problema para modelos matemáticos (equações);
- a capacidade de predizer a saída de um determinado procedimento ou a saída de um conjunto de assertivas.

Ambas capacidades estão ligadas intrinsecamente à habilidade de compreensão das pessoas e, portanto, o aprendizado de uma linguagem melhora suas capacidades de pensamento.

AFIRMAÇÃO 3: O pré-treinamento de certas capacidades do pensamento pode aumentar o entendimento de programas.

CONCLUSÃO: O pré-entendimento de programas é tão eficiente quanto o pré-treinamento isomorfo de uma linguagem de programação (Basic). Isto é importante, porque mostra que o

pré-treinamento produz compreensão e providencia uma fundamentação para o entendimento de uma linguagem de programação.

A conclusão desta investigação encoraja a idéia de que o entendimento de como programar pode ter efeitos positivos sobre as capacidades do pensamento, efeitos estes que estão diretamente relacionados com o entendimento da linguagem de programação. Não existe no entanto nenhuma evidência convincente de que, em geral, a capacidade de entendimento de como programar interfira nas habilidades intelectuais.

#### 5.7.2 Sistemas de computação gráfica no ensino de matemática

Há cem anos atrás a prensa de impressão foi a precursora de uma radical remodelagem da natureza da educação. Através da palavra impressa a informação se tornou acessível para aqueles que não gozavam do privilégio de poder contratar um professor.

Hoje nos aproximamos de uma nova revolução tecnológica, a qual pode causar um impacto sobre educação tão significativo quanto o da prensa: o aparecimento de computadores de preço acessível e que podem ser usados por estudantes na aprendizagem, em jogos e em explorações.

Se adequadamente utilizadas, estas máquinas podem se tornar instrumento de criação onde a ampla exploração do ambiente interativo pode dissolver a barreira da produção do conhecimento, assim como a prensa dissolveu a barreira da transmissão da informação.

É ponto pacífico, neste trabalho, que a ação de manipular objetos concretos é essencial para que a educação se efetive verdadeiramente.

Os sistemas gráficos de ensino podem oferecer muitas oportunidades para o estudante aprender matemática (ou qualquer outra ciência) através da "prática".

A experimentação é um importante ingrediente na descoberta.

A grande quantidade de "fenômenos" que estudantes podem investigar através de modelos visuais mostrados pelo computador pode encorajar um estilo de educação onde o "entendimento através da descoberta" torne-se mais do que uma frase bem intencionada. O mais importante nesta tentativa de usar sistemas gráficos para ensinar matemática é a expressão de conceitos matemáticos em termos construtivos (ou processo orientado de formulações) o qual é freqüentemente mais assimilável e mais harmônico com os métodos intuitivos de pensamento do que com o formalismo dedutivo axiomático no qual os conceitos são usualmente considerados.

Os sistemas gráficos para ensino de matemática que vêm sendo utilizados concentram sua utilização no ensino superior, mas isto aos poucos está mudando.

#### 5.8 Ponderações num projeto de sistema de ensino de matemática

Sistemas de ensino são dirigidos a usuários do tipo estudantes, onde é fator extremamente importante aprender a pensar.

Não entraremos aqui no mérito entre ser mais adequado ao ensino de matemática o uso de sistemas gráficos ou de linguagens de programação gráficas. A definição de um planejamento de projeto de sistema de ensino de matemática

que se adapte às capacidades cognitivas do usuário estudante é o objetivo central aqui.

Um modelo de sistema de ensino razoável deve manter a conexão entre entendimento do sistema e entendimento do pensamento.

Sistemas de ensino de matemática são projetados segundo as etapas descritas no capítulo 2. Estas etapas se referem a um método de projeto previamente escolhido. O método de projeto envolve o projeto de software e o projeto das interfaces.

*/// até aqui*

#### 5.8.1 Projeto do sistema

A organização lógica segue as etapas definidas no planejamento de projeto de software, isto é:

- definição do problema:
  - \* identificação dos dados iniciais;
  - \* verificação das restrições que o problema impõe;
  - \* listagem dos objetivos a serem atingidos.
- escolha da estratégia de solução:
  - \* análise do ambiente e aplicação (definição dos requisitos do sistema);
  - \* análise dos recursos de implementação (definição das restrições do projeto).
- planejamento do desenvolvimento do processo de projeto:
  - \* definição do tipo de sistema que será construído;
  - \* escolha do método de projeto.

O cuidado que se tem que ter mediante o planejamento de um sistema de ensino é que aspectos antes

pouco relevantes tornam-se fundamentais quando ponderados neste contexto. Cita-se a exemplo disto, permitir a reversibilidade das operações que se antes era facultativa, neste contexto já não mais o é, pois ela subsidia a construção da idéia de transformação inversa ( $T^{-1}$ ) de uma transformação (T). Da mesma forma a exibição de uma ação executada deve explorar ao máximo a percepção visual do usuário, pois é no seu entendimento correto que está o principal problema da Teoria da Informação - a distorção da informação.

Desta forma aconselha-se que na etapa da definição do problema o projetista explore exhaustivamente os recursos que subsidiam o pensamento formal, isto é, recursos que subsidiam a manipulação de modelos concretos na construção de conceitos.

#### 5.8.2 Projeto das Interfaces

Projeto de interfaces é assunto muito em moda e também quando associado a sistemas de ensino, toma forma de investigação. A investigação em busca de interfaces que ajustem as informações que os sistemas têm que exibir ao padrão de percepção do usuário (o padrão de percepção do usuário é obtido através da análise das limitações de suas capacidades) tem recebido crescente atenção.

A característica de sistemas amigáveis é altamente desejada em sistemas de um modo em geral. Em sistemas de ensino esta característica torna-se fundamental. Ser amigável neste contexto é projetar interfaces que ponderem além das necessidades do sistema, as necessidades do usuário.

O planejamento das interfaces do sistema seguem o seguinte roteiro de elaboração:

- definição do projeto de diálogo:
  - \* identificação do esquema de fluxo da informação,
  - \* escolha do tipo de diálogo;
  - \* definição do diálogo propriamente dita.
- escolha da estratégia de solução:
  - \* definição dos dispositivos de entrada e saída;
  - \* avaliação dos tempos de resposta.

É certo que o projeto de software é responsável pela definição das potencialidades do sistema e que o projeto de interfaces se preocupa com o processo de entendimento do sistema. Neste entendimento é assumido que o usuário irá entender segundo seu próprio pensamento, que é um misto de percepção e cognição.

No contexto de ensino de matemática (como no de outras ciências) o projeto de interfaces deve respeitar e enfatizar a capacidade criativa do usuário seja na definição dos elementos da tela (que ações o sistema possibilita), seja na definição das possibilidades de manipulação destes elementos (como estas ações se viabilizam). Particularizar o projeto de interfaces a um usuário padrão de uma comunidade em ambiente de aprendizagem é uma contingência. Restrições de vocabulário, altos níveis de dispersão, dificuldade de assimilação, etc, são alguns do grande elenco de problemas que tem seu tratamento terapêutico já na interface do sistema de computação.

Acredita-se que a definição de interfaces gráficas dá subsídios maiores para o raciocínio em ciências exatas. Uma das justificativas para esta crença está no modelo de desenvolvimento do pensamento tão bem caracterizado no trabalho de Piaget, segundo o qual a visualização e manipulação do modelo concreto precede a "visualização" e manipulação do modelo mental. Mesmo que este modelo concreto



seja apenas um modelo visual, esta afirmação continua valendo.

Procurar de todas as formas melhorar o ensino é uma contingência dos tempos. Quem garante que não exista aqui uma importante ferramenta que concatenada com outras tantas irá restaurar o "elo perdido" entre ensino e aprendizagem efetiva ?

## 6 PROJETO DE INTERFACES GRAFICAS PARA O ENSINO DE DEFICIENTES AUDITIVOS

### 6.1 Caracterização de um usuário para um sistema de ensino com computação gráfica

#### 6.1.1 Perfil do usuário surdo

##### 6.1.1.1 Surdez - definição

A surdez é um estado patológico do aparelho auditivo, que impede a escuta dos sons. Ela pode ser herdada ou adquirida. Na realidade a surdez não é uma enfermidade, mas sim uma síndrome (reunião de sinais e sintomas provocados por um mesmo mecanismo e dependente de causas diversas).

São inúmeras as enfermidades que podem causar o surdez severa nos primeiros tempos de vida, intra e extra-uterina, e que trazem como consequência mais imediata a fala deficiente e a baixa capacidade de compreensão da linguagem oral e escrita.

A mudez é um sintoma que pode ter sua origem em diversas causas; uma delas pode ser a surdez.

O aluno surdo deve ser bem caracterizado para que se possa entender o sentido exato desta denominação. A palavra surdo expressa um quadro clínico global e completo. Os portadores desta deficiência têm dificuldades de se comunicar através da linguagem oral, fala desarmonica, geralmente são educados em estabelecimentos especiais e sua base de conhecimentos abstrata, formada a partir de suas vivências, é diferente da base de conhecimentos abstrata das crianças ouvintes.

A compreensão do que significa uma criança ser surda não é trivial. Segundo Myklesbust, 1966 Apud [PER 78] explicar que uma criança surda é como as outras exceto que não pode ouvir é uma simplificação demasiada e é fazer uma injustiça com a criança surda. A surdez é uma incapacidade que afeta muitas faculdades da criança em pleno desenvolvimento.

A síndrome da surdez está dividida em três principais grupos:

- surdez hereditária (surdez genética): este tipo de surdez consiste em uma alteração genética do indivíduo e que se transmite segundo as possíveis combinações dos gens.
- surdez adquirida pré-natal: este tipo de surdez é produzida pela ação de um fator infectivo, tóxico ou traumático sobre ambos os ouvidos na fecundação ou durante o período pré-natal. Como não há lesão do gen ela não se transmite para as futuras gerações.
- surdez adquirida pós-natal: é produzida por lesão infectiva, tóxica ou traumática bilateral sobre o órgão do ouvido depois do nascimento. Não é transmissível.

