

ASPECTOS LÓGICOS, SEMÂNTICOS E DE
INTERAÇÃO DO USUÁRIO COM OS
SISTEMAS DIGITAIS

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Produção

**ASPECTOS LÓGICOS, SEMÂNTICOS E DE
APRESENTAÇÃO NA INTERAÇÃO DO
USUÁRIO COM OS SISTEMAS DIGITAIS**

Joel Lacerda

Tese apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do título de Doutor em
Engenharia de Produção

Florianópolis
2005

Joel Lacerda

**ASPECTOS LÓGICOS, SEMÂNTICOS E DE INTERAÇÃO DO
USUÁRIO COM OS SISTEMAS DIGITAIS**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção no **Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção** da
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 11 de julho de 2005.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Leila Amaral Gontijo, Dra.
Orientadora

Prof. Marco Valério M. Villaça, Dr.

Prof. Neri dos Santos, Dr

Prof. Nilson Lemos Lage, Dr.

Prof. Roberto Moraes Cruz, Dr.

Prof. Wilson B. Zapelini, Dr.

Àqueles a quem amo.

Agradecimentos

Ao ensino público, gratuito e de boa qualidade da
Universidade Federal de Santa Catarina,
ao PPGEP,
à professora Leila Amaral Gontijo, mais que orientadora, uma amiga,
aos demais professores do programa,
aos participantes voluntários da pesquisa,
aos familiares e amigos que incentivaram e apoiaram, alguém já
de saudosos memórias, e
a todos mais que contribuíram para a realização deste trabalho.

Se alguém apontar a lua nascente e te disser
Olha, que lindo!
Não vá dizer
Mas o que há de interessante no teu dedo?
Da cultura nepalesa.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	23
1.1.1 Projeto de interfaces	16
1.2 Objetivos.....	20
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1 A Lógica Binária Aplicação	25
2.1.1 Aplicação da lógica ao estudo das interfaces	26
2.1.2 Álgebra da lógica.....	29
2.1.3 A álgebra de Boole	34
2.1.4 A binarização.....	36
2.1.5 Aplicações tecnológicas da lógica binária.....	39
2.1.6 Lógica e linguagem	44
2.2 Comunicação	48
2.2.1 Conceito de comunicação.....	49
2.2.2 As linhas semioticista e pragmaticista.....	53
2.2.3 A linha semioticista	54
2.2.4 A linha pragmaticista.....	75
2.2.5 As interfaces como sistemas lingüísticos	91
2.3 Psicologia do Usuário	93
2.3.1 A percepção	94
2.3.2 A representação do conhecimento.....	105
2.3.3 Modelos da memória	110
2.3.4 Aspectos psicológicos da ação.	115
2.3.5 Enganos e lapsos.....	120
2.4 Revisão da Literatura Recente.....	123
CAPÍTULO 3 : PARTE EXPERIMENTAL	130
Levantamento h1	130
3.1.1 Design.....	130
3.1.2 Amostra	130
3.1.3 Recursos	131
3.1.4 Metodologia.....	131
3.1.5 Resultados.....	132
3.2 Experimento h2	135
3.2.1 Design.....	135
3.2.2 Amostra	135
3.2.3 Recursos	136
3.2.4 Metodologia.....	137

3.2.5 Resultados.....	140
3.3 Experimento h3 - Desempenho das interfaces rotuladas com diferentes tipos de signos.....	150
3.3.1 Design.....	150
3.3.2 Recursos	150
3.3.3 Metodologia.....	150
3.3.4 Amostra	153
3.3.5 Resultados.....	153
3.3.6 Discussão.....	158
CAPÍTULO 4 : CONCLUSÕES	161
Hipótese Geral –	161
4.1 Hipótese H1 Conversão Lógica – Linguagem.....	162
4.2 Hipótese H2 – Desempenho Mapeamento x Navegação.....	164
4.3 Hipótese H3 – Efeitos dos Signos Utilizados nas Rotulagens	166
4.4 Sugestões de continuidade dos estudos	168
4.4.1 Aspectos lógicos.....	168
4.4.2 Aspectos de estrutura.....	169
4.4.3 Aspectos de comunicação.....	170
4.4.4 Refinamento do modelo teórico	170

Lista de Figuras

Figura 1.1: Diagrama do projeto de interação usuário	16
Figura 1.2: Exemplos de interfaces por navegação	17
Figura 1.3: Estrutura do trabalho	28
Figura 2.1: Quadrado lógico dos opostos.	28
Figura 2.2: Digitalização de uma variável analógica.	38
Figura 2.3: A lógica combinacional.	40
Figura 2.4: Síntese da função lógica.....	41
Figura 2.5: Símbolos lógicos.....	42
Figura 2.6: A lógica sequencial.....	43
Figura 2.7: O flip-flop.	43
Figura 2.8: Diagramas de Venn.....	46
Figura 2.9: Diagramas de Chaves.....	47
Figura 2.10: Modelo de Shanon e Weaver.....	51
Figura 2.11: Diagramas de Leech para a semântica.....	53
Figura 2.12: O signo de Saussure.....	57
Figura 2.13: O signo e o contexto.....	59
Figura 2.14: Atemporalidade dos signos.....	60
Figura 2.15: O triângulo de Ogden e Richards.....	63
Figura 2.16: Diagrama do signo para um botão.....	63
Figura 2.17: Quadrado semiótico de Greimas.....	68
Figura 2.18: Sintagma e paradigma.....	74
Figura 2.19: Diagrama para um sistema linguístico.....	93
Figura 2.20: Diagrama da atenção segundo Sternberg.....	97
Figura 2.21: O teste de Stroop.....	99
Figura 2.22: O princípio da proximidade.....	102
Figura 2.23: O princípio da similaridade.....	103
Figura 2.24: O princípio da continuidade.....	103
Figura 2.25: O princípio do acabamento.....	104
Figura 2.26: O princípio da simetria.....	104
Figura 2.27: Leitura descendente	105
Figura 2.28: Sequência sintática de controles.....	111
Figura 2.29: Primazia e recência.....	115
Figura 2.30: Os estágios da ação.....	118
Figura 2.31: Diagrama Ω segundo Rasmussen.....	119
Figura 3.2: Instrumento da pesquisa lógica / linguagem.....	133

Figura 3.2: Tela de abertura.....	138
Figura 3.3: Tela de Tarefa	139
Figura 3.4: Interface Mapeamento.....	140
Figura 3.5: Interface po navegação.....	141
Figura 3.6: Tela de realimentação	141
Figura 3.7: Evolução do desempenho erros.	142
Figura 3.8: Evolução do desempenho tempo resposta.	142
Figura 3.9: Ponto de inversão de melhor desempenho.....	145
Figura 3.10: Curva de aprendizagem – tempo	118
Figura 3.11:Causas e tipos de erros.....	152
Figura 3.12:Tela da interface com fotografias.....	152
Figura 3.13:Tela da interface com desenhos icônicos.....	152
Figura 3.14:Tela da interface com desenhos pictóricos.	153
Figura 3.15:Tela da interface com textos alfabéticos.....	155
Figura 3.16:Tempos de resposta dos sujeitos	155
Figura 3.17:Erros de cada um dos quatro signos.....	156
Figura 3.18:Tempos de cada um dos quatro signos	156
Figura 3.19:Efeito da aprendizagem - tempo.	157
Figura 3.20: Efeito da aprendizagem -erros	157
Figura 3.21: Efeito da aprendizagem- tempo – 50 tarefas X 25 tarefas.....	158
Figura 3.22: Efeito da aprendizagem- erros – 50 tarefas X 25 tarefas.....	158
Figura 4.1: Modelo cognitivo de interface de usuário.....	158

Índice de Quadros

Quadro 2.1: Variáveis elétricas e os estados lógicos 0 e 1.....	39
Quadro 3.1 : Causas dos erros de operação das interfaces	148

Índice de Tabelas

Tabela 3.1- Significância das correlações idade, sexo e função lógica - tabela, física, predicado, semântica e acerto.....	133
Tabela 3.2- tempos de resposta - tipo de interface e número de itens.....	141
Tabela 3.5 – Resultados das regressões - dos tempos de resposta	144
Tabela 3.8 - Causas de erros - número de itens da navegação.	149
Tabela 3.9 – Médias de tempos de resposta 19 sujeitos.	154
Tabela 3.10 – Significância - tempo de resposta.....	154
Tabela 3.11 – Significância - efeito dos signos.....	154
Tabela 3.12 – Funções de regressão - tempo de resposta.....	159
Tabela 3.13 – Funções de regressão - incidência de erros	160

Resumo

LACERDA, Joel. **Aspectos lógicos, semânticos e de interação do usuário com os sistemas digitais.** Florianópolis, 2005. 180f. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2005.

Este trabalho retoma aspectos da Lógica Booleana, das teorias da Comunicação e da Psicologia Cognitiva para suprir o objetivo central que é o de estabelecer uma base teórica para análise e projeto de interfaces de usuário nos produtos de base digital. Após revisão bibliográfica dos trabalhos recentes, são propostos três experimentos, abordando, respectivamente, a conversão lógica / linguagem natural, os desempenhos comparados das interfaces de menu simultâneo e de menu seqüencial, e os desempenhos das interfaces com elementos rotulados com fotografias coloridas, desenhos pictóricos em preto e branco, desenhos icônicos e textos alfabéticos. Conclui-se apresentando as correlações das variáveis sexo, idade e tipo da função lógica com as formas de predicação, rotulagem de estados e apelo a argumentos físicos, no experimento lógica / linguagem. Também são comparados os desempenhos de tempo de resposta e incidência de erros de operação das duas formas de menus e dos quatro tipos de rótulo. O primeiro experimento foi realizado usando-se questionário impresso, para os outros dois foi desenvolvido ambiente computacional que simulava as interfaces e gerenciava a coleta dos dados. Conclui-se que: alguns aspectos da implicação são dependentes do sexo e da idade do indivíduo; diferentes classes de signos usados na rotulagem de interfaces levam a diferentes níveis de desempenho do operador; o desempenho de interfaces de acesso direto e por menu tendem a se aproximar à medida que aumenta o número de funções controladas por tais interfaces; finalmente, conclui-se que utilizando-se conceitos tomados da Lógica Booleana, das teorias da comunicação e da Psicologia Cognitiva, pode-se estabelecer um modelo cognitivo de interface de usuário.

Palavras-chave: interface de usuário, menu, semântica, lógica.

Abstract

LACERDA, Joel. **Aspectos lógicos, semânticos e de interação do usuário com os sistemas digitais.** Florianópolis, 2005. 180f. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC,2005.

This work retrieves some aspects from Boolean Logic and Cognitive Psychology, and some Communication Theories to stabilishes a base for a theoretical approach on users interface in digital based products. Focus was made on logic models to natural language conversion, menu estruturas comparison, and type of sign used to labeling de interface elements. Conclusions are presented on correlations between gender, age and type of logical function; on matching performances in terms of response time and operation errors of different types of menu structre and different types of label signs. Also are presentred the evolution of operators performance along the execution of the tasks and a new cognitive model for .

Key-words: users interface, menu, semantica, logic.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Qualquer que seja o contexto considerado, a interface é lugar de fenômenos próprios do contato de dois meios distintos. A interface é, simultaneamente, o limite e a fronteira de separação, mas é também onde se dá o encontro, a junção, a interação; portanto ela determina a permeabilidade entre os dois meios em intensidade e qualidade. São as características da interface que definem o grau de interação entre dois meios ou sistemas e a efetividade desta interação.

Quando se trata da interface entre um meio ou sistema tecnológico, configurado em uma máquina ou objeto tangível, e um ser humano, tem-se de um lado a matéria com suas características de massa, forma, inércia, flexibilidade, cor e textura, dentre outras, arranjada segundo uma lógica de funcionamento, e do outro lado um ser cuja materialidade é expressa em suas características anatômicas e que agrega atributos motores, sensoriais, cognitivos e emocionais.

O uso dos objetos / máquinas pelo ser humano implica na transferência de energia e informação através da interface em ambos os sentidos. Enquanto a transferência de energia por meio da interface é otimizada pela adequação das formas e da distribuição de massa do objeto à anatomia humana, o trânsito de informação é facilitado pela adequação da lógica de funcionamento da máquina às características da cognição humana, sempre sob a interferência das características sensoriais e emocionais próprias do ser humano. Para Johnson (2001), a interface tecnologia / humanidade não se apresenta apenas entre o objeto e seu usuário, mas sim como uma linha que divide toda a sociedade, resultado da taxonomia da ciência que separou ciências exatas e ciências humanas, técnica e arte. De um lado estão os físicos, os matemáticos, os engenheiros e os lógicos; do outro lado estão, não apenas os artistas, mas todas as pessoas que se guiam por uma noção predominantemente sensorial do mundo, baseando suas ações em evidências como relações aparentes de causa e efeito. Assim, os produtos tecnológicos são desenvolvidos de um lado da interface para serem usados do outro lado (Johnson, 2001, p7).

A introdução de tecnologias como a eletricidade e a eletrônica, caracterizadas pela implementação da lógica por processos intangíveis, aumentaram o distanciamento entre quem faz e quem usa, agravando o estado de alienação do usuário em relação ao funcionamento do objeto e tornando a interface menos permeável à cognição do ser humano, afeito à avaliação visual das coisas. Por outro lado, a imaterialidade da implementação da lógica usando tecnologia eletrônica, em especial a tecnologia de processadores digitais, permitiu que o processo de miniaturização dos objetos se desse simultaneamente à multiplicação das suas funções. Dessa forma, por restrições criadas pela falta de espaço à organização das interfaces, estas já não podem mapear diretamente as funções aos respectivos atuadores ou mostradores, sendo necessário o uso de navegação para o acesso às diferentes funções. Esta estratégia transforma os objetos de objetos-prótese, que são usados como extensão do corpo, em objetos-ambiente, nos quais o usuário deve navegar para executar as diferentes funções (Johnson, 2001, p23).

Na medida em que este ambiente a ser explorado se amplia, pode ser encarado como um mundo ao qual o indivíduo tem acesso apenas através da interface. A interface torna-se então um espaço de linguagem para a descrição e comunicação com este mundo, assim como a linguagem natural é o instrumento de descrição e comunicação entre o mundo físico (material) e o mundo das idéias (a cognição). Sob outro enfoque, o processamento da informação em sistemas artificiais, entre os quais estão os sistemas microprocessados, opera sobre sistemas simbólicos fechados, ou seja, os símbolos operados são símbolos puros desprovidos de qualquer valor semântico. Dessa forma, os nomes dados às variáveis do sistema são meros rótulos mnemônicos que só fazem sentido para o operador humano. O sistema técnico opera semanticamente isolado do mundo físico do qual só recebe informações quantitativas. É no momento da aplicação dos ditos rótulos que acontece o processo de implicação pelo qual se aplica valor semântico àquilo que era puramente lógico.

O espaço onde se dá a implicação é a interface de usuário. Nela transparece a lógica do sistema na forma da sintaxe de operação sobre a qual é aplicado conteúdo semântico de forma a aproximar a lógica da linguagem que o ser humano usa descrição do mundo físico. Na interação com estes novos objetos são requeridas do usuário novas habilidades em um nível mais elaborado de cognição, como a abstração de um modelo

de operação, uso mais intensivo da memória de curto termo e de reação a mudanças de contexto. O esforço do usuário pode ser minimizado pelo projeto de interfaces otimizado em dois aspectos principais, a sintaxe lógica e a rotulagem semântica.

1.1.1 Projeto de interfaces

O projeto de interface de usuário para produtos de base digital é um processo que se inicia com o projeto de interação, onde são definidos os modos de operação da interface, quais atuadores serão usados pelo usuário para efetuar cada mudança de modo, qual forma de ação o usuário imprimirá ao atuador, e ainda, que tipo de realimentação o produto dará ao usuário ao efetuar cada operação. Estas informações são usualmente apresentadas na forma de um diagrama de modos de operação como o da figura 1.1.

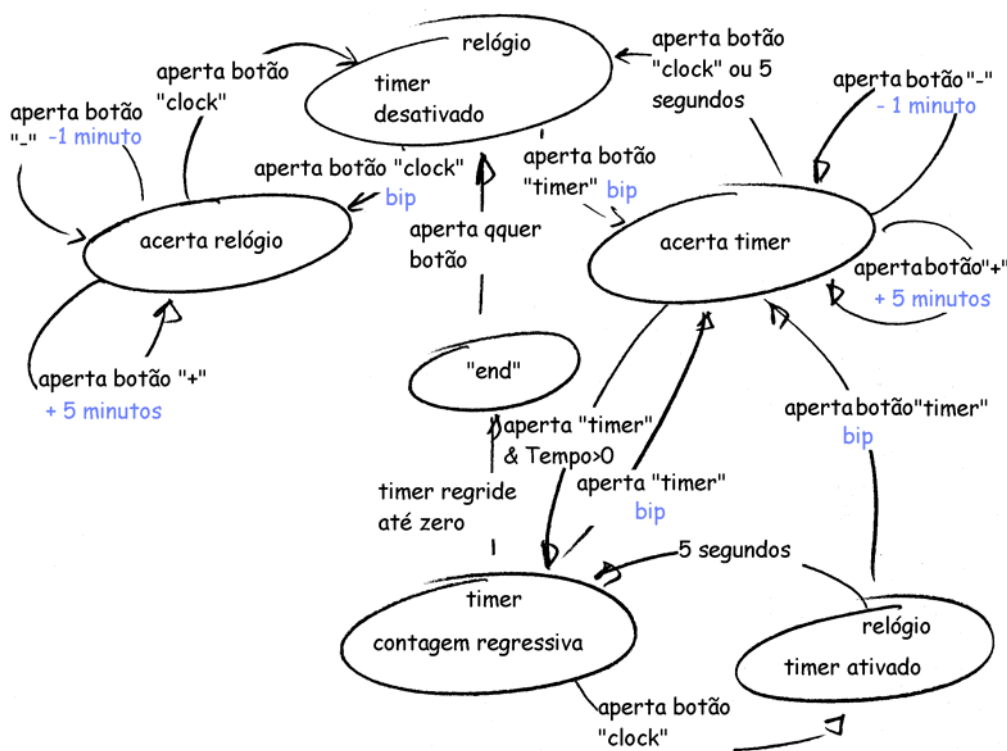


Figura 1.1 Diagrama do projeto de interação usuário / sistema para um relógio com timer para forno, segundo Martel, 1998, pg116

Ao estabelecer qual atuador será usado para efetuar cada uma das funções, o projetista estará optando por um certo grau de proporção entre mapeamento e modelamento (Norman, 1988, p 12-23). O processo de mapeamento é aquele no qual o usuário associa cada atuador ou mostrador a uma certa função, usando, sobretudo, um mecanismo de memorização e recuperação. É o processo cognitivo dominante quando alguém interage com interfaces baseadas em menus simultâneos. Já o modelamento requer um processo mental mais elaborado. Nele o usuário deve aprender ou desenvolver um modelo de funcionamento, o qual, dado um estado inicial, permite prever qual ação sobre a interface resultará em uma determinada função ou estado. O modelamento é o processo cognitivo predominante na interação com interfaces baseadas em menus seqüenciais. Uma interface que possua atuadores e mostradores relacionados às funções em uma correspondência direta é uma interface baseada eminentemente em mapeamento.

À medida que o número de funções for maior que o número de atuadores e mostradores, começa a haver a necessidade do projetista recorrer ao uso de um mesmo atuador ou mostrador para diferentes funções, dependendo do modo no qual a interface esteja operando em um dado momento, logo, estará fazendo o usuário lidar com modelamento, em algum grau, ao interagir com a interface. Uma interface que acessa múltiplas funções por meio de um conjunto convencional de atuadores do tipo quatro setas e um botão (figura 1.2), é uma interface baseada predominantemente em modelamento e fica evidente a navegação que o usuário deverá fazer para acessar cada uma das funções.

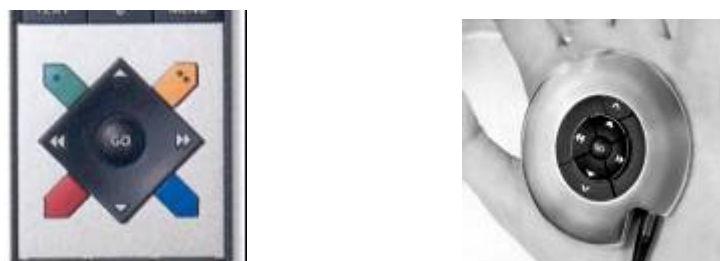


Figura 1.2 Interfaces para acesso a diferentes funções por navegação. Bang & Olufsen

O próximo passo no projeto de interfaces, é a sua configuração espacial. Esta tarefa é orientada por um conjunto estabelecido de diretrizes para alocação de atuadores e mostradores em função da sua importância, frequência de uso, seqüência de uso e funcionalidade, e tem como objetivos estabelecer zonas com diferentes prioridades, de modo a facilitar a operação pela diminuição dos recursos cognitivos, de vigília e de motricidade requeridos para a realização de dada tarefa.

Finalmente, o projeto pode entrar em uma fase com enfoque predominantemente semiótico que estabelecerá como cada elemento da interface será interpretado pelo usuário, a iconografia dos rótulos dos elementos da interface, e também para definição de características como tamanho, formato, texturas e mesmo dos materiais usados para fabricação dos atuadores. Também é responsabilidade das abordagens semiótica e sintática perceber os problemas de interpretação do arranjo inicial da interface obtido pela observação das diretrizes anteriormente citadas. Um projeto semioticamente adequado pode otimizar as etapas de interpretação e construção de modelo mental pelo usuário que entrar em contato com a interface, o que tem importância maior quando se trata de objetos ou sistemas de uso público, onde ao invés de usuários treinados tem-se usuários casuais que nunca avançam para além do estágio da ação consciente.

Observando o tipo de decisões que devem ser tomadas durante o projeto de uma interface digital, percebe-se a necessidade de se analisar e construir as interfaces de produtos digitais a partir de abordagens utilizadas no estudo da construção da linguagem natural, o que inclui a lógica, a semântica, e a psicologia cognitiva, problema central deste trabalho. Assim, procurou-se inicialmente estabelecer um nexos teórico que permitisse entender as relações dos sistemas processadores artificiais lógicos, herméticos e que não conhecem o mundo físico, com o usuário que pode ser encarado como sendo um processador de informação cujo raciocínio opera não necessariamente sobre um sistema lógico, mas, principalmente, sobre sistemas semânticos. Para tanto, o capítulo teórico deste trabalho é composto de três seções. Na primeira trata-se da Lógica, com uma introdução ao tema e um direcionamento à abordagem booleana, a qual, procurando descrever o raciocínio humano, acabou por servir de base para a criação dos códigos binários, segundo os quais os sistemas digitais operam. Ao final, se

estabelecem as diferenças entre a lógica formal de Boole e a lógica mental. A segunda parte é dedicada ao estudo da comunicação humana, seus aspectos gramaticais (dos códigos) e pragmáticos (efeitos de contexto e subjetividade). Reserva-se a terceira parte para a apresentação de tópicos da Psicologia Cognitiva que são de interesse direto para o entendimento dos processos da comunicação, como as funções da memória, a percepção, a representação do conhecimento e a ação, tanto as ações comunicativas quanto as teleológicas. A estas seções da base teórica segue-se a revisão da literatura mais recente, que visa estabelecer o estado do conhecimento na área em questão e contextualizar o trabalho.

A parte experimental é constituída pelos testes de três hipóteses relacionadas ao desempenho de interfaces de equipamentos digitais caracterizados pelo uso de displays de pequeno formato. O primeiro teste apresentado é o que busca estabelecer relações entre a lógica booleana e a linguagem natural, a partir da forma como os indivíduos descrevem as relações lógicas implícitas em uma tabela verdade. Esta pesquisa foi estruturada na forma de levantamento, apresentando aos sujeitos questionários impressos contendo as tabelas verdade de diferentes funções lógicas, as quais se pedia que fossem expressas em linguagem natural. Os estados lógicos foram representados de forma pictográfica por desenhos de chaves elétricas ligadas ou desligadas e de lâmpadas acesas ou apagadas. Buscou-se estabelecer relações entre a idade e o sexo dos sujeitos e o tipo de função lógica representadas, como variáveis independentes, e as formas de predicação, semantização, incidência de erros de descrição, uso de tabelas ao invés de texto corrido e apelo a argumentos físicos, como variáveis de saída. O segundo teste trata da questão tamanho / profundidade no desempenho das interfaces baseadas em menus, considerando o tempo de resposta e a incidência de erros de operação. Foi estruturado na forma de pesquisa experimental comparando o desempenho de interfaces com acesso direto ao desempenho de interfaces cujo acesso às funções se dá através de menu. A comparação foi feita para seis diferentes quantidades de funções acessadas, procurando estabelecer para qual número de funções o desempenho das interfaces por menu se tornava mais interessante que o desempenho das interfaces por acesso direto. O intervalo de número de funções usado no teste foi estabelecido a partir de seções preliminares realizadas usando-se os mesmos recursos depois utilizados na pesquisa. Para a realização deste teste foi desenvolvido um ambiente computacional capaz de

emular os dois tipos de interface com diferentes quantidades de funções, bem como automatizar a realização das seções de cada sujeito. O terceiro teste compara o desempenho de quatro tipos de signos usados na rotulagem dos elementos das interfaces em termos de tempo de resposta e incidência de erros. Foi utilizado o mesmo ambiente computacional do segundo teste adaptado para a rotulagem dos botões através de figuras. Para cada um dos três testes são apresentados resultados de trabalhos correlatos que caracterizam a área de pesquisa e demonstram o estado atual de desenvolvimento. As conclusões vão no sentido de transformar os resultados obtidos em critérios a serem observados no projeto das interfaces de equipamentos digitais com reduzida área de display.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é, no plano das aplicações, tornar a atividade de projeto de interfaces de usuário menos empírica, principalmente das interfaces digitais com displays de pequena área, pelo estabelecimento de critérios genéricos que norteiem o projeto desde a escolha do número de modos de operação até a adoção dos rótulos (legendas) de identificação dos atuadores e mostradores da interface de usuário, a partir da consolidação de conhecimentos de diferentes áreas em um modelo que conjugue os aspectos lógicos, comunicativos e psicológicos. Do ponto de vista da aplicação, o estudo deve permitir a obtenção de interfaces que possam ser operadas com mais eficiência, pela diminuição do tempo de resposta do operador e do número de erros por ele cometidos.

Como objetivos específicos tem-se em vista:

1) Identificar o número de funções de operação de um produto com reduzida capacidade de display a partir do qual torna-se mais eficiente operar uma interface por processo mental baseado em modelamento¹ do que em mapeamento direto.

¹ Conceito desenvolvido na seção 2.3.2.

2) Identificar as diferenças de desempenho na utilização de interfaces devido ao uso de diferentes classes de signos na identificação dos elementos de atuação e displays.

3) Identificar os padrões segundo os quais os indivíduos agregam valor semântico às relações lógicas.

No plano acadêmico, o objetivo do trabalho é estabelecer as bases de uma linha de pesquisa que tenha como eixo temático o trânsito de informações entre processadores artificiais e humanos. Este pressuposto levou o trabalho a apresentar uma característica de maior horizontalidade, se comparado a produções típicas do mesmo nível acadêmico, que tendem a ser construídas pelo aprofundamento de um tema mais pontual. Dessa forma, o documento final e as áreas de desenvolvimento futuro para as quais ele apontar, poderão servir mais eficazmente como ponto de partida de um possível grupo de pesquisa.

A estrutura do trabalho pode ser apreciada em forma de diagrama na figura 1.3. Nela podem-se perceber as relações que se pretende estudar, os principais autores que serviram de base para a elaboração da parte teórica do trabalho, além das hipóteses levantadas.

A hipótese h1 sugere a ocorrência de padrões de semantização ao ser feita a conversão de uma relação lógica, apresentada na forma de tabela da verdade, em um texto em linguagem natural, ou seja, busca-se padrões naturais de semantização das relações lógicas formais.

A hipótese h2 deste trabalho propõe que o desempenho dos menus seqüenciais em interfaces com display com capacidade de apresentar apenas um item a cada vez, se aproxima do desempenho dos menus simultâneos à medida que o número de itens acessados através da interface aumenta.

A hipótese h3 está relacionada à questão semântica das interfaces. Ela supõe que o desempenho do usuário / operador varia ao utilizar interfaces rotuladas com signos que variam em seu conteúdo intrínseco, ou seja, desde signos que estão mais próximos do mundo externo, logo, da definição peirceana de índice e da operação por habilidade, até aqueles cuja informação reside na convenção e se aproximam da classificação peirceana de símbolos, necessitando de processamento através de instâncias cognitivas mais elevadas.

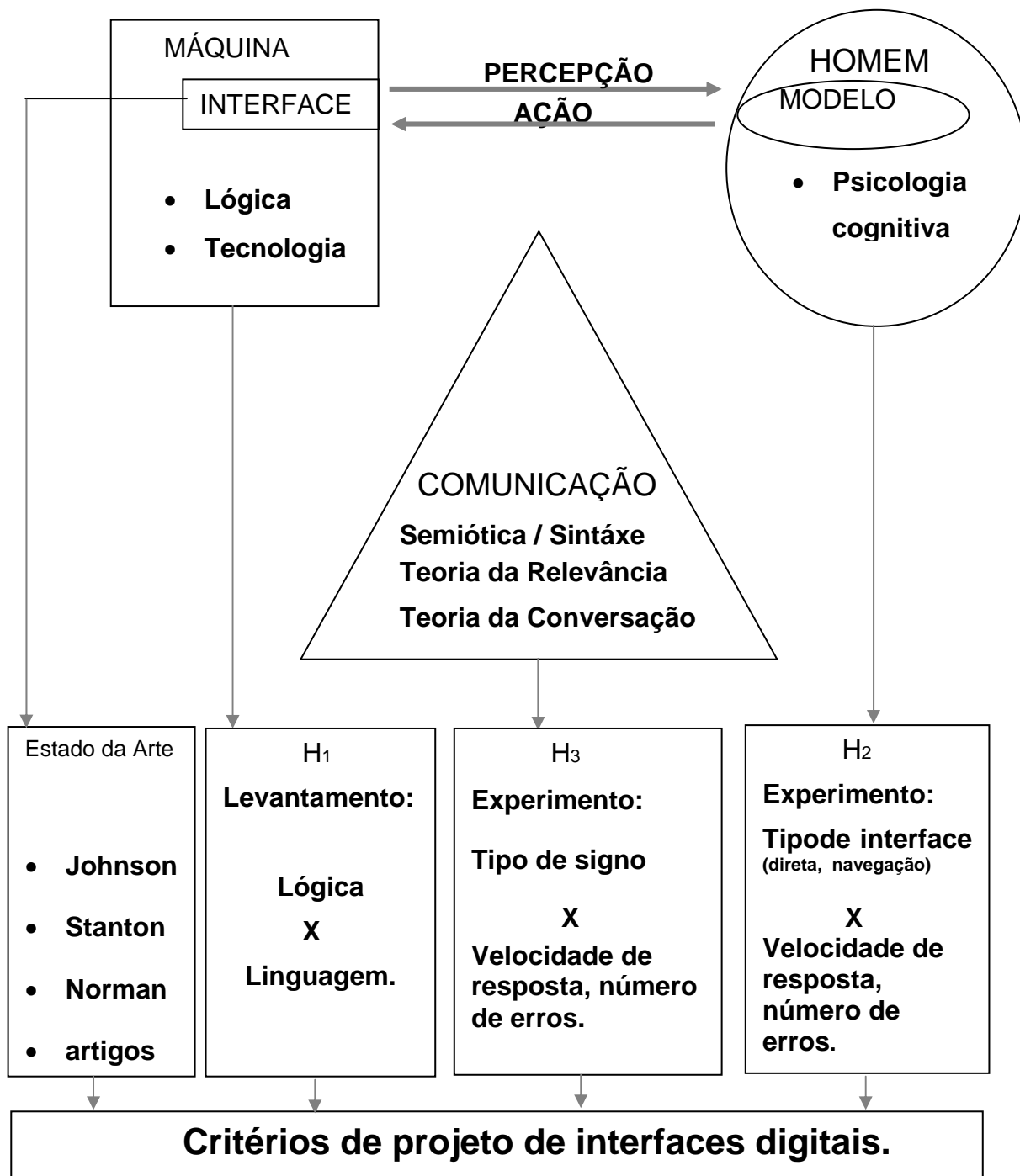


Figura 1.3 Diagrama da estrutura do trabalho mostrando um modelo simplificado da relação ser humano/máquina, as disciplinas, teorias e autores que dão suporte à parte teórica, os testes que compõem a parte experimental, bem como suas relações.