Usar o termo surdez congênita é pouco claro, pois o portador deste tipo de surdez poderia tê-la adquirido no período pré-natal ou tê-la herdado. Além disto, congênito parece indicar uma lesão que reside no gen e portanto ela se referiria somente a surdez herdada.

#### 6.1.1.2 Sequelas da surdez

##### 1) Fonação

Crianças surdas que não possuem um tratamento adequado apresentam como uma das características a fala

defectiva.

Os movimentos da articulação dos sons são muitas vezes defeituosos ou têm como consequência imediata fala defectiva.

Os surdos apresentam alteração rítmica na fala. Algumas vezes esta alteração é discreta e pode desaparecer espontaneamente, em muitos outros é relativamente importante. O transtorno do ritmo é ocasionado pelo esforço articulatório que o surdo faz.

A mudez completa raramente se apresenta no surdo. A maioria deles articula algumas palavras com base na vogal "a". É freqüente que estas vocalizações sejam tomadas e interpretadas como palavras, mas para a criança surda estas vocalizações não tem valor significativo, não são úteis e portanto elas podem cair em desuso.

Em geral quando a surdez é adquirida a criança possui um vocabulário maior do que a criança surda pré-natal e uma maior capacidade de compreensão da linguagem oral/escrita.

## 2) Linguagem mímica

A linguagem mímica é natural para o surdo.

Um gesto mímico é a expressão do pensamento do surdo e pode corresponder a uma frase (de palavras) de uma criança ouvinte. Para a criança ouvinte as palavras da frase são os elementos que constituem o sentido. Para o surdo o gesto é um todo, é tudo que a sua necessidade de entendimento e comunicação exige.

Os gestos podem classificar-se em três grupos:

- gestos demonstrativos (gestos indicativos): são gestos mais tradicionais. Eles derivam de um

movimento indicativo consciente, como apontar na direção de , por exemplo.

- gestos representativos (gestos imitativos): o gesto representativo surge a partir da capacidade imitativa da criança. Eles admitem vários graus que vão desde a personificação completa a uma simples alusão. Estes gestos podem tomar dois aspectos:

- a representação no espaço do contorno do objeto que se quer representar;

- a formação plástica manual do volume do dito objeto.

As vezes um objeto se representa somente através de suas características, por exemplo, volante de automóvel é o movimento de "virar" a direção.

- gestos simbólicos : estes gestos se utilizam da transposição de idéias por associação. Exemplos destes gestos são a continência militar, os gestos de saudação, abanar a mão, etc. Em muitos casos essa associação não pode comprovar-se, por exemplo, os sinais de negação e afirmação com a cabeça, fechar o punho para manifestar os sentimentos de ira e de ódio, etc. Cita-se, a exemplo, alguns gestos simbólicos dos surdos:

Objetos que se expressa com um movimento necessário:

- . tampa : simula a ação de tampar ou destampar algo;
- . sopa : simula a ação de saborear uma colherada ou de servi-la com a concha;
- . caneta: simula a ação de escrever;
- . relógio: mostra o movimento dos ponteiros do relógio e dá corda;
- . porta : simula a ação de abrir e fechar a porta;
- . chave : mostra a ação de virá-la na fechadura.

Objetos que se expressa segundo sua maneira de

fabricação ou obtenção:

- . leite : ação de ordenhar;
- . nata : ação de bater.

Objetos que se expressam pela forma de carregar:

- . saco : ação de pegá-lo e segurá-lo no ombro;
- . ferro de passar : ação de passar roupa;
- . mochila : ação de segurar os tirantes.

Objetos que se expressa simulando seu contorno:

- . mesa : mostrando a superfície plana com a palma das mãos;
- . casa : mostrando o telhado da casa e as paredes;
- . pastel: mostrando sua forma e a expressão facial de satisfação em comê-lo.

Objetos que se expressam pelo tato:

- . barro : fazendo o movimento de andar com dificuldade ou resvalar ou mostrando a viscosidade do barro com os dois dedos.

Ações que se pode expressar com posturas:

- . pensar : postura de estar olhando o vazio;
- . estudar: postura de estar estudando;
- . dormir : estar com a cabeça apoiada sobre a palma da mão.

Sentimentos que se expressa por movimentos:

- . amor : mão sobre o coração e expressão de ternura;
- . ódio : expressão de ira no rosto e punhos cerrados;

Medidas que se expressam pelo instrumento que mede ou pela forma de fazê-lo:

- . metro : movimento de medir e longitude aproximada expressa com os braços;
- . peso : ação de sustentá-lo com a palma das mãos balançando-as para cima e

para baixo sugerindo o movimento da  
balança;

. altura : ação expressa com as mãos.

Profissões podem ser expressas pela caracterização  
das ações que executa:

. médico: ação de tomar o pulso ou de  
escutar com o estetoscópio;

. aviador : movimentando as mãos como as  
asas de um avião;

. lavrador : fazendo o movimento de cavar a  
terra.

Pessoa é expressa pela roupa que usa, por exemplo:

. atleta : indicando a forma da camiseta e  
evidenciando sua agilidade motora.

Lugares são expressos, por vezes, por um  
detalhe:

. Madri: coroa;

. Rio : pelo gesto de carnaval;

. Sevilha: pelo balê característico;

. Rio Grande do Sul: pelo signo boleadeiras.

Designar determinadas pessoas:

por defeitos físicos ou particulares do  
rosto ou do corpo. Estes gestos  
correspondem a nomes próprios das pessoas.

Outras designações:

. Justiça: signo da balança;

. matrimônio: coloca o anel;

. polícia: mostra a carteira de policial;

. compreensão: acenar com a cabeça para  
demonstrar que compreendeu;

. dia : braços cruzados que se abrem como uma  
cortina.

Signos convencionais expressam sentimentos,  
definem lugares, etc.

Na linguagem mímica não existem artigos, nem indicações de gênero ou número, mas quando é necessário é especificada a quantidade através de um sinal. Existem três tempos de verbos : presente, passado e futuro, mas os dois últimos são expressos através da concatenação de uma partícula ao verbo no presente. Não existe voz passiva. O modo imperativo, interrogativo e a exclamação se expressam pela expressão do rosto. Não existe diferença entre pronome e adjetivo possessivo. A ordem das palavras é determinada pelos acontecimentos.

A linguagem mímica vem evoluindo enriquecendo seu vocabulário com novos "nomes". O mais curioso é que toda linguagem mímica é movimento e ação e não posições estáticas.

A precisão do signo depende da forma como o gesto é feito, da rapidez, da expressão facial e da postura do corpo.

#### 6.1.1.3 Caracterização do surdo

##### 1) Psicomotricidade

A criança surda não deve, em princípio apresentar mais deficiências que outras crianças.

Esta hipótese, em um primeiro momento, parece certa, mas ela não tem se confirmado na prática. A etapa mais estudada é a do desenvolvimento da criança a partir dos 6 anos que é quando a criança vai para a escola. Estudos mais especializados sobre a criança surda e seu desenvolvimento detectaram certos problemas psicomotores. Em geral, todos aceitam um desenvolvimento normal, mas foi



diagnosticado um ligeiro atraso no desenvolvimento do caminhar, especialmente quando existe uma lesão no labirinto. O caminhar da criança surda pode não ser gracioso, pode apresentar balaço defeituoso dos braços, os pés podem ser arrastados ruidosamente, etc.

Myklebust vem realizando um trabalho muito importante neste sentido. Em seu trabalho ele compara atitudes específicas com o objetivo de chegar a uma análise funcional. Para isto ele usa como instrumento o "Teste de capacidade motriz" de Ozeretzki.

As constatações relatadas pelo autor e que se tem conhecimento, revelam um pequeno atraso da motricidade das crianças surdas com relação as crianças ouvintes. Este teste se vale de uma lista de itens a serem averiguados. Desta lista somente a precisão e a destreza manual não apresentou atraso significativo.

De modo geral não se considera que o surdo possua um atraso motriz, excluindo os que possuam os possíveis problemas de desenvolvimento do caminhar.

## 2) Inteligência

O estudo da inteligência e sua relação com a linguagem é um dos temas fundamentais da psicologia e como tal sofre as conseqüências do estado atual desta ciência.

Na opinião geral dos autores, o desenvolvimento intelectual da criança surda está atrasado de 2-5 anos, sendo que o motivo do atraso é a ausência de linguagem a qual normalmente permite outros desenvolvimentos (tanto na informação escrita como na expressão e nas estruturas mentais que estão se estabelecendo).

O mais afetado, com a falta de fala, é o

pensamento abstrato. O raciocínio lógico, a simbolização, o cálculo, a classificação e tudo que requer uma linguagem interior a qual só é estabelecida rudimentarmente a nível de surdo.

Dizer que uma criança surda têm um atraso de 2-5 anos com relação a uma criança ouvinte é uma afirmação muito vaga. Em primeiro lugar ela não leva em conta que entre as crianças surdas existem as mesmas diferenças que entre as crianças ouvintes. Em segundo lugar não é especificado suficientemente em que consiste este atraso e em que aspectos ele é considerado. Tão pouco se tem em conta o nível de estimulação que está tendo a criança.

Segundo o resultado de diversas investigações, quanto ao desenvolvimento das estruturas lógicas, seguindo o modelo proposto por Piaget e alguns outros modelos, é qualitativamente igual ao das crianças ouvintes porém quantitativamente não é o mesmo. Concluiu-se ainda que a linguagem não é elemento essencial, apenas um fator coadjuvante que influencia a partir de um certo nível de complexidade.