A hipótese geral afirma ser possível estabelecer um nexó teórico que relacione a lógica formal booleana, as teorias da comunicação e alguns aspectos da psicologia cognitiva, consolidado em um modelo integrado de interface cognitiva de usuário, de

modo que se possa dispor de uma base teórica para a análise e o projeto de interfaces de sistemas de base digital.

1.3 JUSTIFICATIVA

O projeto de interfaces tende a ser uma etapa negligenciada no processo de desenvolvimento de produtos do setor eletrônico, mesmo em grandes corporações a inserção dos ergonomistas na fase de concepção dos produtos tende a ser pequena (Page, 1998, p 127). De forma geral, e em especial nas empresas menores, tende a predominar o ponto de vista da engenharia não apenas nos aspectos de lógica de funcionamento, mas também na lógica de operação, impondo valores como a economia de hardware e outros muito mais subjetivos como a adoção de um senso estético próprio (Martel, 1998, p 107). Do ponto de vista de um desenvolvedor de hardware pode parecer uma solução muito satisfatória usar um único botão para ativar diversas funções através do uso de diferentes tempos ou seqüências de toque, a despeito do que isto implicará na usabilidade do produto. Em contraponto, os profissionais do design são levados a atender prioritariamente quesitos estéticos como estilo limpo e padronização de elementos formais (Norman, 1988, p 142). Neste contexto, mesmo que haja pessoal disposto a empenhar energia, tempo e recursos na busca de uma interface otimizada, haveria a lacuna de um conjunto consolidado de conhecimentos advindos das diversas áreas de conhecimento envolvidas, onde se possa embasar diretrizes para o desenvolvimento de uma interface otimizada do ponto de vista da ergonomia cognitiva, pela observação dos aspectos lógicos, semióticos e da percepção.

Á medida que as interfaces de produtos baseados em tecnologia digital se disseminam e se tornam mais complexas, faz-se maior a necessidade do entendimento dos fenômenos que afetam o trânsito de informação através da interface, e seu impacto no desempenho da atividade humana, de modo que os projetos destas interfaces possam ser consistentes. O estudo do fenômeno da interface sob a luz das áreas de conhecimento já citadas pode construir uma ponte sobre o abismo que aparentemente separa a lógica digital binária, que serve de base para os produtos eletrônicos atuais, das teorias que dão conta do funcionamento das linguagens humanas, seus códigos e

estruturas, estabelecendo um nexo que permita o estabelecimento de premissas e diretrizes para o desenvolvimento de interfaces com base científica, levando esta atividade para além das técnicas empíricas. Um dos problemas do desenvolvimento de interfaces por meios empíricos, além do custo dos experimentos que envolvem grandes grupos de pessoas e necessitam de instalações adequadas, é conseguir neutralizar a ação consciente dos sujeitos da pesquisa, pois o filtro imposto pelo pensamento racional pode mascarar aquilo que ocorre em nível sensorial, emocional ou pré-consciente. Dessa forma, seria de grande valia para o campo da ergonomia cognitiva, e do desenvolvimento de interfaces de produtos de base digital em particular, poder contar com um corpo consolidado de conhecimentos que possa estabelecer diretrizes que norteiem as várias fases do projeto, desde o projeto de interação até a escolha da rotulagem dos atuadores e mostradores.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A LÓGICA BINÁRIA - APLICAÇÃO

Os sistemas analógicos operam baseados em funções definidas em intervalos contínuos nos quais, a cada variação infinitesimal da variável de entrada corresponde uma variação da saída. Os sistemas digitais, ao contrário, operam com funções descontínuas que só estão definidas para um conjunto finito de pontos. Para valores intermediários da variável de entrada não há determinação da variável de saída. Exemplos cotidianos são, respectivamente, o controle de sintonia dos receptores de rádio, nos quais a cada deslocamento do botão corresponde uma variação da frequência sintonizada, e o seletor de canais das TVs, onde a frequência sintonizada corresponde a um certo canal, não havendo determinação de frequência entre um canal e outro.

O ser humano percebe o mundo a sua volta de forma contínua, havendo analogia entre as intensidades das variáveis físicas e a percepção humana acerca das mesmas. À medida que a temperatura aumenta tem-se a sensação crescente de calor, o mesmo ocorre para a intensidade luminosa, pressão e outras variáveis para as quais o ser humano desenvolveu sensibilidade. Se o homem sente o mundo de forma contínua, por outro lado, para representá-lo, vale-se da linguagem que é uma representação descontínua, ou seja, digital, recurso necessário para representar a infinidade das coisas existentes e imagináveis com as quais a mente humana lida, usando para tanto uma quantidade finita e operacional de signos. Este processo pode ser observado na linguagem natural onde existem, para representar todas as infinitas nuances que fazem a continuidade entre o branco e o preto, apenas três palavras, branco, cinza e preto, por exemplo.

À medida que os códigos utilizados para representar o mundo se tornam mais sintéticos vão progressivamente se tornando mais distantes da linguagem natural humana, porém, passam a poderem ser processados com mais eficiência por sistemas automáticos. A eletrônica digital, responsável pelo aparecimento de um grande número

de produtos que revolucionaram várias relações sociais, como a comunicação, a produção e o entretenimento, desenvolveu-se como uma aplicação do mais sintético dos códigos, o código digital binário. O código binário por operar com apenas dois signos, pode ser facilmente manipulado por sistemas formados fisicamente por chaves que assumam um dos dois estados, aberto ou fechado. Se as chaves eletrônicas dão suporte físico à tecnologia digital, foi na lógica formal que ela encontrou as ferramentas e técnicas de síntese das leis segundo as quais os sistemas digitais funcionam. O uso de um código tão sintético aliado à tecnologia eletrônica, cujo funcionamento foge aos sentidos humanos, criou produtos utilizados sob condição de alienação dos usuários, incapazes de entenderem seu funcionamento. Decorreu daí se pensar que um abismo intransponível separaria a lógica digital da lógica do raciocínio humano, e que, por conseguinte, nada havia que pudesse servir como uma base mais profunda sobre a qual se estabelecessem diretrizes para o projeto de interfaces digitais de usuário.

2.1.1 Aplicação da Lógica ao Estudo das Interfaces

A aplicação da Lógica ao estudo das interfaces digitais pode se dar em duas abordagens no âmbito deste trabalho. A primeira é aquela em que a Lógica analisa a relação entre a experiência sensorial do homem em contato com um objeto e o processo de raciocínio decorrente, procurando estabelecer a verdade dos fatos e esclarecer suas conseqüências.

Na antiga Grécia a filosofia nascente procurava lidar com o devir, ou seja, com a origem, desaparecimento e transformação dos seres, para o que Heráclito de Éfeso e Parmênides de Eléia tinha entendimentos distintos. Heráclito afirmava que somente a mudança é real, consistente na perpétua sucessão de estados opostos. Ao dia sucede a noite; ao calor, o frio; o pequeno cresce, o grande diminui. O mundo, segundo ele, seria um fluxo perpétuo onde nada permanece idêntico, mas tudo se transforma em seu contrário. Já Parmênides afirmava que o fluxo dos contrários não passa de aparência enganosa provocada pela confusão de sensações pensamentos e lembranças. O que é verdadeiro é o que não muda nunca, o que não pode comportar contrariedades internas, já que só se pode pensar e dizer aquilo que não muda nunca (Chauí pg180).

Neste dilema original da filosofia já se faz presente o problema da interface. A visão de Heráclito pode ser, hoje, entendida como focada no objeto, considerando suas variáveis em permanente mudança de estados, verdade difícil, senão impossível, de ser capturada pelo conhecimento. Parmênides, ao contrário, focava o próprio pensamento, buscando nele uma essência imutável para as coisas, vislumbrável na própria linguagem. Se as casas têm mudado ao longo dos milênios, a idéia “casa”, no entanto, permanece. Na tentativa de resolver o dilema de Heráclito e Parmênides, Platão propõe a existência de dois mundos, o mundo sensível, constituído pela matéria em constante mutação, e o mundo das essências, imutável e sem contradições. Para identificar o que é aparência e o que é essência propõe o método da dialética, através dela as coisas devem passar de imagens contraditórias a conceitos idênticos. Nesse processo as coisas são sucessivamente divididas em seus contraditórios de modo a identificar qual deles é o verdadeiro. Aristóteles, no quarto século antes de Cristo, fundou uma nova visão da verdade e do conhecimento que fugia à idéia de que o real e o verdadeiro eram constituídos pelo pensamento e pela intuição. Para ele, o conhecimento deveria ser resultado da íntima colaboração do entendimento com a experiência sensível (Köche, 2000, pg47).

A lógica opera sobre proposições que ligam um sujeito a um predicado por meio de uma cópula, normalmente verbos como ser, estar ou pertencer. Cada uma das partes ligadas pela cópula é denominada termo ou categoria, que são palavras ou expressões que constituem, representam, tudo o que se pode pensar ou falar. As categorias possuem duas propriedades lógicas importantes, extensão e compreensão. A extensão diz respeito ao conjunto dos objetos designados por uma categoria. A extensão do termo “casa” é formada por todos os objetos que possam ser considerados casas. A compreensão diz respeito ao número de propriedades que caracteriza a categoria. As propriedades “construção”, “habitável”, “fixa” e “estável” podem formar a compreensão da categoria “casa”. Extensão e compreensão tendem a ser mutuamente exclusivas. Por exemplo, a categoria “objeto” pode dar conta de tudo o que é imaginável, logo sua extensão é infinita, já sua compreensão é nula, pois não há nenhuma propriedade sequer usada para identificar os membros da categoria. No extremo oposto, se for tomado um número suficiente de propriedades para individualizar um único objeto, a extensão será mínima.

Esses conceitos são importantes na criação das variáveis e atuadores de uma interface, bem como na designação de seus elementos.

Aristóteles estabeleceu quatro tipos de proposições usualmente designadas pelas letras A, E, I e O.

A	Todo P é Q	Proposição universal afirmativa
E	Nenhum P é Q	Proposição universal negativa
I	Alguns P são Q	Proposição particular afirmativa
O	alguns P não são Q	Proposição particular negativa.

Na idade média foi criado o quadrado lógico dos opostos, uma forma de se visualizar as relações entre os tipos de proposições.

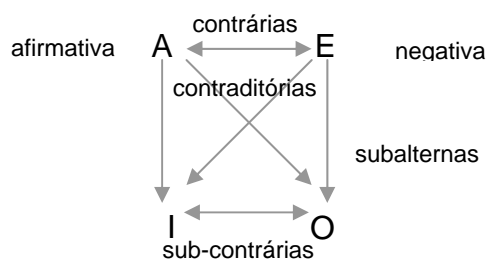


Figura 2.1 Quadrado lógico dos opostos criado na Idade Média para visualização das relações entre os tipos de proposições.

O raciocínio, conforme concebido por Aristóteles, consiste de um encadeamento de proposições. Três é o número de proposições necessário e suficiente para armar um silogismo, um processo de raciocínio dedutivo. Dadas duas proposições iniciais chamadas premissas, pode-se deduzir a terceira proposição, chamada conclusão. Por exemplo:

Todos os botões da interface são sensíveis.

“PLAY” é um botão da interface. Logo:

“PLAY” é sensível.

2.1.2 Álgebra da Lógica

No século dezenove a lógica passou por um novo período de grande interesse, não tanto dos filósofos, mas dos matemáticos. Buscava-se a lógica formal. O estudioso da lógica indaga, sem se preocupar com o conteúdo real, qual forma deve possuir uma proposição para que:

- 1 Seja atribuído valor de verdade ou falsidade
- 2 Represente a forma do pensamento
- 3 Represente a relação entre pensamento, linguagem e realidade.

Entre os matemáticos interessados na lógica, estava George Boole (1815 –1864) que exprimiu seu pensamento em duas obras principais, *Mathematical Analysis of Logic* (1847) e *An Investigation of the Laws of Thought* (1854). Em 1833 Boole começou a vislumbrar as idéias que foram a sua maior contribuição à matemática: a expressão de relações lógicas em forma simbólica ou algébrica. A idéia lhe ocorreu em uma tarde enquanto caminhava pelo campo, mas foi deixada de lado por muitos anos. Veio à tona e deu origem aos dois livros devido à disputa pública entre Sir William Hamilton e Augustus De Morgan, sobre quem tinha o crédito de ter introduzido o cálculo do predicado. Sua idéia central é a de expressar as declarações lógicas e, por conseguinte, o próprio pensamento humano através de uma linguagem sintética. Esta idéia já está implícita na citação que faz de John Stuart Mill (1806 – 1873) no prefácio de *Mathematical Analysis of Logic*:

Sempre que a natureza do objeto permitir ao processo de raciocínio ser, sem perigo, exposto mecanicamente, a linguagem deve ser construída tanto quanto possível por princípios mecânicos; caso contrário ela pode ser construída de modo a se tornar o maior obstáculo ao seu próprio uso mecânico p 2.

Em artigo publicado em 1848 no *Cambridge and Dublin Mathematical Journal*, Boole procura explicar e exemplificar o propósito de seu primeiro livro enumerando:

- a) O negócio da lógica é com as relações de classes, e com os modos nos quais a mente contempla estas relações.
- b) Antecedentemente ao nosso reconhecimento da existência das proposições, existem leis às quais a concepção de classes é sujeita, leis as quais são

dependentes da constituição do intelecto, e que determinam a característica e forma do processo de raciocínio.

c) Tais leis são passíveis de expressão matemática, e assim, elas são a base de um cálculo interpretável.

d) Tais leis, além do que, todas as equações formadas em sujeição a elas, mesmo que expressas sob símbolos funcionais, admitem soluções perfeitas, de forma que todo problema em lógica pode ser resolvido por referência a um teorema geral.

e) As formas sob as quais as proposições são exibidas, de acordo com os princípios deste cálculo, são análogas com aquelas da linguagem filosófica.

f) Embora os símbolos do cálculo não dependam, para sua interpretação, da idéia de quantidade, eles em todo caso, em suas aplicações aos silogismos, conduzem às condições quantitativas da inferência.

Boole retoma o pensamento de Aristóteles sob uma perspectiva de uma teoria da classificação que deve servir de base para o entendimento da lógica, da probabilidade e da própria linguagem. Esta teoria pressupõe (Boole, 1854, pp 49-51):

Que o universo dos objetos concebíveis é representado por 1. Este 1 carrega não o significado da individualidade de um elemento e sim a idéia da totalidade, da inteireza, no mesmo sentido do 1 no estudo da probabilidade que denota a certeza da ocorrência de um dos eventos possíveis.

Que os símbolos X, Y... chamados símbolos eletivos, representam a operação mental de selecionar dentre um grupo formado por elementos x,y, z,w,... apenas os seus respectivos, x,y...

Assim, se X corresponde à classe de objetos “botão”, a aplicação de X a um conjunto formado por objetos diversos, elegerá um conjunto formado apenas por botões. A Expressão XY corresponde à classe onde cada elemento é, simultaneamente, x e y. Na linguagem natural se X corresponde à classe de objetos “botão” e Y à classe de objetos “vermelho”, então a classe XY é formada pelo conjunto dos objetos que são simultaneamente “botão” e “vermelho”, ou seja corresponde à classe formada pelos botões vermelhos. Esta operação corresponde ao recurso da linguagem natural que para dar conta de infinitos objetos usando um conjunto finito de signos, usa-os conjuntivamente. A expressão “botão vermelho pequeno” pode representar qualquer membro do conjunto formado por objetos que são simultaneamente “botão”, “vermelho” e “pequeno”, o que inclui botões de flor, de teclado e de roupa.