Estudos mais completos sobre a psicologia do surdo e de sua inteligência são atribuídos a Myklebust. Seu trabalho sobre a memória não se limita a examinar a memória visual do surdo para estabelecer possíveis diferenças entre a memória visual do surdo e a memória visual do ouvinte. Este autor examinou outros fatores como: memória tátil, memória de localização, memória espacial de imagens, etc. A partir da coleta de dados referente a cada um dos itens avaliados para ambas comunidades (de crianças ouvintes e surdas) foi estabelecida a distribuição de Poisson associada a cada comunidade. Uma análise comparativa entre crianças ouvintes e surdas pode ser visualizada através da figura 6.1.

A partir dos resultados obtidos desta pesquisa percebemos que a visão do surdo é bastante desenvolvida para imagens não simbólicas, pois quando é necessária uma base simbólica os resultados são inferiores. Isto provavelmente se deve ao fato da imagem ser construída a partir de palavras, as quais são abstrações de símbolos.

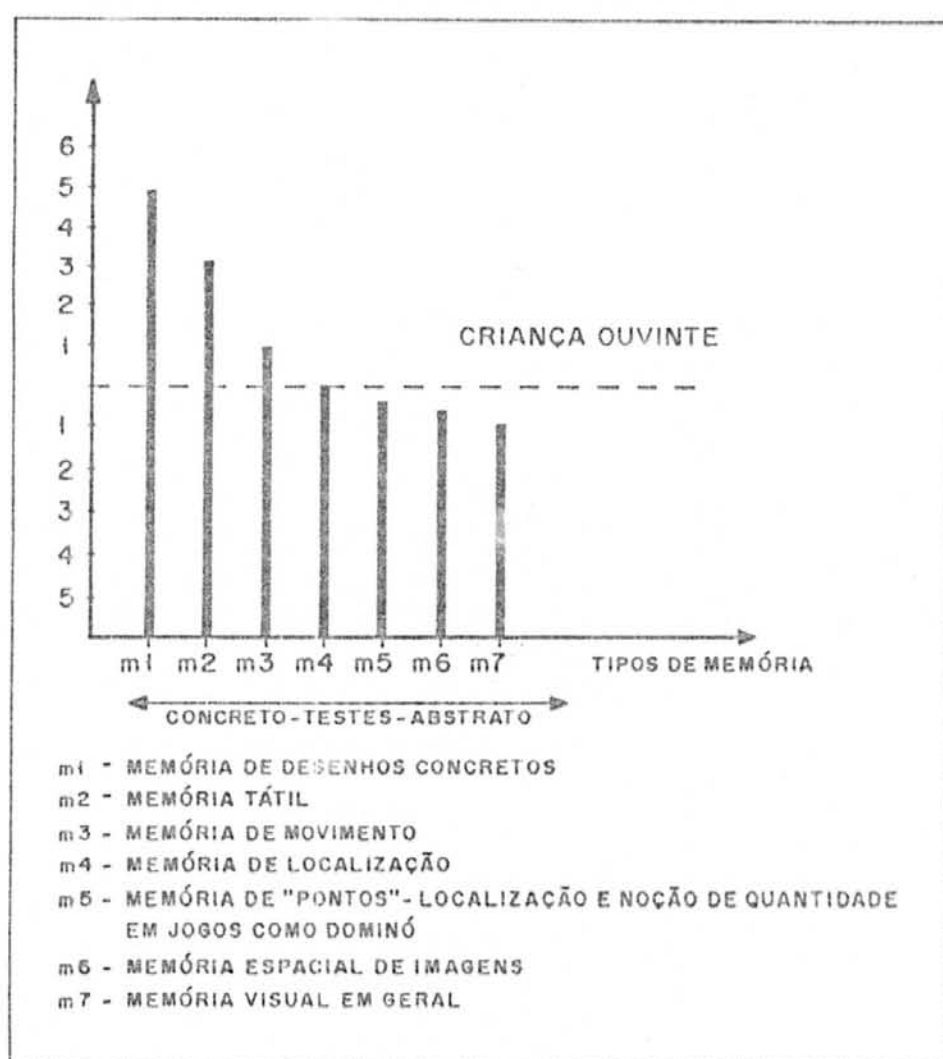


FIGURA 6.1 : Comparação entre surdos e ouvintes segundo vários tipos de memória

A criança surda supre muito bem sua deficiência auditiva com uma grande percepção visual. Um mínimo movimento, o mais ligeiro gesto do rosto, o movimento de uma sombra é por ele captado e interpretado. Não obstante a

visão supre muito mal o sentido espacial e não ajuda na localização de saber a localização da fonte sonora.

#### 6.1.1.4 Métodos de ensino para surdos

Os métodos de ensino de surdo são basicamente quatro:

- leitura labial;
- linguagem manual;
- palavra sugerida;
- método oral.

Tem-se ainda a comunicação total que não é um método de ensino, mas um modo melhor de se estabelecer a comunicação entre dois indivíduos.

Destes, analisaremos mais atentamente a leitura labial, a linguagem manual e a comunicação total.

#### Leitura labial

Leitura labial consiste em ler as palavras diretamente da boca de quem as fala. Alguns autores a chamam de leitura da palavra, leitura labiofacial, leitura orofacial porque o surdo observa toda a expressão do rosto do interlocutor e não somente seus lábios.

A leitura labial é mais ou menos praticada por todos, o que acontece é que fazemos isto inconscientemente. Nos damos conta disso em um sentido negativo, por exemplo: ao ver um filme cuja dublagem está mau sincronizada, isto nos perturba pela falta de concordância entre o movimento labial e os sons percebidos.

Para o surdo a leitura labial é uma importante via de aquisição de conhecimentos. A leitura labial,

desafortunadamente, não oferece uma substituição total e completa da linguagem falada, pois existe um ponto importantíssimo a ser considerado: a leitura labial está ligada ao conhecimento prévio da linguagem. Ensinar uma criança surda através deste método de ensino não é tão fácil quanto se diz e se propaga. Só podemos ler e entender a língua que conhecemos

A leitura labial se baseia na suplência mental (leitura labial como ferramenta para melhorar a compreensão do que escutamos) que todos possuem. Do mesmo modo como acontece com a escrita, esta capacidade de compreensão varia segundo cada pessoa. A compreensão da leitura labial é melhor se em algum momento anterior já se tenha falado. Uma boa inteligência e formação léxica são fatores muito importantes para o êxito da leitura labial.

#### Linguagem manual

Existem duas formas de utilização dos signos manuais:

- utilização dos signos manuais que equivalem a signos gráficos (alfabeto manual) para expressar palavras;
- utilização de signos manuais que expressam palavras ou idéias (linguagem gestual ou mímica).

A expressão do pensamento por meio de movimentos das mãos não é um conceito novo e todos os métodos de ensino que se baseiam no movimento das mãos são ditos métodos manualistas.

#### Linguagem mímica

Existem cada dia mais autores que acreditam que a

Linguagem manual é a expressão natural do surdo.

A mímica não é gramatical e nem sintática. Torná-la gramatical é uma atitude inteligente e viável através da escola.

A mímica expressa quase tudo com bastante rapidez, pois ela está sujeita a lei da economia (o que se pode expressar com um dedo, não deve usar toda a mão) e a lei da máxima expressão.

Um dos princípios gerais desta linguagem está baseado no movimento e em posições. O movimento do dedo indicador pode significar: eu, tu, ele ou ela - segundo a pessoa que se indica. O movimento semi-circular do dedo indicador: nosso, vosso, deles ou delas - de acordo com a forma que se efetua o movimento. Duas coisas sinalizadas indicam que elas devem suceder-se, isto é, sinalizar "sopa" e "prato" logo em seguida pode significar "por sopa no prato". A expressão do rosto indica emoção, alegria, pergunta, enfado, espera de resposta, etc. O significado de algumas palavras se obtém através da união de outras, por exemplo:

aluno	:	estudante	"+"	livro
vovô	:	homem	"+"	velho
quartel	:	casa	"+"	soldado

A linguagem mímica tem carência quanto a diferenciar substantivos, verbos e adjetivos. Os verbos são expressos por um sinal que expressa antes ou depois, unido com a sinalização do verbo.

Os gestos mímicos correspondem sempre a uma idéia. Ao analisar as diversas classes de gestos constata-se que eles possuem um valor semântico e uma organização bastante diferente da palavra falada, isto é:

- um movimento expressa um objeto que é quase sempre estático;
- uma posição imitativa da ação pode expressar uma ação;
- a classificação é pouco definida, pois não aparece sozinha;
- as quantidades relativas não existem ou são confusas;
- expressões faciais ou posturas expressam admirações;
- gesticular ações como parte essencial de si mesma, isto é, segundo se expressa advérbios. Para alguns é necessário um segundo gesto ou vários outros gestos;
- não existe artigo;
- o gênero é determinado pelo sexo das espécies animais;
- gestos convencionados expressam nomes de pessoas e são particulares a cada pessoa;
- vários gestos descritivos da forma, utilidade e uso do objeto expressam os substantivos;
- não é fácil gestos para nomes genéricos e espécies animais;
- nome unido com a expressão que significa "muitos" ou "alguns" expressa o plural;
- gestos indicativos expressam somente pronomes pessoais;
- poucas conjugações de verbos são usadas. Seu uso se restringe a surdos adultos e com base na linguagem oral.

Tem-se então que na linguagem mímica são componentes básicos para a compreensão do que se deseja expressar: a rapidez da execução dos gestos; a forma e intensidade dos gestos; o lugar do espaço onde se realizam; a expressão do rosto e os movimentos concomitantes de partes superiores do corpo especialmente ombros e braços.