Por decorrência dos pressupostos tem-se:

a) $1-X$ representa a classe dos objetos não X . Se X representa a classe dos objetos “botão”, $1-X$ representa o conjunto formado por todos os objetos que não sejam botões, considerados naquele universo. A negação de uma classe, portanto, tem conseqüências maiores do que se pode pensar a princípio. Ao negar-se uma classe, cria-se outra formada por todos os elementos do universo considerado que não pertençam à primeira, ou seja, cria-se o seu complemento. Condicionar um evento à negação de uma condição equivale a aceita-lo sob quaisquer outras condições possíveis. Em linguagem natural, $1-X$ equivale a expressões como “qualquer coisa que não seja botão”, ou “mexa em tudo, menos neste botão”.

b) $X(1-Y)$ representa a classe dos objetos que são x , mas não são y . Se X representa a classe dos objetos “botão” e Y a classe de objetos “branco”, então $X(1-Y)$ corresponde ao conjunto dos objetos que são botões mas não são brancos. O mesmo raciocínio está contido na expressão em linguagem natural “aperte um botão que não seja branco”.

c) $(1-X)(1-Y)$ representa a classe dos objetos que, simultaneamente, não são x e não são y . Novamente, se X é a classe de objetos “botão” e Y é a classe de objetos “branco”, $(1-X)(1-Y)$ corresponde ao conjunto formado por todos os objetos do universo delimitado que não sejam botões e não sejam brancos. Se não houver delimitação esta classe pode conter, por exemplo, automóveis azuis, sapatos vermelhos, caixas amarelas, ursos roxos. Em linguagem natural este raciocínio está implícito em expressões como “só não como gordura nem açúcar”, ou “faça qualquer coisa, menos o que não saiba ou não tenha certeza”.

d) $XXX\dots = X^n = X$ se entende X^n como sendo uma busca da classe X repetida n vezes. Como a busca X sobre a própria classe X terá como resultado sempre os mesmos elementos x , não importa o número de vezes que ela seja aplicada o resultado será sempre o mesmo de uma única aplicação de X .

A aplicação dos pressupostos da álgebra de Boole às proposições categóricas de Aristóteles, passa pela reinterpretação que Boole faz da proposição universal afirmativa, substituindo o entendimento “todos os A são todos os B” por “todos os A são alguns B”.

$$A: \text{ Todos os } y \text{ são } x \quad Y=vX$$

Da proposição inicial pode ser retirada a idéia de que a classe Y está contida na classe X, e a abrange em uma dada proporção, representada na expressão algébrica pelo v que também pode ser entendido como um operador eletivo que seleciona, dentre os elementos da classe X, aqueles que pertencem à classe Y. Em linguagem natural poderia ser dito: “a classe Y é formada por parte da classe X”, ou ainda: “todo y é x, embora nem todo x seja obrigatoriamente y”. Uma expressão natural típica desta proposição é, por exemplo, “os displays são elementos de interface” – embora nem todos os elementos de interfaces sejam displays.

$$E: \text{ Nenhum } y \text{ é } x \quad Y=v(1-X)$$

Da proposição pode-se também entender que todo y é não x, ou seja, que as classes Y e X não possuem membros comuns. A classe Y é formada por uma parte eleita por v da classe (1-X). Exemplo: “os homens não são imortais” a classe ‘homem’ é uma parte da classe “não imortais”.

$$I: \text{ Alguns } y \text{ são } x \quad vY=vX$$

A proposição I poderia ser reescrita como “alguns x são y”, ou seja, há uma porção da classe Y que é comum à classe X. Esta porção comum a X e a Y é eleita pelo operador eletivo v . Um exemplo em linguagem natural é “zebras são eqüinos listrados” – a classe “eqüino” compartilha com a classe “listrado” os elementos da classe “zebra”.

$$O: \text{ Alguns } y \text{ não são } x \quad vY=v(1-X)$$

Onde se aplica raciocínio semelhante ao da proposição I.

Em seu artigo de 1848, Boole ressalta o fato de que a nova escrita das proposições categóricas, embora construída em base científica, mantém a forma que a linguagem humana assume para a vasta maioria das proposições que podem ser concebidas pela mente. Seja o exemplo:

“Te darei um presente. Queres um automóvel ou uma motocicleta?” esta proposição pode ser expressa por

$$Z=X(1-Y) + Y(1+X)$$

Onde Z é a classe dos presentes ofertados, X é a classe dos automóveis e Y é a classe das motocicletas.

Ainda no século dezenove, especialmente após a sua morte, a obra de Boole recebeu contribuições e aplicações de várias outras figuras notórias da matemática e da lógica como William Stanley Jevons, Charles Sanders Peirce, Ernst Schröder, John Venn, entre outros. Em sua obra *Pure Logic* (1864) Jevons ressalta:

A forma do meu trabalho pode ser entendida como despindo o dele (de Boole) da sua vestimenta matemática, a qual, para dizer o mínimo, é não essencial. O sistema, sendo restaurado à sua devida simplicidade, pode ser inferido não que a lógica é parte da matemática, como implícito nos escritos do Professor Boole, mas que a matemática deriva da lógica.

Jevons abandonou o simbolismo matemático da lógica, ele usou a notação simbólica apenas como meio de representação para expressar verdades gerais; a lógica se tornou uma linguagem provendo símbolos e estruturas para a expressão dessas verdades gerais. Uma colaboração interessante de Jevons foi a introdução de uma nova notação mais compacta para representar as classes complementares. Ao invés de $(1-A)$, para representar o complemento da classe A, pode-se agora escrever !A, A' ou \bar{A} , o que facilita a construção de expressões lógicas e a notação de idéias como “o complemento do complemento de A”, que pode ser escrito $\overline{\bar{A}}$.

2.1.3 A álgebra de Boole

Pelo enunciado de postulados, Boole definiu operações algébricas para representarem as funções lógicas de complementação, conjunção e disjunção.

1 Operação de complementação ou operação negação que corresponde à função lógica de buscar o complemento de uma classe representada pela tabela verdade:

A	\bar{A}
f	v
v	f

Assim, quando a representação \bar{X} reporta-se à classe X, ela representa o seu complemento, ou seja, o conjunto de todos os objetos que não são x. Já se \bar{X} é a representação da negação de uma proposição, equivale à uma proposição negativa do mesmo predicado. Por exemplo, se X representa “eu estou feliz”, então \bar{X} representa “eu não estou feliz”.

2 Operação algébrica • (operação ponto)

A B	A E B
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

A operação algébrica ponto corresponde à função lógica E (conjunção).

A B	A E B
f f	f
f v	f
v f	f
v v	v

A função E designa uma classe formada por elementos que pertencem simultaneamente a pelo menos outras duas classes especificadas, por exemplo, a classe

“aves” é formada por objetos (animais) que “põem ovos” E “são bípedes”, não se abrindo a possibilidade de que haja uma ave que não atenda a ambas as características. A função E está contida no discurso natural em declarações como “só libero o documento na presença de todos os interessados”; “não basta ser pai, tem de participar”, “para abrir, empurre a porta pressionando o botão”.

3 Operação “+” (operação cruz)

A	B	A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A operação cruz corresponde à função lógica OU. Esta interpretação é devida a Jevons (Peckhaus 2000), já que Boole entendia a operação + como a função OU exclusivo.

A	B	A OU B
f	f	f
f	v	v
v	f	v
v	v	v

A função OU especifica uma classe formada por elementos que pertençam alternativamente a uma dentre um número de classes enumeradas. Por exemplo, a classe “norte americanos” pode ser definida como o conjunto dos elementos (pessoas, por exemplo) que pertençam a uma das 3 classes: “mexicanos”, “estadunidenses” e “canadenses”. Na linguagem natural a lógica OU está implícita em declarações tais como: “a qualquer de vocês que vier, eu entrego o livro”; “tanto faz ir pelo litoral como pela serra, chega-se do mesmo jeito”; “para reiniciar, aperte uma das teclas”.

De forma semelhante ao que ocorre em outros sistemas algébricos, também na álgebra de Boole novas operações algébricas podem ser definidas a partir de outras mais elementares, como é o caso da operação \oplus e seu complemento.

$$A \oplus B = (\bar{A} \bullet B) + (A \bullet \bar{B})$$

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$\overline{A \oplus B} = (\bar{A} \bullet \bar{B}) + (A \bullet B)$$

A	B	$\overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

As duas operações anteriores correspondem respectivamente às funções lógicas OU exclusivo e Coincidência. A função OU exclusivo está implícita em expressões naturais como: “queres cerveja ou vinho?”; “ele pode aceitar ser ministro ou assumir no senado”; “selecione o receptor FM ou o CD player”. Embora use a mesma palavra “ou” típica da função lógica OU, as expressões acima implicam numa relação de exclusão entre os elementos ligados pelo “ou” que deve ser interpretada a partir do contexto ou mesmo da entonação usada.

2.1.4 A Binarização

Sobre o significado do 0 e do 1 em sua álgebra, Boole escreve (Boole, 1854):

O símbolo 0, como usado em álgebra, satisfaz a seguinte lei formal

$$0 \bullet Y = 0 \text{ ou } 0Y = 0$$

o que quer que Y possa representar. Como esta lei formal deve ser obedecida em um sistema de lógica, nós devemos dar ao símbolo 0 uma interpretação em que a classe representada por 0Y possa ser idêntica à classe representada por 0, o que quer que Y represente. Uma pequena consideração mostrará que esta condição é satisfeita se o símbolo 0 representar Nada. De acordo com a definição prévia, nós diremos que Nada é uma classe. De fato, Nada e Universo são os dois limites extremos da extensão de uma classe, pois eles são os limites da possibilidade de interpretação de nomes próprios, nenhuma classe pode representar menos indivíduos do que Nada ou mais indivíduos do

que o Universo... ... o símbolo 1 satisfaz em um sistema Números a seguinte lei:

$$1 \bullet Y = Y \text{ ou } 1Y = Y$$

o que quer que o número Y represente. E esta equação formal sendo assumida como igualmente válida no sistema deste trabalho, no qual 1 e Y representam classes, então decorre que o símbolo 1 deve representar a classe de todos os indivíduos os quais são encontrados em qualquer classe Y proposta que são todos também indivíduos 1y pertencentes à classe Y e à classe representada por 1. Uma pequena consideração mostrará que a classe representada por 1 deve ser “o Universo”, desde que esta é a única classe na qual são encontrados todos os indivíduos encontrados em qualquer classe. Dessa forma as respectivas interpretações dos símbolos 0 e 1 neste sistema de lógica são Nada e Universo .

Em seu artigo de 1848 (Boole, 1848) Boole pondera:

Quando nós passamos a considerar as proposições hipotéticas, as normas leis e o mesmo axioma geral, o qual poderá ser tomado também como uma lei, continuam a valer; a única diferença reside em que os sujeitos do pensamento não são mais classes de objetos, mas casos de verdade coexistente ou falsidade das proposições. Relações as quais os lógicos chamam condicional, disjuntiva, etc. Mas o fato notável é que as expressões destas relações podem ser deduzidas por um simples processo analítico.

Nisto se fundamenta o uso da álgebra de Boole como ferramenta de manipulação da lógica no processo de sintetizar as funções que devem resolver dado problema usando tecnologia digital com processamento de variáveis binárias.

O 0 e o 1 da álgebra de Boole correspondem ao falso e ao verdadeiro (ou vice-versa) do cálculo do predicado descrito nas tabelas verdade das funções lógicas. Se for aplicado o raciocínio de operação com classes, cada evento corresponderia a uma classe constituída por um único elemento, constituindo a chamada lógica sentencial. Assim, ao se buscar um dado elemento usando um operador lógico adequado, o resultado da busca será 1 – a totalidade, ou 0 – conjunto vazio. Por exemplo, se for buscado o evento “chave acionada”, o resultado será 1 se a chave estiver realmente acionada e 0 se não estiver acionada.

A binarização é a forma como a lógica digital binária vê o mundo físico. Para os eventos relacionados a uma porta, só são admitidos os estados “fechada” e “aberta”, embora fisicamente uma porta possa assumir infinitos estados intermediários diferentes. Muitos elementos das interfaces digitais são, por suas naturezas construtivas, inerentemente binários, como as chaves liga / desliga, as lâmpadas piloto e os *push-bottons* (botões com contato momentâneo), o que facilita o desenvolvimento da função

lógica do controle digital e, ao menos em princípio, também a formação do modelo mental de operação da interface pelo usuário. A dificuldade para o operador começa a surgir quando elementos de interface binários devem ser usados para controlar o desempenho de variáveis contínuas, como o volume de som de um equipamento de áudio. O fenômeno da binarização está presente também na linguagem natural onde se costumam criar pares de opostos semânticos como quente / frio, bom / ruim, muito / pouco. A binarização semântica será melhor abordada no capítulo 3, sobre Comunicação.

Tecnologicamente, a binarização facilita o processamento de informação por meios artificiais ao requerer dos dispositivos processadores que distingam e gerem apenas dois estados físicos, correspondentes aos estados lógicos 0 e 1. Quando é requerido um maior grau de analogia na representação do mundo físico, a faixa dentro da qual uma variável contínua excursiona pode ser dividida em segmentos através de uma divisão sucessiva por 2. A cada nova divisão dos segmentos, para incrementar a fidelidade da representação, há que se criar uma nova variável binária (figura 2.2). Assim, a primeira variável descreve se o evento real está na primeira ou segunda metade do intervalo; a segunda variável descreve se o evento está nos quartos pares ou ímpares, e assim sucessivamente para os oitavos, dezesseis avos e adiante, até que se obtenha a resolução pretendida. Nos CDs de áudio são usados conjuntos de dezesseis variáveis binárias para descrever a intensidade da pressão sonora a cada instante, o que permite dividir o intervalo de variação em 56536 segmentos, resultando numa aproximação da representação binária com a variável analógica original suficiente para reprodução de alta fidelidade.

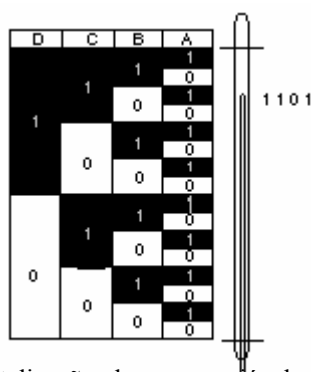


Figura 2.2 Digitalização de uma variável analógica usando quatro variáveis binárias, A, B, C e D, para descrevê-la.

2.1.5 Aplicações Tecnológicas da Lógica Binária

O exposto até agora neste capítulo descreve como um pensamento eletivo pode ser formalizado através da lógica e como esta, através da álgebra de Boole pode ser manipulada para a conversão de funções lógicas determinadas, em outras equivalentes mas de formato mais conveniente à implementação, tipicamente suportada por tecnologia eletrônica, tirando proveito do fato de que as classes Nada e Universo podem ser facilmente representadas por dois estados de uma variável elétrica como nível de tensão, intensidade de corrente ou estado de um interruptor (com continuidade / sem continuidade) quadro 2.1. Como a lógica em si é imaterial e a eletricidade e a eletrônica compreendem fenômenos que escapam aos sentidos humanos, o funcionamento de um produto e, por conseguinte, a formação de um modelo mental pelo usuário será totalmente dependente daquilo que transparece através da interface de usuário. O usuário percebe a lógica digital de uma interface, logo ao primeiro contato, pela binarização dos estados dos seus elementos que só terão dois estados possíveis - aceso / apagado, comprimido / liberado, travado / solto, não havendo proporcionalidade entre a ação física sobre os elementos de controle – chaves, botões - e o resultado desta ação.

Variável física de suporte	Estado lógico 0	Estado lógico 1
tensão	0 volts	5volts
corrente	-4mA	16mA
chave	aberta	fechada
capacitor	carregado	descarregado
foto-sensor	escuro	iluminado
rele	desativado	ativado

Quadro 2.1 Variáveis elétricas tipicamente usadas para representar estados lógicos em processadores digitais eletrônicos e possíveis estados físicos associados arbitrariamente aos estados lógicos 0 e 1.