A linguagem mímica é altamente dependente da pessoa que a utiliza. A expressividade que é ponto forte deste tipo de comunicação depende de determinadas características da sinalização.

Quanto ao processo educativo, existem passos que a mímica oferece obstáculos. Seu uso faz mais difícil ao surdo aprender a ler e a escrever segundo o padrão gramatical dos ouvintes.

#### Alfabeto manual

A dactilologia é a substituição da letras escritas por signos feitos com os dedos da mão. É uma espécie de escrita no ar. A principal diferença com a linguagem mímica é que esta não pode ser decomposta em letras porque o gesto não tem elementos.

O uso da dactilologia implica em codificação da palavra através de outros meios e que resulta em escrita e leitura segundo o padrão dos ouvintes.

A linguagem dactilológica pode ser feita com uma ou duas mãos. Esta linguagem não possui pausas, pois os movimentos dos dedos são contínuos.

O alfabeto manual permite grande precisão de comunicação aos surdos, no entanto ele deve ser aprendido para servir ao ensino já que este alfabeto não é espontâneo nem natural. Ele é mais lento que a linguagem oral (cinco letras é a capacidade média de gesticulação) e um grande inimigo do método oral.



### Palavra sugerida

O método utiliza 10 signos que identificam fonemas. Este método prevê em seu uso a informação do fonema com o movimento labial correspondente. Seu uso sem os lábios não é inteligível. Três dos signos são posições da mão que identificam grupos vocais que contrastam visivelmente. Desta forma dentro de cada grupo é possível identificar cada vogal nos lábios. O uso simultâneo das posições da mão (para signos vocais) e da configuração das mãos (para signos consoantes) resulta em palavras.

A velocidade de comunicação é teoricamente o dobro da velocidade do alfabeto manual.

### Método oral

O método oral se inspira no método de ensino onde as idéias são semeadas e sua germinação é espontânea através de palavras que a criança compreende as quais podem transformar o primitivo semente em idéia, pondo em marcha os sentidos, o sentimento e a inteligência.

O surdo, através deste método, aprende a linguagem dos ouvintes através de múltiplos exemplos, os quais são ordenados segundo um critério lógico que está em consonância com a estrutura da língua.

O critério lógico de ordenação dos exemplos leva o surdo a deduzir princípios e a distinguir normas, os quais usados consecutivamente podem ser reduzidos a fórmulas de concatenar palavras para expressar idéias.

Este método de ensino proporciona uma rápida aquisição do uso de verbos em sua forma imperativa.

O surdo pode então se expressar prontamente em

frases que expressam o seu pensamento, seguindo uma ordem pré-estabelecida no ensino da língua.

### Comunicação total

O termo comunicação total, quando aplicado a problemas de educação do surdo, sugere uma vasta gama de sinais e técnicas usadas entre professor e aluno para garantir um relacionamento social adequado, com a adequada estimulação de conceitos que são básicos para este relacionamento. Ela é chamada de comunicação total porque inclui, além da linguagem escrita e falada, também uma linguagem que é própria do surdo: a linguagem de sinais, a mímica e o alfabeto manual.

Segundo Belinda Burges [BUR 79], do Gallaudet College, comunicação total não é um método de ensino, mas sim um modo de alcançar a melhor maneira de comunicação entre dois indivíduos.

A comunicação total enfatiza o desenvolvimento da comunicação e portanto é necessário utilizar diferentes estratégias de comunicação em diferentes estágios do desenvolvimento.

As seguintes estratégias podem ser usadas além da linguagem de sinais, da mímica e do alfabeto manual:

- a arte dramática e a dança;
- o uso de estimulação auditiva;
- os gestos;
- a leitura;
- a arte e outros.

Os indivíduos envolvidos em qualquer ato de comunicação devem estar conscientes das capacidades e limitações do outro e agir de acordo com isto.

Alguns itens com relação a comunicação total

seriam os seguintes:

- a comunicação total exige mente aberta;
- a comunicação total não é um método, mas uma forma de viver;
- a comunicação total dentro da escola, não significa falar e fazer sinais o tempo todo;
- a comunicação total significa um ajuste de enfoque do emissor para combinar com a situação do receptor;
- a comunicação total significa a utilização de amplificação acústica, a não ser que haja contra-indicação médica;
- a comunicação total não é fácil;
- existem diversos estágios na comunicação total;
- a comunicação total enfatiza o ser humano global;
- a comunicação total procura a perfeição na fala e no uso da linguagem de sinais;
- quando a comunicação total não é convenientemente desenvolvida, o nível de comunicação é severamente limitado.

O objetivo de qualquer escola ou programa em utilizar a linguagem de sinais, dentro da filosofia de comunicação total, é de que o aluno possa utilizar as estratégias apropriadas da comunicação nas situações diárias de sua vida, quer esteja com indivíduos deficientes auditivos ou entre pessoas ouvintes. O aluno deverá ter condições de comunicar-se.

A comunicação total oportuniza uma atmosfera de envolvimento total na comunicação.

Linguagem de sinais e comunicação total não são a mesma coisa. A linguagem de sinais é uma forma que pode ser usada para auxiliar no desenvolvimento de técnica de comunicação.

## 6.2 Modelo semântico da linguagem visual mais adequada para este usuário

A definição de uma Linguagem Visual conveniente e eficiente para subsidiar o ensino de um determinado conteúdo, deve ponderar os aspectos que se referem a sintaxe e a semântica da linguagem.

Os sistemas de ensino para atingir seu usuário surdo devem ter suas interfaces convenientemente amoldadas a maneira como este usuário percebe.

Das colocações anteriores tem-se:

- a criança surda supre muito bem sua deficiência auditiva através de uma aguçada percepção visual;
- a defasagem do desenvolvimento intelectual da criança surda é devida à ausência da fala;
- a fala é a primeira instância do pensamento abstrato e por isto o raciocínio lógico, o cálculo, a simbolização e tudo que requer uma linguagem interior específica só é estabelecido rudimentarmente no surdo;
- o desenvolvimento da linguagem é fator apenas coadjuvante para o desenvolvimento da lógica, até um certo nível de complexidade;
- a visão do surdo é bastante desenvolvida para perceber modelos de imagens não simbólicas. Entende-se por imagens simbólicas aquela que se utiliza de signos não representativos ou de modelos de percepção que não possuam características comuns com o objeto que representa;
- não se sabe se o surdo apresenta mais deficiências psicomotoras que a criança ouvinte. O que é certo é que sua destreza manual e precisão no

apontamento não apresentam atrasos significativos quando comparados a das crianças ouvintes;

- o método de ensino que parece manter maior harmonia com a natureza do surdo é o da linguagem mímica ou gestual que não é gramatical e nem sintática.

Em tese, a linguagem visual que a interface de sistemas de ensino para surdos irá usar não é diferente da utilizada em outros sistemas de ensino. O que particulariza a linguagem ao usuário são as instâncias do pensamento abstrato que ela manipula, isto é, o conjunto finito de signos que ela se vale para expressar idéias. Este conjunto deve possuir o valor semântico de uma classe de gestos.

### 6.3 Projeto de sistemas gráficos para ensino de geometria

Os métodos sob os quais se fundamenta o ensino de surdos, possuem por vezes, restrições que nem sempre podem ser contornadas a contento.

Se adequadamente projetados, sistemas de computação para ensino podem se apresentar como uma boa ferramenta para auxiliar a contornar algumas das restrições do ensino de surdos.

A adequação do projeto de sistemas para o usuário surdo é alvo de estudo e averiguação neste trabalho.

Estudos teóricos indicam que o desenvolvimento do pensamento da criança surda é análogo ao da criança ouvinte salvo no tocante ao pensamento abstrato onde o desenvolvimento das estruturas lógicas é qualitativamente igual ao da criança ouvinte, mas quantitativamente não é o mesmo. Desta forma, tem-se em tese que:

- (1) o projeto de software educacional possivelmente permanece invariante para usuários surdos e

ouvintes desde que subsidie a construção de conceitos abstratos;

- (ii) o projeto das interfaces de sistemas para ensino pode ter que se ajustar mais convenientemente ao usuário surdo. É provável que este ajuste aconteça a nível de definição da linguagem visual que a interface utiliza.

Ciente de que não se está fugindo a regra dos modos de validação que até hoje vêm sendo utilizados para verificar o comportamento humano, a verificação da tese foi feita através de experiências.

### 6.3.1 Projeto das Interfaces do sistema

A descrição do projeto de interfaces foi feita informalmente seguindo as etapas de projeto de diálogo sugeridas em [MAR 73].

#### Definição do projeto de diálogo

##### PROPOSITO DO DIALOGO:

O usuário para o qual este sistema foi projetado é portador de deficiência auditiva. Os conteúdos que o sistema subsidia o entendimento dizem respeito ao desenvolvimento do pensamento abstrato que, como já foi dito anteriormente, é parte do desenvolvimento do pensamento mais prejudicada pela falta de audição.

O pensamento abstrato requer a utilização de uma linguagem interior. O desenvolvimento desta linguagem interior se viabiliza em ambiente de ensino também através do aprendizado de geometria, pois esta aprendizagem possui um acentuado caráter empírico. Instâncias iniciais do ensino de geometria envolvem o

domínio pleno de pensar através de problemas concretos e evolui até o pensamento abstrato.

Aprender geometria é desenvolver o pensamento, isto é, é desenvolver toda a lógica axiomática subsequente de instâncias mais elaboradas do pensamento.

O uso de sistemas de computação neste contexto se apresenta como ferramenta de ensino que vem ao encontro do problema de transmissão de informação entre professor e aluno surdo. Assim a linguagem visual que o sistema utiliza deve se constituir de um conjunto de signos representativos para o usuário e subsidiar a transformação de um comportamento passivo na aprendizagem para um comportamento ativo.

#### FLUXO DA INFORMAÇÃO:

O sistema opera na forma "on-line" onde usuário e sistema se comunicam diretamente. Uma possibilidade de se estabelecer uma linha direta é o usuário informar dados ou requerer informações através de um teclado e visualizar sua solicitação de ação através de um monitor. O sistema de computação executa a ação que lhe foi solicitada e exibe o produto da execução na tela de um monitor.

#### ELEMENTOS DA LINGUAGEM VISUAL:

Diante das restrições de vocabulário do usuário do sistema, a linguagem visual utiliza um conjunto de signos representativos para o usuário e um conjunto de palavras associadas a estes signos. Definiu-se desta forma, os elementos da linguagem visual para que fosse possível usar a complementaridade da leitura, isto é, possibilitar a leitura da palavra escrita (signo não

representativo) e a visualização do signo representativo ou ícone (idéia semântica associada que a palavra traz embutida).

Os signos e ícones da linguagem visual foram definidos a partir do vocabulário dos usuários do sistema e das formas gráficas que se supôs manter consonância mais estrita com o modelo de percepção do surdo e com a semântica do signo. Alguns dos signos utilizados não eram conhecidos pelo usuário, mas seu entendimento através do ícone associado contribuiu para incrementar o vocabulário desta comunidade.

A linguagem visual foi apresentada ao professor de matemática destes alunos para que fossem feitas as devidas considerações.

A cardinalidade deste conjunto foi definida pelo projetista a partir da interpretação pessoal das primitivas suficientes e necessárias para resolver um conjunto de situações problema previamente determinado.

#### TIPO DE DIALOGO UTILIZADO PELO SISTEMA:

O sistema de computação que se está propondo é dirigido a usuários do tipo alunos. Nesta comunidade aprender a pensar é fator dominante na definição do sistema. Para tanto é necessário manter a conexão entre entendimento do sistema e entendimento do pensamento.

Julgou-se ser mais adequada a utilização de seleção de cartões, pois este estilo proporciona:

- excelente auxílio às nossas limitações de memória (lembrar é mais difícil que reconhecer);
- número menor de erros de digitação.

Uma vez feita a opção por um estilo de interação,



fez-se as seguintes ponderações quanto aos cardápios que serão utilizados:

- a escolha permitida é de um único item do cardápio a cada vez;
- o tamanho máximo da lista de itens é de 8 opções;
- a ordenação dos itens é aleatória;
- a seleção é feita através do movimento de uma caixa retangular em vídeo reverso;
- as mensagens são bastante explícitas e usam tom positivo;
- a reversibilidade das ações é permitida ao longo do sistema através da operação apaga;
- um padrão organizado de tela é mantido ao longo do sistema;
- as instruções idênticas são exibidas sempre na mesma área da tela.

A organização da tela do sistema, segue o esquema da figura 6.2.

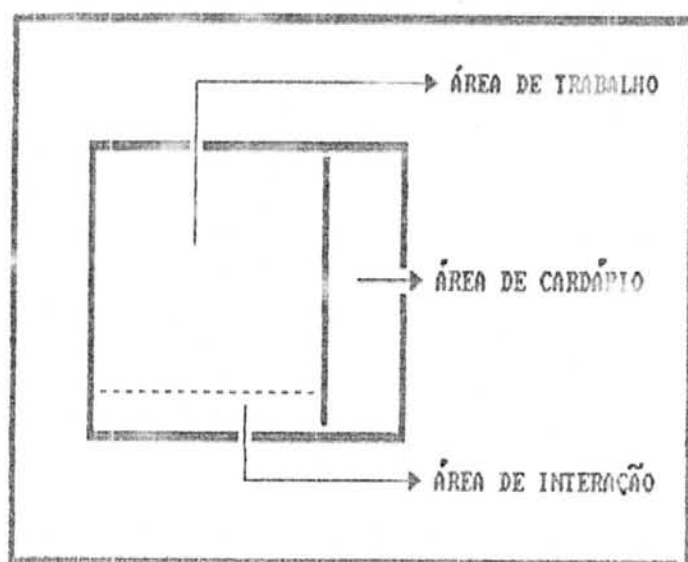


FIGURA 6.2 : Esquema de organização das telas do sistema

Optou-se por esta distribuição de tela porque:

- as teclas vetores ↑ e ↓ estão localizadas na porção mais a direita do teclado e por isto a área de cardápio ocupa a posição mais a direita da área física da tela;
- o sistema é do tipo interativo e se propõe a estabelecer um diálogo amistoso com o usuário. Desta forma se prevê que um número bastante pequeno de mensagens é suficiente para manter o padrão de conduta do usuário. A subutilização da área de interação justifica sua exibição não permanente.

Seguindo ainda o modelo cognitivo humano, onde o visível é mais fácil de entender do que o invisível, optou-se por visualizar, em tempo real, as ações que estão sendo executadas sobre o modelo visual - manipulação direta no plano.

No anexo III está o "hardcopy" da tela do sistema.

#### CRITERIO DE TEMPO DE RESPOSTA E RAZÃO DE EXIBIÇÃO

O tempo de resposta deve ser baixo para imprimir ao usuário um ritmo de trabalho não muito lento e auxiliá-lo na construção de uma "linha de raciocínio". Tempos longos têm como agravante o fator dispersão do usuário.

O estímulo intrinsecamente associado ao uso do computador deve ser explorado exhaustivamente, em ambiente de ensino. Isto não se verifica plenamente se as sessões de trabalho forem muito prolongadas devido ao alto tempo de resposta do sistema. Uma das expectativas que se tem do uso de sistemas de computação é perfazer uma tarefa em um tempo menor ou

Igual ao tempo que se levaria pessoalmente para fazê-la.

A razão com que os caracteres são exibidos na tela não precisa ser de ordem muito alta, pois os cardápios são exibidos por um certo tempo o que não torna crítico sua razão de exibição.

#### REQUISITOS DO DISPOSITIVO DE SAÍDA:

O sistema exige que o ambiente utilizado para sua implementação possua recursos gráficos adequados ao projeto de interface proposto, ou seja, tenha exibição de imagens gráficas em tempo satisfatório e apresente uma resolução de pontos que permita que a imagem exibida no monitor aproxime-se ao máximo de sua forma original.

O protótipo do sistema que segue no item 6.3.2 foi implementado em ambiente de microcomputadores da linha PC que possuem um dos adaptadores gráficos ou compatíveis:

- CGA
- MCGA
- EGA
- VGA
- Hercules
- AT&T 400
- 3270 PC

com resoluções que variam de 320linhas X 200colunas a 720linhas X 350colunas.

#### DEFINIÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA

O tempo de resposta do sistema em geral é de ordem inferior a 1 segundo.

## AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO DE DIALOGO

Este estudo objetiva avaliar a influência da interface gráfica de um sistema de computação interativa, sistema este que pretende subsidiar o ensino de alguns conteúdos de matemática da escola primária. Usou-se o protótipo em uma população de alunos portadores de deficiência auditiva.

Na escola especial onde o protótipo foi utilizado, a média de alunos surdos/sala de aula era de 8 alunos.

Estabeleceu-se que a turma de alunos observados deveria cursar pelo menos a oitava série para manter a homogeneidade curricular. Desta forma a investigação se valeu de uma turma de oitava série (a única na escola) a qual era formada por três alunos surdos. Os alunos não possuíam experiência no uso de sistemas de computação e a idade da população alvo de observação era bastante variada. Um dos alunos não era surdo de nascença.

Os alunos foram orientados sobre como usar o sistema gráfico que foi utilizado no experimento.

Enquanto os alunos resolviam as situações problema propostas, as seguintes observações foram feitas:

- 1) entusiasmo com que as situações problema eram resolvidas;
- 2) processo de pensamento envolvido para resolver a situação problema. Isto foi feito pedindo que pensassem através de linguagem de sinais;
- 3) tempo para entender como usar o sistema gráfico assim como tempo para resolver as situações problema;
- 4) tempo para entender as ações usadas no sistema gráfico e usá-las com desenvoltura para

resolver uma determinada situação problema;

5) nível de dificuldade que os alunos tiveram para entender o significado dos itens do cardápio.

As situações problema utilizadas foram selecionadas a partir do programa curricular de ensino. Estas situações problema estão contidas no anexo I.

Enquanto os alunos resolviam as situações problema, foram feitas entrevistas informais e as respostas para as questões contidas no anexo II foram registradas.

As ações que o sistema gráfico habilita através de seus cardápios objetivam explorar amplamente noções espaciais do usuário, em ambiente bidimensional, e construir esquemas de resolução que exercitem o pensamento estruturado.

### 6.3.2 Visão geral do protótipo de um sistema gráfico

O sistema gráfico proposto interage com o usuário através da manipulação direta em cardápios. Estes cardápios são constituídos por um "kit" de ferramentas de fácil utilização para a produção de modelos visuais de manipulação. Pontos e figuras planas podem ser desenhados (e apagados) separadamente ou em combinação.

O sistema permite ao usuário construir a solução de problemas através de seqüências de ações contidas nos cardápios.

As capacidades do sistema foram incluídas primeiramente porque elas são necessárias para resolver um conjunto de situações problema previamente determinado (ver

anexo I). Outra fonte de idéias para decidir que ações eram mais apropriadas incluir no sistema gráfico, foram os pacotes gráficos que correntemente são usados.

As interações com o sistema são feitas via teclado.