Deve-se perceber que produto ou sistema baseado em tecnologia digital não implica obrigatoriamente no uso de interface digital, da mesma forma que o uso de interfaces digitais não requerem que o produto seja de base digital. Há muito tempo os displays dos medidores de energia elétrica e dos odômetros dos automóveis são digitais

apesar dos sistemas que os suportam não o serem. Por outro lado, a barra de rolagem de um aplicativo de computador é um elemento de interface analógico suportado por tecnologia digital. Neste trabalho o foco é a interface digital, qualquer que seja a tecnologia que a suporte, embora seja dada especial atenção aos sistemas totalmente digitais por serem os casos onde a ligação tecnologia / lógica / linguagem pode ser melhor explorada.

2.1.5.1 Aplicações combinacionais

A metodologia de síntese de funções lógicas comumente chamada Lógica Combinacional é um conjunto de ferramentas lógicas e algébricas aplicadas em um processo estruturado numa seqüência de passos que visa a síntese de funções lógicas que solucionem problemas lógicos que não envolvam sequencia de eventos, ou seja, problemas cujas soluções possam ser apresentadas em uma tabela invariável no tempo. Esta tabela define os estados lógicos instantâneos das variáveis de saída a partir dos estados lógicos instantâneos das variáveis de entrada (figura 2.3), de forma que uma vez que se estabeleçam os estados lógicos das entradas, tem-se a condição suficiente para estabelecer os estados das saídas, o que caracteriza um sistema sem memória. Uma interface operando sob lógica combinacional é uma interface operada apenas por mapeamento, onde a cada configuração dos estados dos elementos atuadores corresponde a ativação de uma função do produto. A proposição “para gravar aperte PLAY e REC” pode ser resolvida por lógica combinacional desde que o equipamento passe a gravar sempre que o usuário aperte simultaneamente as teclas PLAY e REC, independentemente dos estados correntes e anteriores do sistema.

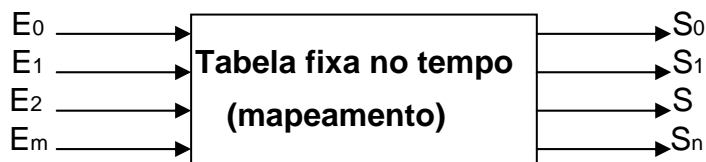


Figura 2.3 A lógica combinacional resolve uma tabela que relaciona os valores instantâneos dos estados das saídas aos estados lógicos instantâneos das entradas.

A síntese da solução de um problema por lógica combinacional segue o processo mostrado no diagrama da figura 2.4. O primeiro passo é a declaração do problema em linguagem natural seguido pela análise do discurso que deve extrair as hipóteses nele contidas. Ao explicitar as hipóteses, evidenciam-se as variáveis envolvidas no problema e pode-se, então, construir uma tabela verdade contendo todas as possíveis combinações dos estados das variáveis de entrada. Da tabela podem ser retiradas as combinações (conjunções) que tornam as saídas verdadeiras, as quais somadas (função OU) formam a expressão algébrica da função lógica que define a dependência das variáveis de saída em relação às de entrada, ou seja, define a função lógica que resolve o problema. Esta função lógica pode conter termos redundantes que se permanecerem até a implementação física a tornarão desnecessariamente mais complexa e, portanto, mais cara e susceptível a erros. Para eliminar ou reduzir a redundância são feitas manipulações algébricas que buscam expressões equivalentes logicamente mas algebricamente mais simples. Para melhorar a interpretação da expressão lógica obtida e facilitar o trabalho de implementação, ela pode ser convertida em um diagrama onde cada função lógica básica é representada por um símbolo gráfico (figura 2.5).

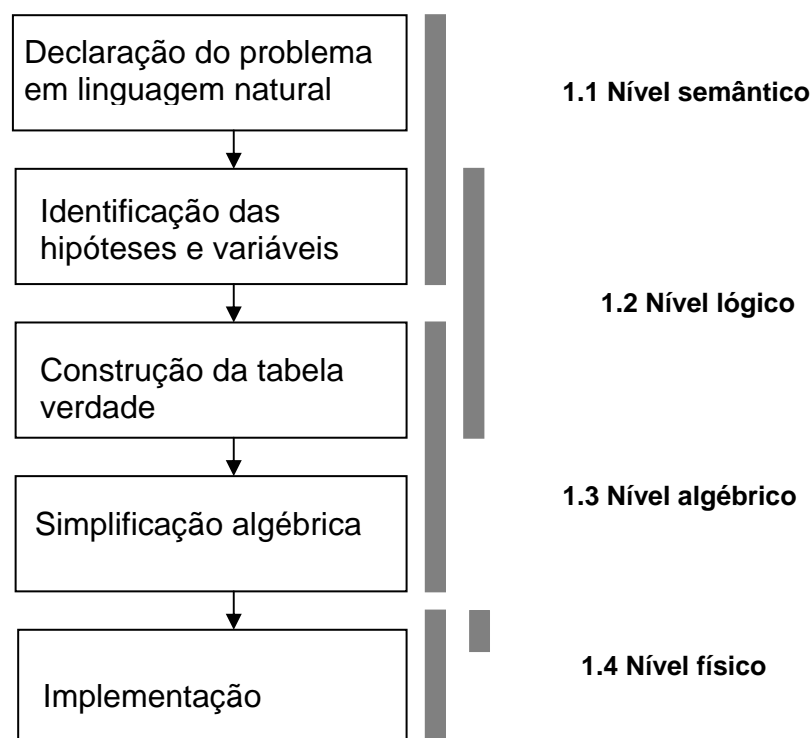


Figura 2.4 - Passos do processo de síntese de função lógica para solução de problemas por lógica combinacional, com respectivos níveis de representação.

Deve-se perceber as mudanças ocorridas na representação do problema ao longo do processo de síntese da solução por lógica combinacional. Parte-se de uma representação por linguagem natural, que é convertida através das hipóteses em uma representação lógica, usando a tabela verdade. Para executar a simplificação abstrai-se a lógica em uma representação algébrica que permite a manipulação, para no final voltar ao domínio lógico onde se dará a implementação física do dispositivo lógico que automatiza a solução do problema. Fica evidente a falta de uma outra etapa que pudesse trazer a representação de volta ao domínio semântico, numa linguagem que seja amigável ao usuário, ou esta etapa ficará totalmente ao cargo do usuário demandando dele grande esforço cognitivo na formação do modelo mental.

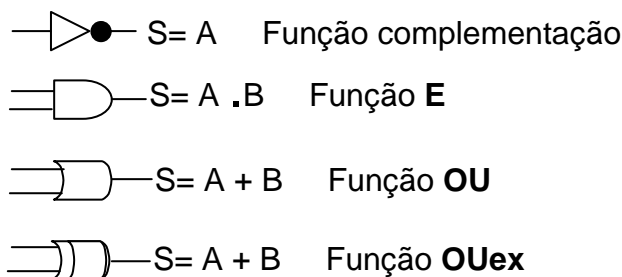


Figura 2.5 Símbolos gráficos usados para representar as principais funções lógicas básicas.

2.1.5.2 Aplicações seqüenciais

Aquilo que no meio profissional da eletrônica digital é chamado de lógica seqüencial, é um processo para a solução de problemas lógicos que envolvem seqüências de eventos, problemas cujas soluções dependem de respostas a perguntas como: “O estágio 1 já foi ativado?” ou “a função F já foi ativada alguma vez?”. Em uma interface um exemplo simples de lógica seqüencial são os botões que alternam sua atuação ativando ou desativando uma dada função a cada vez que são acionados. Um sistema lógico só pode dar conta das questões acima se possuir memória, pois é o único recurso capaz de permitir ao sistema perceber a passagem do tempo pela sequencia de eventos. Numa lógica sequencial os estados das variáveis de saída a cada instante não são determinados apenas pelos estados das variáveis de entrada naquele instante, eles

dependem também dos estados lógicos internos à memória, ou seja, dependem de eventos anteriores (figura 2.6). Para dar conta do efeito de memória foi introduzido o flip-flop, um elemento lógico que funciona como memória de um bit, ou seja, ele é capaz de armazenar o estado lógico (0 ou 1) de uma única variável lógica. Um flip-flop armazena o dado (estado) presente em sua entrada ao comando de uma entrada de controle (clock) e o retém até que um novo comando seja recebido para o armazenamento de um novo dado (figura 2.7). A lógica sequencial é o tipo de lógica presente nas interfaces por navegação, nas quais a ação sobre um atuador (variável de entrada) não determina a função a ser ativada pois isto depende do estado atual do sistema, ou seja, depende de qual estágio da navegação, modo de operação ou item do menu está ativo naquele momento.



Figura 2.6 Um sistema de lógica sequencial é constituído por um bloco de lógica combinacional com alguns estados lógicos realimentados à entrada através de um bloco de memória.

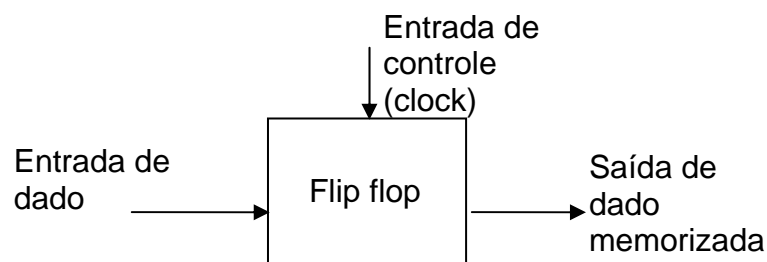


Figura 2.7 Um *flip-flop* é um elemento lógico capaz de armazenar o estado lógico de uma variável (1 *bit*). Ao sinal do *clock*, o dado da entrada é armazenado e disponibilizado na saída.

Da mesma forma como a lógica sequencial requer que o sistema tecnológico seja dotado de capacidade de memória, também o usuário é requisitado a fazer uso de memória, para a partir do modelo mental do sistema efetuar a navegação, conseguindo

deduzir, em função do modo corrente da interface, qual será o resultado da ação sobre um elemento atuador ou o significado da informação apresentada em um mostrador. As interfaces que se apresentam ao usuário como uma lógica seqüencial tiveram grande impulso, tanto em sua popularidade quanto em sua sofisticação, a partir do surgimento em 1974 do microprocessador. Os microprocessadores são circuitos integrados (chips) que contém todas as unidades básicas de um processador de dados como a ULA (unidade de lógica e aritmética), registradores (bancos de flip-flops) que memorizam dados de entrada e saída e unidade de temporização e controle. Como os microprocessadores operam segundo um programa, há grande versatilidade na lógica que são capazes de implementar, podendo ser usados para construir interfaces que controlem um grande número de funções a partir de um pequeno número de elementos de interface como botões e displays. Atualmente os microcontroladores, microprocessadores desenvolvidos especialmente para controle, contém bancos de memória programável não volátil que podem armazenar todo o setup de um equipamento de forma que o usuário não precisa refazê-lo toda vez que vai utilizar o equipamento. Estes bancos de memória não volátil também podem ser utilizados para personalizar a interface através de funções e teclas programáveis, o que pode tornar a interface mais amigável por aproximá-la do modelo mental formado pelo usuário. As interfaces que operam por navegação, segundo uma lógica sequencial, não podem ter seus elementos rotulados segundo as funções sobre as quais atuam, já que isto depende do modo de operação que está ativo em dado momento. Conforme Norman (Norman, 1985, 53), o maior fator de amigabilidade de um produto é a visibilidade pelo usuário da lógica segundo a qual o produto opera. Nas interfaces suportadas por microcontroladores este quesito fica prejudicado, requerendo que o projeto da interface seja executado tomando em consideração critérios e técnicas que compensem em parte esta deficiência.

2.1.6 Lógica e Linguagem

A lógica pode ser vista como uma linguagem cujos símbolos são, em si, vazios de significado, já que ela não trata de coisas, mas de estados de coisa, ou de eventos, mas de relações de causa. A expressão lógica $S = A + B$ pode tanto representar o

pensamento “entregue a sacola ao Abílio ou ao Basílio”, como o pensamento “soar o sinal se detectar armas ou bomba”, ou ainda, “farei salada se houver alface ou brócolis”, ou qualquer outro pensamento de mesma estrutura. A lógica só se torna explícita quando ligada a uma situação particular como quando materializada em um objeto. Uma tesoura de aparar grama trás visível a lógica E em relação ao emprego das mãos para usá-la, já uma marreta pequena induz uma lógica OU; pode-se agarrar a marreta com a mão esquerda, ou com a direita, ou com ambas. A inspeção visual de uma tranca tipo tarjeta deixa clara ao usuário a necessidade de levantar o pino e, em seqüência, recolher a trava para que a porta possa ser aberta. Embora boa parte da amigabilidade dos objetos e, por conseqüência, boa parte da sua qualidade esteja no fato de terem sua lógica de operação visível, alguns designers deliberadamente tornam seus objetos ambíguos em troca de ludicidade ou de um estilo formal mais limpo (Norman, 1985, p 142). São portas sem puxador ou qualquer marca que indique o tipo de ação necessário para abri-las; mostradores sem numeração ou controles sem rótulo. Estes objetos podem ser tão desorientadores quanto uma tela do DOS (sistema operacional para microcomputadores onde os comandos têm de ser digitados ao invés de serem simplesmente apontados, como no Windows), onde o operador se depara com nada mais que um cursor piscando na tela para orientar sua ação inicial.

A dificuldade em se expressar as relações da Lógica Booleana e suas derivadas, deve-se ao fato de que são lógicas formais que operam sobre símbolos puros, ou seja, símbolos cujo significado é intrínseco a um sistema fechado e sem relação com o mundo físico, donde advém o conhecimento por experiência que orienta o discurso humano. Kant, em seu trabalho *Crítica da Razão Pura*, lança as bases filosóficas do que poderia ser um sistema que operasse com variáveis não puramente simbólicas, mas com algum significado experiencial agregado. Tais sistemas ao ancorarem semanticamente as variáveis lógicas, facilitariam a comunicação máquina / usuário.

2.1.6.1 Visibilidade

Tornar a lógica visível fica mais difícil quando ela é suportada por uma tecnologia de funcionamento quase imaterial como a eletrônica, que escapa aos sentidos humanos. Tornar a lógica mais visível é o objetivo dos diagramas desenvolvidos por

John Venn. Neles a área de uma figura geométrica plana, como um retângulo, representa a classe universo enquanto que outras figuras internas a ela, usualmente elipses, representam outras classes. Ao se criar um diagrama de Venn de uma expressão lógica pode-se perceber por inspeção visual onde ocorrem as conjunções, disjunções e as relações de complementaridade (figura 2.8). O princípio da funcionalidade, usado na alocação de elementos de uma interface, sem o explicitar, usa o princípio dos diagramas de Venn quando agrupa os elementos por afinidade de função, ressaltando cada área através de detalhes gráficos como boxes e cores distintas. Um elemento da interface que pertença simultaneamente a mais de uma função estará colocado na interseção de ambas as áreas. Para além deste que é bastante incipiente, o uso dos diagramas de Venn para explicitar a lógica em interfaces de produtos é limitado pela necessidade de que o usuário tenha familiaridade com esta forma de representação.

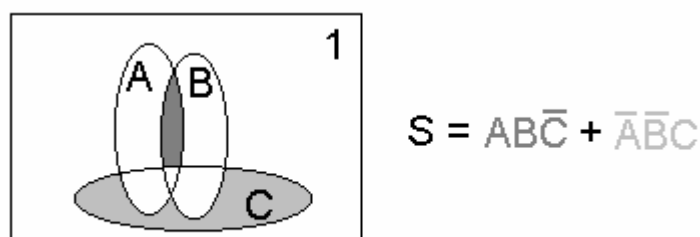


Figura 2.8 Diagrama de Venn representando a classe S formada pela soma lógica (OU) das classes formadas pelos elementos que são simultaneamente "a" e "b" sem serem "c" mais a classe dos elementos que são "c" sem serem "a" nem "b".

Uma outra forma de expressar uma lógica de forma visual e intuitiva é através dos diagramas de chaves onde a lógica E (conjunção) é representada chaves de circuito conectadas em série, enquanto que a lógica OU (disjunção) é representada por chaves conectadas em paralelo, os diagramas de chave podem dar uma leitura mais rápida da lógica, mas também requerem do usuário o domínio antecipado da noção de continuidade de circuito e sua representação gráfica (figura 2.9). Qualquer que seja a tentativa de representar visualmente a lógica será pelo uso de simbologia, o que sempre recai na necessidade do conhecimento prévio de um código, já que o caráter imaterial da lógica dificulta o estabelecimento de metáforas e a criação de ícones para a representação de relações.