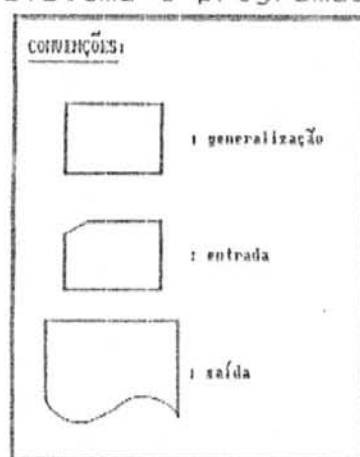
A solicitação de execução de ações constantes no cardápio é feita diretamente na área de cardápio através do recurso de colocar as palavras que correspondem as ações em vídeo reverso. A escolha de um item do cardápio é feita através das teclas vetores ↑ e ↓.

O sistema foi implementado visando simplificar a criação e manipulação de modelos visuais. Ele é uma ferramenta para subsidiar a construção de solução de problemas.

Para utilizar o sistema adequadamente o usuário não precisa dominar uma linguagem de programação nem ter tido experiências anteriores com computadores.

Quanto ao equipamento este sistema foi projetado independente do dispositivo e conseqüentemente pode ser codificado em qualquer linguagem com capacidades gráficas e utilizado em dispositivos que suportem imagens gráficas.

#### Fluxograma do sistema e programas



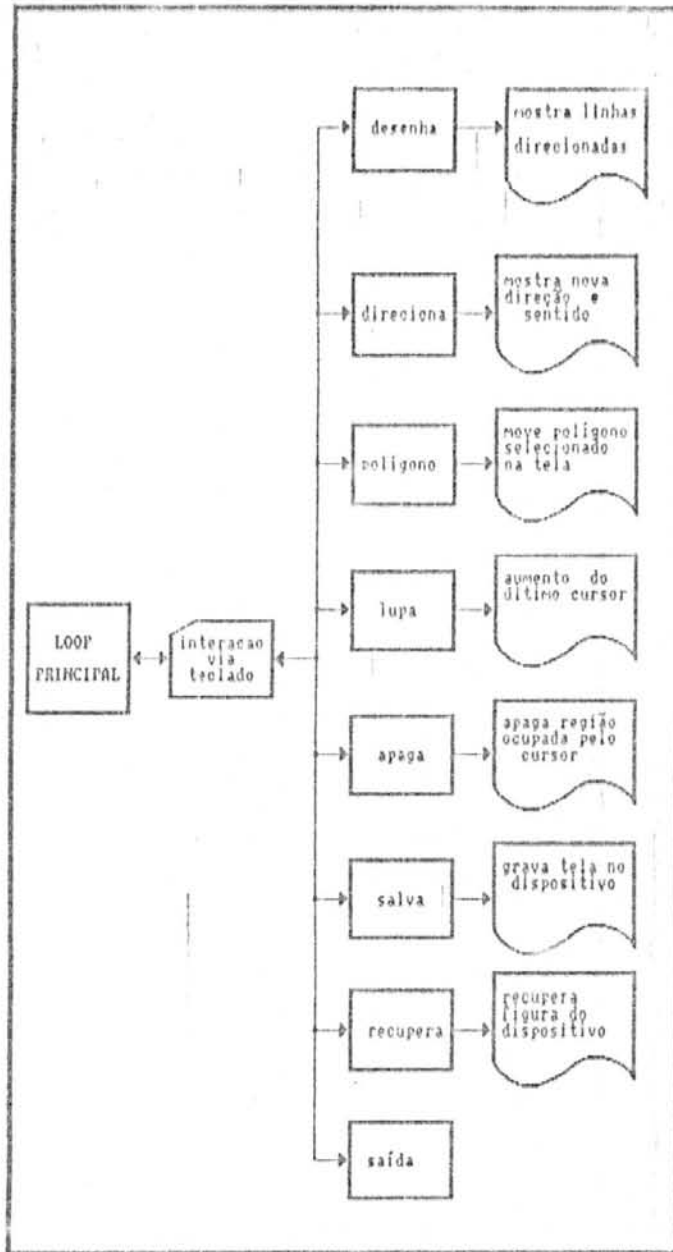


FIGURA 6.3 : Fluxo da função principal

### Descrição das funções

#### DESENHA:

Uma vez definida a direção e o sentido em que o cursor se movimentará, a cada movimento uma linha medindo a unidade definida será pintada. É conveniente a definição de uma opção que permita o avanço sem pintar, o que permitirá pintura em diferentes regiões (exemplo: desenho de linha pontilhada).

#### APAGA:

Apaga região ocupada pelo cursor. É necessário, portanto, a definição e apresentação de um novo cursor que corresponde às necessidades da aplicação (sugestão : apagador). Deve-se acrescentar ainda opções de movimento deste cursor e também movimento sem apagar a região. O cursor retoma sua forma anterior à da chamada na saída de apaga.

#### DIRECIONA:

Projetada para direcionamento do cursor de trabalho em desvios angulares fixos pré-definidos de acordo com o objetivo da aplicação e recursos de hardware disponíveis, especialmente quanto à resolução do monitor a ser empregado.

É com esta função que se obtém a direção e sentido que o cursor se movimentará. O usuário selecionará nova direção e sentido na área de interação.

#### SALVA e RECUPERA:

Lê ou grava a área de trabalho de/em uma memória auxiliar. A memória deve ser a disponível no ambiente de trabalho. Aqui o diálogo homem-máquina na área de interação



Inevitavelmente induzirá a uma entrada de dados via teclado. Esta abordagem leva ao estudo de apresentação de mensagens de erro auto-explicativas, uma vez que o menor erro resultará em insucesso na operação. Erros da entrada por razões mecânicas ou de outra natureza também devem ser devidamente detectados e tratados.

#### POLIGONO:

É apresentado na área de interação um conjunto de polígonos (triângulos e quadrados) conforme a opção, das quais o usuário deve optar por uma. Uma vez escolhida, o cursor tomará sua forma e é dado ao usuário a possibilidade de percorrer com a figura pela área de trabalho. A função é encerrada retornando ao cardápio exercícios após o usuário ter escolhido o lugar onde fixá-la. O cursor só será alterado por uma nova chamada à polígono ou na saída da opção atividades.

#### AUMENTA:

Escalonamento (aumento) do atual cursor (triângulo ou quadrado) sempre em proporção igual a todos os lados da figura e centrado. Preferivelmente o aumento deve ser definido como um inteiro fixo. Deve-se tomar muito cuidado se for dado ao usuário a possibilidade de poder decidir sobre qual o fator de escala a ser usado.

Algoritmo

## Função principal

```

mostra na tela cardápio principal
repete
  lê opção
  caso opção escolhida for:
    desenha então faça:
      assume cursor na sua forma default e
      direção e sentido atuais
      repete
        aceita teclas especiais
        se tecla for
          então percorre e pinta
        se tecla for barra de espaço
          então percorre sem pintar
        se tecla for <ENTER>
          então sai
      até que teclie <ENTER>
    direciona então faça:
      ativa área de interação
      mostra atual direção e sentido
      aceita nova direção e sentido
      desativa área de interação
      exhibe cursor apontando na nova direção
      e sentido
    polígono então faça:
      ativa área de interação
      mostra o conjunto de polígonos
      disponíveis no sistema
      aceita figura
      desativa área de interação
      cursor assume forma da figura
      escolhida
      repete
        aceita teclas especiais
        move cursor sobre a tela em
        direção e sentidos arbitrados
        pelo usuário
      até que seja digitado <ENTER>
    lupa então faça:
      calcula escalonamento
      apaga cursor
      exhibe novo cursor reescalonado com
      clipping
    apaga então faça:
      cursor assume forma de apagador
      repete
        aceita teclas especiais
        se tecla for de setas na direção
        e sentido da seta teclada
          então percorre e apaga
        se tecla for barra de espaço
          então percorre como antes sem
          apagar
        se tecla for <ENTER>
          então sai
      até digitar <ENTER>
    salva então faça:
      ativa área de interação
      aceita entrada de texto
      desativa área de interação
      faz acesso a dispositivo e escreve
      se acontece algum erro

```

```
        então informa erro ao usuário e
        trata erro
    senão grava área de trabalho no
        dispositivo
recupera então faça:
    ativa área de interação
    aceita entrada de texto
    desativa área de interação
    faz acesso para ler no dispositivo
    se algum erro for detectado
        então informa ao usuário e trata
        erro
    senão preenche área de trabalho com
        figura lida
    saída então limpa a tela
até que opção := saída
```

## 7 CONCLUSOES E SUGESTOES

Considerando o trabalho de pesquisa realizado constatou-se que o projeto das interfaces de um sistema de computação deve não somente subsidiar a interação usuário-sistema, mas também explorar ao máximo as capacidades inerentes do utilizador do sistema. Desta feita uma heurística de projeto de interface deve ponderar aspectos cognitivos e aspectos referentes à percepção do usuário.

A escolha de um estilo de interação vai depender do aspecto que se tem maior nível de exigência: flexibilidade de uso ou simplicidade de operação. É pouco provável que um estilo de interação miscigene estes dois aspectos.

Um fator importante que deve ser ponderado na escolha do estilo de interação, é o ambiente onde o sistema da computação será utilizado. Muitas vezes, o uso de técnicas sofisticadas pode não se justificar diante do ambiente de aplicação.

A análise realizada neste trabalho mostra também que o projeto de diálogo é o ponto nevrálgico do projeto de interfaces, pois envolve o desenvolvimento de uma linguagem visual e a definição de um roteiro de troca de informação entre sistemas. Atividades estas que dependem da ponderação de um elenco de itens que dizem respeito à comunicação visual de boa qualidade.

Ter pelo menos uma idéia de como pensa o usuário do sistema é fundamental para que o verdadeiro objetivo do sistema de computação seja atingido. Isto é, proporcionar sessões de trabalho onde a maximização da utilização de suas potencialidades de forma regrada e construtiva, seja uma constante.