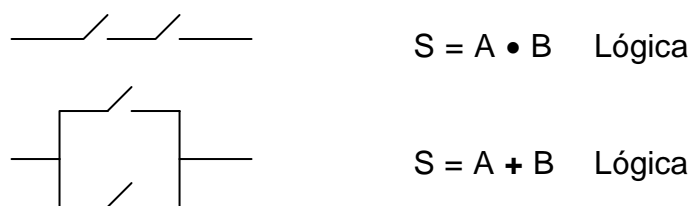


Figura 2.9 - Diagramas de chaves para expressar as relações lógicas E e OU.

Segundo Norman (,1985, p83), esta lacuna entre a metáfora e o objeto pode ser estreitada pelas limitações físicas, culturais e semânticas que reduzem os possíveis significados. Norman (ibid) oferece o exemplo de um brinquedo Lego para montar uma motocicleta policial. Limitações semânticas como o formato das peças, limitações físicas, como os encaixes, e limitações culturais, como as cores usadas para os faróis dianteiro, traseiro e de alerta, tornam o número de interpretações pequeno o suficiente para que o brinquedo possa ser montado mesmo sem ajuda de um manual. De outra forma, o número de possíveis interpretações seria tamanho que inviabilizaria qualquer esforço de montagem do brinquedo. Quando a lógica envolve dentre suas variáveis de entrada estados de elementos físicos da interface, como chaves e botões, pode-se procurar fazer uso de uma representação indéxica onde botões, por exemplo, são os signos de sua própria ativação, sendo a representação visual completada com grafismos simples.² São exemplos corriqueiros desta abordagem as formas usadas para representar a necessidade de atuar simultaneamente (lógica E) sobre os botões PLAY e REC para ativar a função de gravação em aparelhos de áudio e sobre as teclas TIME e HOUR para o acerto da hora corrente em relógios despertadores. Estes são exemplos de como tornar visíveis relações lógicas simples do tipo combinacional. A dificuldade de representação visual aumenta quando a relação lógica é do tipo seqüencial, ou seja, envolve seqüências de eventos ou ações. Mesmo que se apele ao uso de linguagem natural, através de legendas e rótulos, como meio para explicitar as relações lógicas que envolvem os elementos de uma interface digital, ou mesmo nos textos dos manuais de operação dos produtos, a ambigüidade da linguagem natural é um empecilho à formação do modelo mental adequado da operação do produto. Numa proposição como “a função X é ativada quando o botão A e o botão B forem apertados” o usuário pode interpretar o

² A classificação dos signos em índice, símbolo e ícone será apresentada na seção 3 -

e como uma conjunção lógica, o que exige ação simultânea sobre os dois botões para a ativação da função X. Mas ele também pode entender o e como “a função X é ativada quando se aperta o botão A e quando se aperta o botão B”, o que equivale a uma disjunção lógica (lógica OU). O projeto de uma interface necessita superar este caráter polissêmico da linguagem natural, bem como a concisão e o vazio de significado da lógica para poder estabelecer comunicação adequada entre interface e usuário. De qualquer forma, a lógica é o espaço no qual máquina digital e ser humano podem processar informações e é sobre ela que se deve procurar construir uma linguagem comum capaz de suportar comunicação eficaz entre ambos. Colocam-se em evidência, então, questões como:

Como a mente descreve em linguagem natural uma relação lógica implícita em um dado contexto?

Como a mente consegue apurar a estrutura lógica subjacente às proposições declaradas em linguagem natural?

Pode-se, a partir das relações entre a lógica do raciocínio e a lógica binária, propor uma linguagem própria à comunicação Homem / máquina via interface digital?

2.2 COMUNICAÇÃO

O objetivo desta seção é buscar os elementos teóricos que permitam entender os fenômenos que constituem os processos de comunicação que se dão através da interface digital. Para tanto, recorre-se ao estudo da comunicação humana (entre seres humanos), para a partir daí, dar conta da assimetria decorrente de um processo comunicativo que tem de um lado um ser humano, dotado de faculdades que lhe permitem alta capacidade de inferência, podendo portanto lidar com eventos raros e em variados contextos, e do outro lado um processador de informações com reduzidas capacidades de contextualização e inferência, recursos sempre limitados por fatores tecnológicos e de ordem econômica.

Como já citado, o papel fundamental da interface é prover sensibilidade mútua entre dois processadores de informação. A comunicação, no entanto, não é um processo

garantido apenas pela sensibilidade mútua, embora esta seja uma premissa necessária (Johnson, 1997, p 17). Para que aconteça a comunicação, é necessário que se verifiquem uma série de condições que não são consenso entre as diversas teorias que procuram explicar como se dá a comunicação humana. A ênfase recai ora no papel do código, ora no papel do contexto, ora no compromisso dos organismos envolvidos no processo comunicativo, mas todas as teorias concordam que o processo comunicativo é algo maior que a simples troca de informações. O interesse central não é o de contrapor as várias teorias da comunicação, expondo seus pontos de convergência ou divergência, mas, sim, retirar de cada uma das teorias elementos que, adaptados à comunicação homem-sistema digital, possam dar base teórica ao desenvolvimento de interfaces com melhor desempenho. Assim, ao invés de se contrapor as teorias semióticas e pragmaticistas, buscar-se-a retirar da primeira princípios relativos à interpretação imediata dos signos, enquanto que da teoria pragmaticista serão aproveitados conceitos acerca de como o ser humano, usando efeitos do contexto, as várias instâncias da memória e processos dedutivos, infere significação maior do que aquela contida na informação recebida. Uma vez estabelecidos os conceitos da comunicação segundo a visão semiótica, baseada em autores como Peirce, Saussure e Barthes, e pragmaticista, sob os enfoques do princípio da cooperação de Grice e da relevância, de Sperber, serão obtidas conclusões em dois níveis diferentes do processo comunicativo. O uso dos trabalhos destes autores para esclarecer aspectos da semiótica ou do pragmatismo não os vincula a estas escolas. O trabalho de Peirce, por exemplo, é utilizado para introduzir conceitos importantes para o entendimento da semiótica, no entanto, foi ele quem ao criar o modelo triádico dos signos, fundou o pragmatismo. Ao nível de lógica da linguagem, procurando estabelecer as bases de uma linguagem com semântica e sintaxe próprias das interfaces digitais, e, em um nível mais elementar, determinar a efetividade das diversas classes de signos no processo comunicativo e determinar seus processos geradores segundo o tipo de metáfora que estabelecem.

2.2.1 Conceito de Comunicação

Comunicação, na definição de Sperber e Wilson (Sperber e Wilson, 1986, pg 1), é um processo envolvendo dois dispositivos processadores de informação através da

modificação que um provoca no ambiente físico do outro. Estes dispositivos processadores tanto podem ser de base biológica, como a mente humana, quanto de base tecnológica, como os sistemas digitais, desde que se cumpra a premissa de que uma interface adequada torne os dois dispositivos mutuamente sensíveis. Em termos de comunicação humana não há como transmitir diretamente as complexas estruturas de informação que caracterizam idéias, pensamentos e sentimentos. Simplesmente não há como reproduzir na mente de um segundo sujeito o pensamento gerado na mente de um primeiro. Assim, o ato comunicativo é obrigatoriamente um ato mediado onde as estruturas complexas devem ser quebradas em elementos menores de informação para serem transmitidas através da linguagem. Na linguagem ocorre a transição da coisa para a idéia da coisa através do signo, visto que este é, simultaneamente, coisa e idéia (Florenskii citado em Zinchenko, 1995, p 47). As pessoas estão tão familiarizadas com a mediação que não percebem que ela ocorre, de forma que, ao lerem um livro, por exemplo, têm a sensação de acessarem diretamente o significado pretendido por quem redigiu o texto.

Embora a comunicação possa ser não intencional, por exemplo, ao andar apressadamente um indivíduo comunica a sua pressa, trata-se neste trabalho da comunicação intencional. Sperber cita dois motivos para a comunicação intencional (Sperber e Wilson, 1986, p 9):

1 “Produzindo evidência direta da intenção comunicativa pode-se transmitir mais informação e com mais segurança do que se conseguiria pela simples produção de evidências”. Voltando ao exemplo do apressado, este teria maior eficiência na comunicação – obter cooperação dos demais indivíduos – se gritasse: “Por favor, estou com pressa!”, do que apenas esperando que os demais percebam as evidências da sua necessidade. Nas interfaces de produtos este princípio se verifica, por exemplo, em displays que se apresentam claramente como transmissores de informação, não se confundindo com detalhes gráficos dos painéis, e em botões que parecem gritar “Hei! Eu sou um botão, você pode me apertar!”. Compare a diferença de ostensividade da intenção comunicativa de um teclado de botões e um teclado do tipo membrana. No segundo caso os atuadores são facilmente confundidos com detalhes gráficos do painel da interface.

2 “Modificar e expandir o contexto cognitivo que alguém partilha com um outro”. A convivência, inclusive com sistemas artificiais, em sociedades cada vez mais sofisticadas, exige de seus membros o domínio de uma quantidade cada vez maior de conceitos comuns para uma coexistência confortável. Este segundo objetivo volta ao tema da mediação, que é central quando se lida com interfaces. Na visão de Bronckart (Bronckart, 1995, pp 76,77) a linguagem deveria ser considerada o autor do mundo, pois é através dela que a mente organiza o meio e, citando Habermas, afirma que é pela mediação da linguagem que é possível a disseminação da racionalidade humana. De forma recursiva, é sobre este contexto cognitivo compartilhado que a comunicação pode se estabelecer de forma efetiva. Não é outra coisa senão isto que se faz ao introduzir novos nomes e números de telefones na agenda do celular. Em seu limitado poder dedutivo, seu aparelho será capaz de inferir a ação a ser desencadeada quando você informar o comando “ligar para casa”.

Sobre comunicação Sperber propõe duas grandes questões (Sperber e Wilson, 1986, p 11):

1 O que, afinal, é comunicado?

2 Como a comunicação acontece?

Estas questões tendem a ser, à primeira vista, banalizadas por um modelo de comunicação que pode ser reconhecido já nas idéias de Aristóteles – palavras designando classes precisas de coisas mas, que é hoje mais disseminado na forma proposta por Shanon e Weaver a partir dos conceitos dos sistemas de telecomunicações. Neste modelo mostrado na figura 3.1, um emissor codifica uma informação que é então transmitida até o receptor que a decodifica, reproduzindo de forma exata o que foi gerado pelo emissor, à exceção do caso de ocorrer introdução de ruído no canal de transmissão.



Figura 2.10 Diagrama do modelo de comunicação segundo Shanon e Weaver.

Uma das falhas deste modelo é não distinguir os conceitos de transmissão de informação e comunicação. O modelo de Shanon e Weaver descreve com perfeição o que ocorre quando alguém sentado ao computador digita um email que lhe é ditado e na outra máquina alguém simplesmente o lê para o seu destinatário. Pelo modelo de Shanon e Weaver se não houve a interferência de ruído durante as fases da transmissão a comunicação estaria garantida, no entanto há pelo menos dois motivos pelos quais a comunicação pode falhar por conta da ambigüidade:

1 Devido ao caráter polissêmico dos signos (no exemplo acima, as palavras).

2 Devido aos efeitos de contexto.

O problema da polissemia pode ser evidenciado na própria frase proposta por Aristóteles para enunciar a lógica das classes: “Todo homem é mortal”. Cada uma das quatro palavras admite mais de um significado. Mortal, por exemplo, diz respeito tanto àqueles que podem morrer quanto àqueles que tem potencial mortífero. O problema do contexto pode ser apreciado se considerarmos alguém ligando para uma pizzeria e dizendo “Por favor, pode me trazer uma pizza marguerita aqui em casa?”. Embora entenda com clareza a frase do cliente, a atendente não poderá cooperar com o intento dele, pois o contexto em que ela está não lhe permite localizar o cliente, que em seu contexto, tem toda clareza de onde fica sua própria casa. Se o processo comunicativo se encerrasse aqui, teria falhado, pois o emissor não teria conseguido o seu intento ao comunicar-se, apesar da informação ter chegado intacta. A questão 1 pode ser posta de uma forma ainda mais extensa, perguntando como estímulos físicos podem evocar pensamentos com os quais não têm qualquer similaridade de forma? Como o padrão sonoro “casa” suscita o conceito de habitação, local reservado, lugar conhecido, por exemplo? Embora não haja uma teoria geral da comunicação, existem diferentes teorias propondo diferentes modelos que dão conta de forma mais ou menos adequada deste ou daquele aspecto do processo comunicativo. Alguns modelos centram-se no código, logo preocupam-se em explanar os processos mais imediatos à percepção e à transmissão da informação. Os modelos propostos por outras teorias dão ênfase aos processos de inferência que, ocorrendo em instâncias mais centrais da mente, dão conta de “completar” a informação recebida do mundo exterior, de forma a retirar dela o melhor efeito comunicativo, ou seja, aquele efeito que, dado o contexto cognitivo

do receptor, melhor contribua para a compreensão por ele da situação vivida e, portanto, lhe permita escolher a estratégia mais adequada para reagir a esta situação. Estas teorias ao considerarem o contexto como parte do processo comunicativo, explicam, por exemplo, porque ao ver no monitor do computador a frase “Feche algumas janelas”, nenhum operador experiente se levanta para fechar as janelas do recinto em que está.

2.2.2 As Linhas Semioticista e Pragmaticista

A linha semioticista seguida por autores como Peirce, Saussure e Barthes, concentra sua visão da comunicação humana em um “modelo do código” ao qual atribuem papel fundamental no processo comunicativo. Já o pensamento pragmaticista dá ênfase aos processos de inferências através dos quais o receptor, num papel muito mais ativo, retira significação da informação recebida. São exemplos de teorias da linha pragmaticista a Teoria da Conversação de Pask, a Teoria da Comunicação de Grice e a Teoria de Relevância de Sperber e Wilson.

Enquanto adeptos da linha semioticista tendem a diminuir o papel dos aspectos pragmáticos da comunicação e vice-versa, Leech propõe uma complementaridade entre ambas, como pode ser visto no diagrama por ele apresentado - figura 2.11 (Leech, 1983,pg 6).

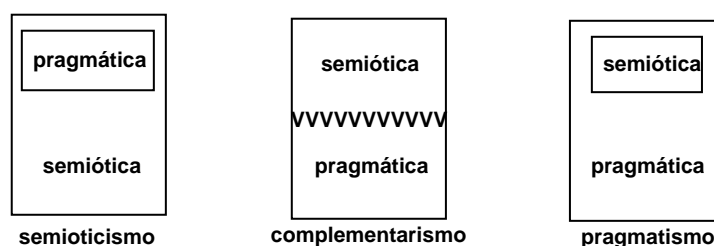


Figura 2.11 Adaptação do diagrama proposto por Leech para representar os papéis da semiótica e da pragmática segundo as várias correntes da comunicação.

2.2.3 A Linha Semioticista

A linguagem humana está articulada como um sistema semântico universal capaz de transmitir informação sobre qualquer coisa, aspecto, domínio, característica, local, tempo, sejam reais ou imaginários (Chandler, 2001, p 4). Nesta visão semioticista é a linguagem quem, transmitindo a informação contida em seus signos, estabelece a comunicação. Signos são entes aos quais se atribuem significados que dizem respeito a outros entes. Você que lê este texto não toma as letras impressas como simples padrões gráficos, a elas você atribui sons que formam palavras que formam frases que formam textos que comunicam idéias, estas últimas bem diferentes em sua natureza das marcas impressas no papel. Peirce expressa esta idéia às avessas ao afirmar que “nada é um signo a não ser que seja tomado como tal” (Peirce, 308). Nuvens são apenas nuvens até que alguém as interprete como sinais de bom ou mau tempo; um detalhe gráfico no painel de uma interface será um mero detalhe gráfico até que alguém lhe atribua significado, donde a necessidade já mencionada de que o ato comunicativo seja explícito.