Usuários portadores de deficiência auditiva são singulares não pela restrição de uma capacidade física, mas sim pelo modo como entendem. A linguagem visual que a interface utiliza não é diferente da utilizada em sistemas cujos utilizadores não são surdos. O que particulariza a linguagem ao usuário são as instâncias do pensamento abstrato que ela manipula, isto é, o conjunto finito de signos que ela se vale para expressar idéias. Este conjunto deve ser semanticamente significativo para o usuário surdo.

Projetar interfaces gráficas é uma das possibilidades que se apresentam para contornar o problema da comunicação entre surdos e ouvintes. Projetar interfaces que utilizem a complementaridade da leitura da palavra e do desenho (icone) é um dos recursos que pode ser amplamente explorado neste contexto.

O planejamento de interfaces gráficas para o ensino em geral merece atenção especial, pois neste ambiente aprender a pensar é fator extremamente importante. Esta atenção especial não fica somente a nível de interface, mas se repercute também no projeto de sistema. Aspectos antes pouco relevantes tornam-se fundamentais quando ponderados neste contexto. -A exemplo disto cita-se a construção da idéia da transformada inversa de uma função.

A definição de interfaces gráficas possivelmente dá subsídios maiores para o raciocínio em ciências exatas. Se estas interfaces fazem parte de um sistema gráfico esta possibilidade é enfatizada, pois segundo o modelo de desenvolvimento mental descrito por Piaget, a manipulação e visualização do modelo concreto precede a visualização e manipulação do modelo mental.

Em contexto de ensino de matemática o projeto de interfaces deve respeitar a capacidade criativa do usuário

seja na definição das ações que o sistema possibilita, seja na definição das possibilidades de manipulação destes elementos. Particularizar o projeto de interfaces a um usuário, em ambiente de aprendizagem, é uma contingência. Restrições de vocabulário, altos níveis de dispersão, dificuldade de assimilação, etc, são alguns dos grande elenco de problemas que tem seu tratamento terapêutico já na interface do sistema.

Estudos teóricos indicam que o desenvolvimento do pensamento da criança surda é análogo ao da criança ouvinte salvo no tocante ao pensamento abstrato onde o desenvolvimento das estruturas lógicas é qualitativamente igual ao da criança ouvinte, mas quantitativamente não é o mesmo.

Desenvolver conteúdos referentes à geometria é muito importante para a formação intelectual de qualquer criança. O surdo não é uma exceção e para tanto planejar interfaces para o ensino de geometria para alunos portadores de deficiência auditiva é a viabilização de um caminho de mais fácil acesso por onde professores possivelmente poderão "trafegar" preocupando-se menos com o problema da comunicação e mais com a qualidade da aprendizagem.

Como sugestões deste trabalho, tem-se:

- (I) a investigação mais detalhada da experimentação do projeto de sistema proposto no trabalho, o qual foi planejado e desenvolvido tentando manter máxima consonância com as características descritas neste trabalho;
- (II) a continuação deste estudo objetivando a formalização de um método de projeto de interfaces;
- (III) o estudo mais pormenorizado dos recursos que

sistemas de computação podem dispor, em ambiente de ensino, e sua utilização mais adequada. Como fazer o apontamento ? Quais devem ser as opções operatórias ? Como posicionar operações ? Que incrementos seriam convenientes se usar para ampliações e reduções ? etc. são alguns dos itens que merecem um estudo mais detalhado e que fogem ao escopo deste trabalho.

**ANEXO I****Conjunto de situações problema**

O editor gráfico proposto visa interagir com o usuário de duas formas:

- Interação livre : onde o usuário é solicitado para fazer desenhos em uma folha de papel. Estes desenhos podem ser ou não feitos a partir de uma motivação;
- Interação conduzida : onde o usuário utiliza fichas de trabalho contendo situações problema que podem ser resolvidas através do editor.

**Interação livre**

Interação livre se refere a opção desenha figuras do cardápio master.

**Atividades sugeridas**

Escreva as operações do editor que você usou para desenhar na ordem que você utilizou.

- #1 Desenhe o chão de uma sala de aula.
- #2 Desenhe várias figuras que você acha que poderiam representar o piso de uma sala de aula.
- #3 Desenhe a planta de sua casa, desenhando inclusive o quintal.
- #4 Desenhe uma figura geométrica qualquer.
- #5 Escreva a série de operações que você precisa fazer para desenhar um quadrado, em uma folha de papel. Tente executar esta série de operações usando o editor e veja



se ao final da execução você desenhou um quadrado. Se não desenhou um quadrado ache o erro de seu procedimento e corrija.

#6 Desenhe um paralelogramo.

#### Interação conduzida

Este modo de interação diz respeito a opção exercícios do cardápio master do editor gráfico.

#### Atividades sugeridas

#1 Vamos supor que se deseje colocar lajotas no chão de uma sala de aula.

1. Preencha o chão da sala usando lajotas QUADRADAS. Quantas lajotas você usou ?
2. Preencha o chão da sala usando lajotas TRIANGULARES. Quantas lajotas você usou ?
3. Se usarmos QUADRADOS como unidade de medida, quanto mede o chão da sala ?
4. Se usarmos TRIANGULOS como unidade de medida, quanto mede o chão da sala ?
5. Compare a lajota quadrada com a lajota triangular, quantas lajotas triangulares são necessárias para formar uma lajota quadrada.
6. Existe alguma relação entre a resposta 5 e os resultados que você obteve nas questões 1 e 2 ?

=====

NESTA ATIVIDADE OS RESULTADOS OBTIDOS SÃO DITOS AREA DE SUPERFICIE

=====

#2 Suponha que se deseje medir o chão da sala de aula.

1. Escolha uma figura geométrica para ser sua unidade de área. Esta figura será o formato de uma lajota. Quantas lajotas deste formato são necessárias para preencher o chão da sala de aula ?

2. Se considerarmos o lado da figura como unidade de comprimento, quantas unidades de comprimento mede cada lado da sala de aula ?
3. Quantas unidades de comprimento são necessárias para dar a volta completa no contorno deste piso ?
4. Construa, usando quadrados, um piso de forma quadrada que tenha 4 unidades de comprimento em cada lado.
5. Quantas unidades de comprimento são necessários para dar uma volta completa em todo este piso ?

=====

O RESULTADO DA QUESTÃO 5 É DITO PERÍMETRO DO PISO

=====

#3 A partir da planta de uma casa, responda:

1. Quantas unidades de comprimento o terreno tem de frente ?
2. Quantas unidades de comprimento o terreno tem de fundos ?
3. Qual é o perímetro do terreno ?
4. Quais são os cômodos que têm o chão de forma quadrada ?
5. Quais são os cômodos que têm o chão com a forma retangular ?
6. Qual é a área da sala de estar ?
7. Existem outros cômodos que têm a mesma área ? Quais são ?
8. Qual é a área do banheiro ?
9. Qual é a área total do terreno ? e a do quintal ?

#4 A partir do desenho de um paralelogramo, responda :

1. Se este desenho representasse uma janela, que formato os vidros da janela deveriam ter ? Escreva o tipo e a quantidade de cada tipo.

## ANEXO II

## Questionário

Enquanto os alunos usavam o sistema as respostas para as seguintes questões foram registradas :

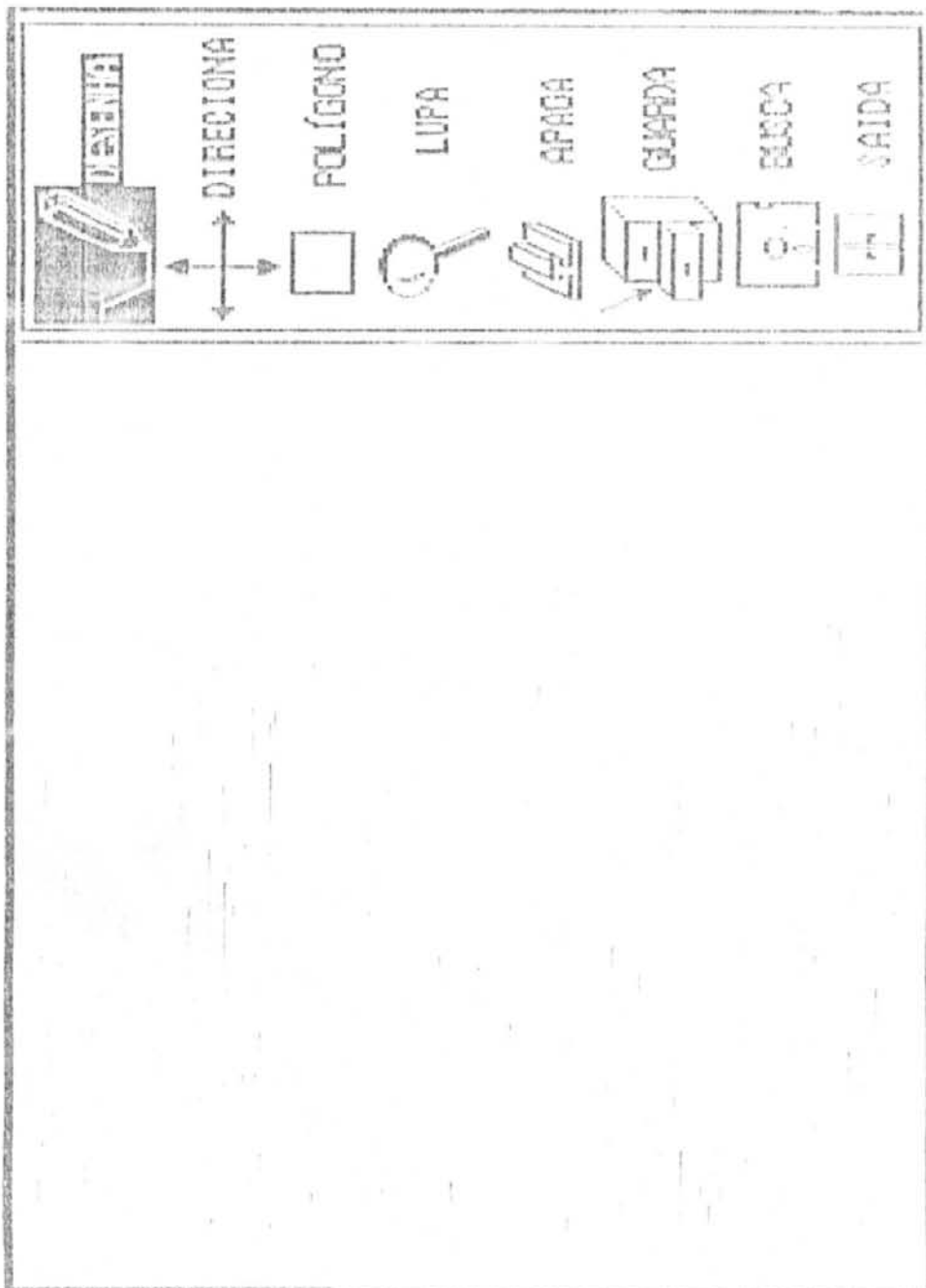
1. O que você pensa do uso do computador ?
2. O que mais chama a sua atenção quando está usando um sistema de computação ?
3. Se você pudesse substituir as figuras dos cartões, que figuras você usaria ?
4. Quais são as vantagens do uso de computação gráfica para resolver problemas de matemática ? E as desvantagens ?