2.2.3.1 O estudo dos signos

Um dos princípios fundamentais da linguagem é o seu caráter arbitrário, ou seja, não há outra ligação entre signos e significados do que aquela promovida por convenção. Quaisquer similaridades signo/ significado que possam ter havido nas origens das linguagens naturais foram há muito perdidas e não se fazem presentes durante o processo de interpretação, sequer quando se tratam de onomatopéias. O princípio da arbitrariedade é a raiz do modelo do código: os signos transmitem de um a outro organismo processador de informações os significados que lhes foram atribuídos por convenção. Dessa forma, para os semioticistas a significação não pode ser uma escolha do indivíduo, emissor ou receptor, pois dessa forma a comunicação não poderia acontecer (Chandler, 2001, pg 13). Um signo não é apenas o objeto concreto ou o estímulo físico, em Semiótica a noção de signo envolve outras instâncias como o objeto significado, e, dependendo do autor, ainda a idéia suscitada pelo estímulo significativo ao interprete. Saussure (1910), por exemplo, passa ao largo de qualquer possibilidade de

concretude do signo. O ser humano tem a significação como uma das principais faculdades mentais desenvolvidas para a sobrevivência, interpretando convenientemente o ambiente em busca de sinais: não há necessidade de ver o leão, basta ouvir o rugido; o fogo pode ser evitado ao se observar fumaça; pegadas no chão podem significar almoço.

A semiótica³ compartilha com a parte da lingüística, o estudo da significação, porém a semiótica abrange outros dois aspectos da comunicação (Morris, 1938, pp 6,7):

Semântica – relação dos signos com seu significado

Sintaxe – relação formal ou estrutural entre signos

Pragmática – relação dos signos com o interprete.

Como se poderá verificar adiante, há uma relação desta tríade com a estrutura triádica proposta por Peirce para os signos. Para Peirce um lógico, Semiótica tem a seguinte definição (Peirce, 1897, p 227):

Em seu sentido geral, a lógica é, como acredito ter provado, apenas um outro nome para semiótica, a quase necessária, ou formal doutrina dos signos. Descrevendo a doutrina como quase necessária, ou formal, quero dizer que observamos as características de tais signos e, a partir dessa observação por um processo a que não objetarei chamar Abstração, somos levados a afirmações, eminentemente falíveis e por isto num certo sentido, de modo algum necessárias, a respeito do que devem ser os caracteres de todos os signos utilizados por uma inteligência “científica”, isto é, por uma inteligência capaz de aprender através da experiência.

No contexto da Semiótica alguns termos são cunhados enquanto outros ganham novo significado, como ocorre com o próprio conceito de signo. Assim, deve-se entender por texto não apenas informação estruturada na forma de linguagem natural, mas todo arranjo de signos construído segundo as convenções de gênero ou um certo meio. Também o conceito de meio deve ser estendido do que normalmente se convencionou como tal, para um conceito mais amplo que envolva as formas de comunicação interpessoal baseadas em tecnologia eletrônica, o que inclui as interfaces de usuário. Sob esta ótica, uma seqüência de teclas a ser digitada em uma interface para

³ Conceito cunhado por Locke para uma das três divisões da ciência cujo “objetivo é considerar a natureza dos signos que a mente utiliza para a compreensão das coisas, ou para transmitir o conhecimento a outrem” Ensaio acerca do entendimento humano, cap XXI.

a execução de uma dada função, ou o próprio arranjo físico dos elementos da interface, podem ser considerados textos, estando, portanto, sujeitos a apreciações como concisão, clareza, e todos os demais aspectos com que se preocupam as análises semântica e sintática.

A contínua agregação de funções em alguns equipamentos como, os aparelhos de telefone celular, tem levado a adoção de sintaxes cada vez mais complexas para a execução dos textos necessários a ativação de algumas funções. A representação de funções com conceitos cada vez mais complexos, aliada ao caráter abstrato da maioria destas funções, leva a uma correspondente complexidade da semântica envolvida nas interfaces de usuário.

Entre aqueles que se ocuparam do estudo dos signos sobressaem Ferdinand de Saussure (1857 – 1913) lingüista, e Charles Sanders Peirce (1839 – 1914), lógico, que construíram teorias a partir dos pontos de vista das suas respectivas especialidades. Assim, enquanto Saussure encarava sua Semiologia como um sistema lingüístico, Peirce procurou dar a Semiótica um tratamento lógico.

2.2.3.2 A semiologia de Saussure

Para Saussure, os símbolos⁴ não são como para os demais semioticistas, um *proxy* do objeto significado, algo que com este tenha qualquer ligação natural, são apenas veículos de seu conceito. “... a combinação da idéia com um signo vocal é suficiente para constituir toda uma linguagem.” (Saussure, 1910). Logo, um signo lingüístico é uma ligação entre um conceito e um padrão sonoro, que é o ente físico capaz de provocar uma impressão perceptiva e psicológica. Saussure estrutura os signos como entes dicotômicos formados por duas instâncias que, ao mesmo tempo que não têm qualquer ligação natural, são, por outro lado, indissociáveis. Uma destas instâncias é o significado, a segunda é o significante (figura 2.12).

⁴ Saussure alternava as palavras símbolo e signo em seus escritos como sendo sinônimas.

Por exemplo, o sinal gráfico “CASA”, ou o padrão sonoro correspondente, não tem nenhuma ligação natural com o conceito “casa” enquanto construção, habitação, mas ao mesmo tempo é impossível dissociar o significante “CASA” do significado, a idéia, de “casa”.



Figura 2.12 - Diagrama da estrutura do signo segundo Saussure. As setas indicam a relação de significação, a barra horizontal denota a idéia de que significado e significante são por ela, ao mesmo tempo, separados e unidos.

Um mesmo significante sendo associado a um outro significado gera um novo signo, por exemplo o significante “CASA” associado aos significados “junta” ou “é compatível”, forma dois novos signos. De igual forma, um mesmo significado pode formar um novo signo quando associado a um outro significante. Por exemplo, ligar o significado “casa” aos significantes “LAR” ou “RESIDÊNCIA”. Eis o motivo das setas verticais alternadas no diagrama de Saussure. Do visto pode-se entender que para Saussure o signo é algo imaterial consistindo apenas na relação significativa entre significante e significado. Como trabalha segundo uma ótica lingüística, Saussure classifica os signos em primários e secundários. Os signos primários formam o sistema que representa idéias através de imagens sonoras ou padrões acústicos; os signos secundários formam um sistema onde símbolos gráficos são usados para representar padrões sonoros. Saussure enxerga outros aspectos dicotômicos na linguagem (ibid):

Langue – Parole. Distinção entre uma língua, como o Português, e o falar de um indivíduo.

Sincronia – Diacronia. Distinção entre o estudo da linguagem em um momento do tempo e seu estudo histórico evolutivo.

Sintagmático – Paradigmático. Distinção entre o estudo do efeito linear da contiguidade dos signos, ou da alteração da significação pelo efeito de justaposição e o estudo do efeito comparativo dos signos por substituição (efeito gerador da metáfora).

Embora tenha-se ocupado apenas com a semiologia da linguagem natural, Saussure não nega a existência e a similaridade de outros sistemas semióticos (ibid):

Em todas as sociedades nós encontramos este fenômeno: que para vários propósitos são estabelecidos sistemas de signos que evocam diretamente a idéia que alguém deseja; é óbvio que a linguagem é um destes sistemas, e que é o mais importante deles todos; mas não é o único, e conseqüentemente não podemos deixar de levar os outros em conta. Uma linguagem, assim, deve ser classificada entre outras instituições semiológicas; por exemplo sinais navais (sinais visuais), chamados de corneta do exército, a linguagem dos sinais dos surdos-mudos, etc. A escrita é como um vasto sistema de signos. Qualquer psicologia dos sistemas de signos deve partir da psicologia social – quer dizer, será exclusivamente social; envolverá a mesma psicologia aplicável no caso das linguagens. As leis que governam as mudanças nestes sistemas serão freqüentemente significativamente semelhantes às leis das mudanças lingüísticas.

A estes sistemas semióticos tem-se licença, então, para juntar o sistema constituído pelas interfaces digitais, com o status semiótico da linguagem, com seus signos e estrutura próprios, e explicá-lo usando os mesmos conceitos usados para o tratamento da linguagem.

O significado atribuído a um significante, pelo fato já descrito de que eles não tem relação biunívoca, não formam pares fixos ao gerar um signo, só fica estabelecido quando contextualizado entre outros signos, já que na interpretação de Saussure “a linguagem é um sistema de diferenças funcionais e oposições” (Saussure, 1910). A palavra escuridão só adquire significado porque há o conceito de claridade, num princípio de oposição binária onde o significado seria extraído a partir das oposições negativas das palavras. Por exemplo, se em uma interface há um botão com a palavra “ENTRA”, a função deste botão só estará completamente definida se se puder estabelecer sua oposição binária negativa, neste caso poderia ser “SAI” ou “CANCELA”, dependendo de qual destes dois opostos estiver valendo, o significado de “ENTRA” muda completamente, do “ato de adentrar” para o “ato de validar”. Então o significado é extraído muito mais pelo que não pode ser do que pelo parece ser. Uma

garotinha perguntou: “Pai, por que todas as ambulâncias tem um sinal de “mais” (adição)?”. Esta pequena história real, ajuda a entender o quanto determinado significante necessita de seus opostos para ter seu significado delimitado, neste exemplo, ou os demais sinais algébricos, ou os demais signos religiosos (figura 2.13).

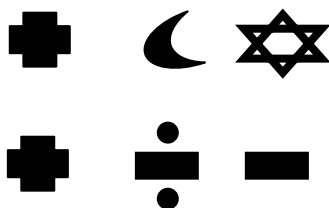


Figura 2.13 O processo de significação é dependente dos opostos negativos de um signo. O signo + só é completamente entendido quando o contexto permite perceber quais são os seus opostos negativos.

Algumas citações diretas de Saussure (ibid), confirmam esta constatação:

... em qualquer que seja a ordem de relação que uma palavra funcione (comparativa ou sintagmática) (é requerido que funcione em ambas), uma palavra é sempre um membro de um sistema, interconectado com outras palavras... ... Isto deve ser levado em conta ao considerar o que constitui valor. Primeiro é necessário considerar palavras como termos em um sistema.
...

Onde há termos, há também valores. A idéia de valor é tacitamente implícita naquela de termo. É sempre difícil manter estas duas idéias separadas. Quando você fala de valor, você sente que ele aqui se torna sinônimo de sentido (significado) ...

Nós simplesmente vimos que a linguagem representa um sistema no qual todos os termos aparecem ligados por relações. ...

O valor de uma palavra será o resultado apenas da coexistência de diferentes termos. ...

Você deve abordar a palavra de fora partindo do sistema e dos termos coexistentes.”

Muitos terminais bancários de auto atendimento atualmente exibem uma tecla com a legenda “FIM”. Para esta palavra poderiam ser pensados vários opostos, que pela relação binária negativa, serviriam para delimitar o significado “fim”. Poderia ser “meio”, tanto no sentido de metade de algo, como no sentido da forma de obter algo;

poderia ser “início”, ou ainda, “continua”. Quanto mais claras forem as relações, principalmente as de oposição binária, entre os elementos de uma interface, mais amigável ela tenderá a ser. A relação sintagmática entre elementos também é responsável pelas relações hierárquicas dos menus das interfaces por navegação, ao estabelecerem seqüências de digitação proibidas, por exemplo. Então, tomando os elementos de uma interface como significantes e as funções a estes relacionadas como seus significados, e aplicando a esse sistema as análises paradigmática e sintagmática, pode-se chegar a um sistema com semântica e sintaxe próprias, aspecto a ser retomado ao fim da seção.

Lacan agregou aos princípios de Saussure a questão da temporalidade da relação significante - significado, já que a abordagem deste último era sincrônica (langue e não language). A própria forma diagramática proposta por Lacan insinua esta noção colocando um “esse” maiúsculo sobre a barra representando o significado, acima do significacante representado por um “esse” minúsculo itálico, como se este tendesse a deslizar, escapando ao significado (Schandler, 2001, pg). Qual será, hoje, a efetividade do uso da silhueta de um disco de telefone para representar a idéia de um terminal telefônico em particular e seu número de chamada (figura 2.14), ou um local onde um aparelho esteja disponível? Ou, até quando se poderá usar o desenho de uma almotolia, forma facilmente reconhecida pelos antigos motoristas que usavam o instrumento na manutenção dos automóveis mais antigos, como significante de falta de lubrificação do motor? Nestes casos nenhuma outra lei mantém o uso do significante a não ser a tradição que poderá ser forte o suficiente para se transformar em convenção ou se perderá com o tempo.



Figura 2.14: A silhueta de um disco telefônico utilizada para identificar um numeral como sendo o número de um telefone.

2.2.3.3 A semiótica de Peirce

Enquanto Saussure estruturou sua teoria semiológica enfocando a significação na linguagem natural, Peirce, por ter tratado a questão da significação do ponto de vista da lógica, deu à sua teoria semiótica um contorno mais amplo, o que permite seu uso mais direto para o estudo de uma diversidade de sistemas de comunicação. Em sua definição de Semiótica Peirce afirma: “A lógica é a ciência das leis necessárias gerais dos signos, e especialmente dos símbolos” (Peirce, 93), e ainda: “Em seu sentido geral a lógica é apenas um outro nome para semiótica” (Peirce, 1897, 227), enfatizando a relação existente entre a semiótica e a lógica. Numa perspectiva histórica, a Semiótica de Peirce pode ser percebida como construída a partir da lógica de Boole (Peckhaus,1998), dessa forma, deve-se esperar uma maior contribuição da semiótica peirceana ao estudo da comunicação do que se pode obter da semiologia de Saussure. Um segundo motivo para tal esperança é o fato de Peirce, ao contrário de Saussure, não considerar o signo um ente privado de qualquer materialidade: “desde que um signo não é idêntico à coisa significada, diferindo desta última por alguns aspectos, ele deve ter alguns caracteres que pertencem só a ele próprio... ... Estes eu chamo de qualidades materiais do signo” (Peirce apud Chandler, 2001, pg 24) e ainda “signo é tudo aquilo relacionado a uma segunda coisa” (Peirce, 303). Não tivesse Peirce dito isto textualmente, a idéia poderia ser perfeitamente inferida a partir da classificação dos signos que ele faz, ao considerar as diferentes instâncias de relação entre o signo e a coisa significada.

Peirce sugere uma estrutura triádica recursiva para os signos e os classifica em três categorias segundo vários pontos de vista, o que ele justifica:

Foi Kant, o rei do pensamento moderno, quem primeiro observou a existência na lógica analítica, das distinções tricotômicas ou tripartidas. E realmente assim é; durante muito tempo tentei arduamente me convencer de que isso pertencia mais ao reino da imaginação, porém os fatos realmente não permitem este enfoque do fenômeno (Peirce, 1885, 369).

“Os signos são divisíveis segundo três tricotomias...”(Peirce, 1903, 243). “A relação triádica é genuína, isto é, seus três membros estão por ela ligados de um modo tal que não consiste em nenhum complexo de relações diádicas.” (ibid, 274).

A partir desta estrutura triádica⁵ proposta para os signos, aquilo que se costuma entender por signo no senso comum, é na verdade, a instância do sino chamada representamem que é a forma como o signo se apresenta, embora nem sempre de forma material, um ente concreto, um padrão sonoro, um cheiro, mas também uma idéia implícita. A frase “ELE APERTOU O BOTÃO RESET” implica uma série de idéias que não estão de forma alguma presentes materialmente nesta frase. O objeto é aquilo a que o signo se refere. Um botão onde está gravada a palavra POWER está relacionado, enquanto representamem, ao objeto “dispositivo que serve para ligar e desligar a alimentação de um equipamento”.