Depois do uso do sistema gráfico para resolver as situações problema, os alunos foram questionados quanto a :

1. Você gostou de resolver situações problema através do uso do sistema ? porque ?
2. Os conteúdos que foram trabalhados são estudados em matemática. Que nome você daria para estes conteúdos ?
3. Liste alguns conteúdos de matemática que você pensa que aprenderia melhor usando o computador ?
4. Liste capacidades que você acha que poderiam ser incluídas no sistema gráfico.
5. Fale brevemente sobre sua vida escolar ( coisas do tipo: Você sempre estudou em escola especial ? Repetiu alguma vez alguma série ? Você sempre foi surdo ? Como tem sido seu desempenho em matemática ? Você gosta de aprender matemática ? porque ? etc ).

## ANEXO III

Tela do protótipo de sistema gráfico proposto



## ANEXO IV

## Desenvolvimento mental da criança

Jean Piaget [CHA 78] definiu como o desenvolvimento mental infantil progride. Segundo estudo feito por este pesquisador, são três os estágios do desenvolvimento mental especialmente importantes para nós:

- estágio do pensamento intuitivo (4-7 anos);
- estágio das operações concretas (7-11 anos);
- estágio das operações formais (11-15 anos).

No estágio do pensamento intuitivo as crianças pensam e dão explicações na base da intuição (pressentimento) em vez da lógica. Elas são muito francas ao:

- expressar a ordem dos eventos;
- explicar relações, principalmente causa e efeito;
- compreender com precisão o que outras pessoas falam;
- compreender e relembrar regras.

No estágio das operações concretas a criança está desenvolvendo o conceito de números, relações, processos, etc. Elas estão se tornando capazes de pensar através de problemas, mentalmente, mas sempre pensam em objetos reais (concretos). Elas estão desenvolvendo habilidade de melhor compreender regras e adquirem o conceito de conservação e invariância.

No estágio das operações formais as crianças podem pensar usando abstrações. Elas formulam teorias sobre qualquer coisa distinta do real. Estão atingindo o nível do pensamento adulto. Neste estágio as crianças manipulam símbolos para representar ações sobre os objetos.

## BIBLIOGRAFIA

- [BAE 80] BAEBLER, R. Towards an Effective Characterization of Graphical Interaction. IFIP WORKSHOP ON METHODOLOGY OF INTERACTION, Sellac, May 1979. Proceedings. Amsterdam, North-Holland, 1980. p 127-47
- [BAL 84] BALLANTYNE, J.; MARTIN, J.A.M. Deafness. New York, Churchill Livingstone, 1984.
- [BUE 84] BUENO, F.S. Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro, Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), 1984.
- [CHA 78] CHARLES, C.M. Piaget ao alcance dos professores. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1978.
- [COS 82] COSTA, A.C.R. Um guia para Elaboração de Métodos de Projeto de Sistemas. Porto Alegre, CPGCC da UFRGS, 1982. (RI n.3)
- [COS 86] COSTA, A.C.R. Para uma revisão epistemológica da Inteligência Artificial. Porto Alegre, CPGCC da UFRGS, 1986. (RI n.54)
- [DIE 70] DIENES, Z.P. Aprendizado Moderno de Matemática. Rio de Janeiro, Zahar, 1970.
- [DIE 71a] DIENES, Z.P. ; GOLDING, E.W. Topologia, Geometria Projetiva e Afim. São Paulo, Herder, 1971.
- [DIE 71b] DIENES, Z.P. ; GOLDING, E.W. Geometria Euclidiana. São Paulo, Herder, 1971.

- [FAI 85] FAIRLEY, R.E. Software Engineering Concepts. New York, McGraw-Hill, 1985.
- [FER 87] FERREIRO, E. ; TEBEROSKY, A. Psicogênese da Língua escrita. Porto Alegre, Editora Artes Médicas Sul, 1987.
- [HOE 83] HOEMANN, H. ; OATES, E. ; HOEMANN, S. Linguagem de Sinais do Brasil. New York, Mill Neck Foundation, 1983.
- [LIN 85] LINN, M.C. The cognitive consequences of programming instruction in classrooms. Communications of ACM, New York, 29(7):605-10, July 1986.
- [MAY 86] MAYER, R.E. et al. Learning to program and Learning to think: What's the connection? Communications of the ACM, New York, 29(7):606-10, July 1986.
- [MAR 73] MARTIN, J. Design of Man-Computer Dialogues. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1973.
- [MAR 82] MARCUS, A. Design the Face of an Interface. IEEE Computer Graphics and Applications, Los Alamitos, 2(1):23-9, Jan.1982.
- [MAR 84] MARCUS, A. Corporate Identity for Iconic Interface Design: the Graphic Design Perspective. IEEE Computer Graphics and Applications, Los Alamitos, 4(10):24-32, Oct.1984.
- [MOR 80] MORAN, T.P. A framework for Studying Human-Computer Interaction. IFIP WORKSHOP ON METHODOLOGY OF INTERACTION, Sellac, May 1979. Proceedings. Amsterdam, North-holland, 1980. p 293-301

- [NUF 67a] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY I do and I Understand. New York, Newgate Press, 1967.
- [NUF 67b] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY Shape and Size. New York, Newgate Press, 1967.
- [NUF 69a] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY Environmental Geometry. New York, Newgate Press, 1969.
- [NUF 69b] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY Problems : Green set. New York, Newgate Press, 1969.
- [NUF 69c] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY Beginnings. New York, Newgate Press, 1967.
- [NUF 70] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY Problems: Red Set. New York, Newgate Press, 1970.
- [NUF 71] NUFFIELD FOUNDATION MURRAY Problems: Purple set. New York, Newgate Press, 1971.
- [OLS 84] OLSEN Jr, D.R. et al. A Context for User Interface Management. IEEE Computer Graphic and Applications. Los Alamitos. 4(12):33-42. Dec:1984.
- [PAP 80] PAPERT, S. Mindstorms : Children, Computers and Powerful Ideas. New York, Basic Books, 1980.
- [PER 78] PERELLO, J. ; TORTOSA, F. Sordonudez. España, Editorial Científico-Médica, 1978.
- [PIT 84] PITCAIRN-HILL, J.A. Menu an Meny Systems, An approach to the user Interface. Kent, UCK Computing Laboratory, 1984. (Report n.24)



- [RAM 82] RAMBALLY, G.K. Interactive Computer Graphic in Mathematics Education. Eugene, University of Oregon, Sept.1982. (Dissertation for Doctor Philosophy)
- [REY 76] REYS, R. ; POST, T. The Mathematics Laboratory Theory to Practice. Boston, Prindle Weber & Schmidt, 1976.
- [SHI 87] SHNEIDERMAN, B. Design the user Interface : Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Reading, Addison-Wesley , 1987.
- [SMI 84] SMITH et al. Design guidelines for user system interface software. Bedford, The MITRE Corp, Sept.1984. (Report EDC-TR-84-190)
- [TRA 76] TRABANT, J. Elementos de Semiótica. Lisboa, Editorial Presença, 1976.
- [ZWI 87] ZWICKER, R. ; REINHARD, N. Interfaces de Sistemas : a importância dos Fatores Humanos. In: CONGRESSO NACIONAL DE INFORMATICA, 20., São Paulo, Ago 31- Set 6, 1987. Anais, São Paulo, EDUCERJ, 1987, p.1075-84

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

POS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA DA COMPUTAÇÃO

**Projeto de Interfaces Gráficas para Ensino  
de Deficientes Auditivos**

Dissertação apresentada aos Senhores

*Carla Maria Dal Sasso Freitas*

**Carla Maria Dal Sasso Freitas**

*Dalcídio Moraes Claudio*  
**Dalcídio Moraes Claudio**

*Iara Claudio*  
**Iara Claudio**

*Lucila Santarosa*  
**Lucila Santarosa**

Visto e permitida a impressão

Porto Alegre 09/01/89.

*Dalcídio Moraes Claudio*  
**Dalcídio Moraes Claudio**  
Orientador

*Ingrid J. Porto*  
**Ingrid J. Porto**  
Coordenador do Curso de  
Pós-Graduação em Ciência da Computação