O efeito cognitivo provocado pela visão de uma tecla POWER pode diferir bastante de pessoa (interprete) para pessoa, desde alguém que nunca teve contato com objetos de tecnologia eletro-eletrônica, passando por profissionais da área, a pessoas que possam ter tido alguma experiência traumática ao acionar uma tecla POWER. Para dar conta destas diferenças de efeito dos signos no contexto cognitivo das pessoas, Peirce introduziu uma terceira instância a que chamou interpretamem. Assim, um mesmo representamem pode suscitar a diferentes pessoas interpretamens mais ou menos desenvolvidos, mais ou menos próximos do objeto que uma segunda pessoa quis transmitir. A palavra “MICROCOMPUTADOR” suscita a um técnico de manutenção de computadores um interpretamem muito mais desenvolvido do que suscita a um leigo, embora segundo a convenção social, a palavra faça referência a um mesmo objeto. Um signo é então, segundo Peirce, um ente triádico, ou seja, constituído de três partes: representamem, interpretamem e objeto, às quais outros autores têm dado outras designações, sem, no entanto alterar substancialmente seus significados. Uma das representações mais usadas é mostrada na figura 2.15, um diagrama criado por Ogden & Richards (Chandler, 2001, p 15). O veículo é a forma sensível do signo, a parte que excita os sentidos ou suscita indiretamente as idéias, no caso dos signos imateriais. O senso é o conjunto de idéias e sentimentos que são suscitados ao interprete. O referente, originalmente, objeto, é a coisa que o signo “pretende” representar. No diagrama (fig.2.15) a linha tracejada indica a não obrigatoriedade de uma ligação natural entre

⁵ Estruturas triádicas para os signos já haviam sido propostas pelos estóicos e por Agostinho. Nicola Abbagnano, História da Filosofia, cap XIII.

veículo e objeto, bem como o efeito subjetivo da interpretação, que não dão garantia de que o veículo suscite a idéia pretendida do objeto.

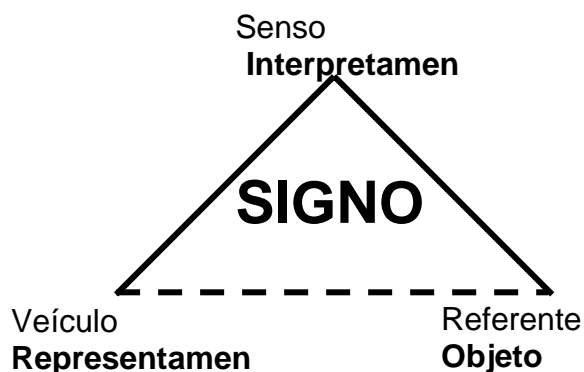


Figura 2.15 - O triângulo de Ogden e Richards para a representação do signo em forma de diagrama. Sem negrito, as designações originais de Peirce.

Numa busca de equivalência como o modelo diádico de Saussure, o significante estaria mais próximo do conceito peirceano de veículo ou representamen, enquanto que o significado traduz uma idéia próxima àquela de senso ou interpretamen. Um botão com a legenda “STOP” pode ser um veículo do senso “botão que se deve apertar para parar a função em curso”, enquanto que o objeto seria “este botão deve ser apertado quando alguém quiser parar a função em curso” figura 2.16. Na recorrente estrutura triádica atribuída por Peirce aos signos uma das classificações é fundamental para os propósitos deste trabalho, aquela que os divide em símbolos, ícones e índices.



Figura 2.16 - Diagrama do signo para o exemplo do botão STOP. A situação apresentada é idealizada pois o interprete teve exatamente o senso do objeto que o idealizador do par veículo (botão) *versus* objeto (função) pretendia.

Nesta classificação, diferentemente de Saussure que, como linguísta, enfatizava o aspecto arbitrário dos signos, Peirce classifica-os conforme o grau de ligação natural entre veículo e objeto nas três classes acima citadas. “os símbolos são signos que se referem ao objeto que denotam em função de uma lei” (Peirce, 1903, 247). Dessa forma, a interpretação de um símbolo requer o conhecimento prévio, por parte do interprete, da convenção ou código. São exemplos de símbolos as palavras em relação às coisas que denotam, as letras em relação ao som que representam, os sinais do código Morse, as flâmulas do código naval.

Os símbolos são a classe dos signos que se referem ao seu objeto de forma mais arbitrária, requerem, assim, do interprete, uma leitura baseada no conhecimento prévio dos signos e das leis de formação do código. A grande força dos símbolos é a sua capacidade de generalização, com as poucas letras do alfabeto latino pode-se formar todas as palavras que dão conta de todas as coisas pensáveis. “Os ícones são signos que se referem ao objeto que denotam apenas em virtude de suas características próprias... Um signo é um ícone de qualquer coisa na medida em que for semelhante a esta coisa e utilizado como seu signo” (ibid). Esta semelhança pode se dar em apenas uma das muitas características do signo e da coisa. O signo que representa a impressora na tela dos softwares é um ícone que compartilha com a impressora o seu formato; o signo em forma de corneta que indica nos automóveis o botão da buzina, pois o signo corneta mantém com a buzina uma relação de semelhança de funções. Entre o ícone e a coisa há um gap metafórico a ser preenchido pelo interprete, por outro lado, como numa caricatura, os traços comuns são reforçados, nisto consiste o poder da metáfora, como visto adiante. Grayson (Grayson apud Chandler, 2001, p 18) observa:

Porque nós podemos ver o objeto no signo, nós somos freqüentemente deixados com a sensação de o ícone nos deixa mais próximos da verdade do que se nós houvésemos visto um índice ou um símbolo. ... ao invés de dirigir nossa atenção para o gap que sempre existe na representação, a observação do ícone nos encoraja subconscientemente a preencher o gap e assim acreditar, a princípio, que não há gap...

O índice é o tipo de signo considerado por Peirce, no qual existe uma ligação mais natural entre veículo e objeto. “um índice é um signo que se refere ao objeto que

denota em virtude de ser realmente afetado pela existência do objeto...” (Peirce, 1903, 248). Chandler oferece como exemplos de índices, signos que mantêm com a coisa significadora relação física ou causal (Chandler, 2001, p 17):

fumaça – fogo

trovão – tempestade

pegadas – animais

pulsação – batimento cardíaco

febre – infecção

termômetro – temperatura

relógio – tempo decorrido

batida na porta – há alguém a ser atendido

toque de telefone – há uma chamada

indicador estendido – aquela direção

fotografia – conteúdo da fotografia

gravação – voz

palavras indíceicas: “AQUI”, “ADIANTE”, “ESTE”.

Também se pode considerar índices o conteúdo comunicativo dos objetos per si. A visão de uma porta denota uma coisa com conceito definido que serve para adentrar ou deixar um recinto; algo que pareça explicitamente um botão é um índice do objeto botão, elemento de interface sobre o qual se pode agir comprimindo-o, ou do conceito de apertar. Como cabe ao usuário humano decidir sobre o que deve considerar ou não um signo, para que a comunicação possa se estabelecer é necessário que algo que se pretende seja o veículo de um signo o faça de forma ostensiva.

A falta de ostensividade que denote a intenção comunicativa de um signo além da perda de força comunicativa pode induzir a que outros elementos sejam erroneamente interpretados como sendo signos relevantes. Nos teclados de membrana os “botões” não são ostensivamente comunicativos enquanto índices do conceito “apertar”, o que pode levar o usuário de uma interface a interpretar elementos apenas

gráficos como sendo também elementos funcionais. O mesmo fenômeno pode acontecer nas interfaces que utilizam tela sensível ao toque e as interfaces gráficas em geral. Observou-se que um senhor idoso que tentava usar um bebedouro colocado à entrada de um supermercado apertava várias partes salientes, que ele interpretava como sendo “botões”. O botão real pouco ostensivo não o ajudava. A ostensividade também pode - e deve - ser um signo da importância do elemento para o desempenho das tarefas realizadas através de uma dada interface.

Numa máquina copiadora o botão mais ostensivo deve ser aquele que inicia uma nova cópia, o botão liga-desliga, por exemplo, deve ser menos ostensivo na aparência e na localização. É importante que, além dos rótulos ou legendas de identificação bem resolvidos semanticamente, os elementos de uma interface contenham informação indéxica que ajude o usuário a interpretar sua função e forma de atuação admitida. Um botão de forma triangular veicula as informações de que é um elemento atuador (de entrada) da interface, que sua função é de navegação e a forma de agir sobre ele é por compressão. Alguns tipos de atuadores permitem ainda que o usuário interprete o seu estado corrente – ativado / desativado – por sua posição, outros são tão pobres semanticamente que não permitem sequer que se deduza como operá-lo, apertando, puxando, girando ou fazendo movimento de alavanca. Em produtos para o público geral a semântica costuma ser empobrecida em favor de critérios estéticos favoráveis a um estilo mais limpo, que leva a uniformização da forma dos atuadores, e de equilíbrio visual que compromete as relações sintagmáticas entre os diversos elementos da interface.

Da relação veículo – senso

Wilden afirma que nenhuma noção é mais fundamental à interpretação humana do que a de continuidade e descontinuidade (Wilden apud Chandler, 2001, p 21). No entanto ao representar quantitativamente as coisas é arraigado à forma analógica contínua, que ele identifica como mais natural e até, de forma romantizada, mais de acordo com o sistema central do raciocínio, que se acredita analógico. Há setores em que a digitalização é usada de forma transparente, como na própria linguagem, ou na

produção e comercialização de objetos. Não existe numeração contínua de sapatos, parafusos ou embalagem de iogurte. Os veículos dos signos podem também ser classificados em analógicos e digitais. Os analógicos, como a coluna de mercúrio de um termômetro, tem analogia direta com o seu objeto, ou na nomenclatura original de Peirce, representam. Dados um limite inferior e outro superior de temperatura, na forma de marcas na escala, um determinado comprimento da coluna oferece mais informação do que o simples valor instantâneo da temperatura. Podem ser inferidas imediatamente informações adicionais como: esta dentro ou fora da faixa adequada? Quanto falta, proporcionalmente, para alcançar o limite? São informações que um signo digital não pode agregar. Embora a divisão digital versus analógico seja das mais bem definidas, há signos que, embora digitais, são mais facilmente entendidos por estarem relacionados a sentidos que o ser humano usa com mais eficácia. Se um grupo de pessoas come uma pizza de tamanho normal e alguém pergunta quanto ainda resta, sem que a pizza esteja à vista, pode-se responder “um pedaço de duzentos gramas”, ou “uma fatia de trinta graus”. A segunda informação parece mais direta porque o homem usa mais a visão do que o tato para avaliar os objetos. Embora as informações quantitativas possam ser transmitidas em formato digital, algumas são mais facilmente processadas em um dado contexto.

Os signos digitais são essenciais na formação da estrutura dos códigos que tornam possível a organização cognitiva do mundo, percebido como um continuum, e, dessa forma, possibilitam a comunicação de idéias mais elaboradas. Nos signos digitais a intenção comunicativa, a ostensividade, é mais evidente por terem menor tendência a serem confundidos com o meio em que estão. Embora os códigos digitais sejam semanticamente mais pobres em seus signos, têm a vantagem de admitir sintaxes complexas e, por isso, capacidade de significação generalizada. Os códigos analógicos – mímica e expressões faciais, por exemplo – são ricos em informação mas são pobres do ponto de vista sintático e tem pouca precisão semântica. É difícil criar um código analógico com signos bem definidos e estrutura sintática elaborada para transmissão de informação. Certamente este é um dos motivos pelos quais o cinema, o teatro e a mímica são considerados artes, conseguir fazer a platéia identificar idéias e sentimentos, transmitidos por códigos analógicos. Eco chama a atenção para a diferença entre os conceitos de signo digital, arbitrário e convencional, que se tornam mais claros quando

se leva em consideração seus respectivos opostos, analógico, motivado e natural (Eco apud Chandler, 2001, p 22). Ao se interpretar textos com estruturas complexas tem-se a impressão de um continuum de idéias quando, na verdade, a estrutura interpretativa quebra o material em partes manipuláveis em termos lógicos.

Uma das formas que a mente usa para dar conta da interpretação é o binarismo. Ele se apresenta como uma tendência humana a opor conceitos de forma binária numa apreciação apressada da realidade que, embora discutível como realidade concreta, serve para construir atalhos lógicos ao extrair significação de um texto. A partir do quadrado lógico proposto pelos filósofos da lógica, o estudioso de semiótica Algirdas Greimas introduziu o quadrado semiótico como meio de analisar pares de conceitos existentes em um texto de forma mais completa, figura 2.17. Através dele podem ser identificadas conjunções e disjunções lógicas entre os elementos semânticos chaves de um texto (Chandler, 2001, p 72). Embora o próprio quadrado sugira que a significação em um sistema semiótico não se limita à lógica binária, - costuma-se opor preto a branco, mas não pretos não são obrigatoriamente brancos – no entanto, é esta lógica do **E** e do **OU** quem suporta a estrutura básica da significação.

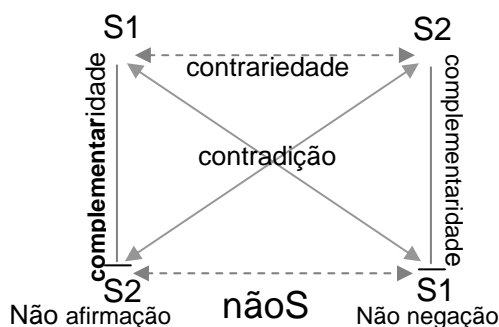


Figura 2.17 Quadrado semiótico de Greimas, criado a partir do quadrado lógico, para analisar as relações lógicas dentro de um texto.

Uma outra classificação que se pode fazer dos veículos é aquela que os diferencia em tokens e types⁶, certamente uma influência da lógica no trabalho de Peirce. Esta

⁶ Os termos tokens e types podem ser, neste contexto, traduzidas como instâncias e tipos, sem, no entanto, garantir a fidelidade ao conceito original.

classificação é importante para o estudo das interfaces na medida em que possam ser consideradas como textos, no sentido ampliado desta palavra, formados pelos elementos da própria interface, mostradores e atuadores. O número de tokens em uma interface é o número total de elementos da interface, incluindo aqueles que sejam aparentemente semelhantes, como as teclas de um piano. O número de types é o número de elementos diferentes contidos na interface, ou em parte desta tida como formando um texto, com diferenciação suficiente para ser percebida de forma imediata. No exemplo do teclado do piano, há apenas dois types, as teclas brancas das notas naturais e as teclas pretas dos sustenidos. Como já observado, alguns critérios de design tendem a tornar o número de *tokens* maior do que o de *types*, fazendo com que a significação se torne dependente de informação adicional – rótulos e legendas, por exemplo – mais difícil de ser captada no primeiro olhar. Donald Norman (Norman, 1988, pp 141-146) critica o predomínio da estética “se o design for usualmente guiado pela estética, a vida será mais prazerosa aos olhos, mas menos confortável”. A decisão se dois signos são dois *tokens* do mesmo *type* pode, em alguns casos, ter de ser retirada do contexto que, nas interfaces, pode ser o modo de operação corrente ou mesmo a disposição relativa dos elementos. Dois botões semelhantes são lidos ou não como tokens do mesmo type, por exemplo, a partir de quão ostensiva seja a comunicação da posição relativa dos dois botões, um logo acima do outro, um logo à esquerda do outro. O teclado padrão dos pianos não é um bom exemplo de interface amigável, basta observar o tempo que alguém, mesmo dotado de ouvido musical, demora para afinar o sentido da propriocepção a ponto de poder negociar com o instrumento com alguma desenvoltura, certamente muito mais devida ao mapa espacial desenvolvido pelo instrumentista do que por qualquer facilidade de significação que o instrumento ofereça.

A lógica do raciocínio

Em seu comportamento diário o ser humano não raciocina usando uma lógica na qual, baseadas em premissas verdadeiras (necessárias) se retiram conclusões verdadeiras, ao invés disso, lida com assertivas com diferentes graus de confiabilidade, as quais Peirce chama de premissas quase necessárias, donde resultam conclusões nem sempre verdadeiras. A capacidade de um indivíduo em obter conclusões convenientes

depende basicamente de dois fatores, da sua ontogênese e de pistas que o texto dê acerca da confiabilidade da informação. Ao grau de confiabilidade que um interprete atribui a um signo, dentro do contexto adequado, chama-se modalidade (Peirce, 382). Assim, a modalidade de um botão padrão de interface é maior do que a modalidade daquilo que é funcionalmente semelhante a um botão em um teclado de membrana, da mesma forma que o elemento de interface, em si, pode (deve) ter modalidade maior que a da sua legenda.

Usualmente a modalidade de um signo é proporcional a quão diretamente este se relaciona fisicamente com o mundo real, de forma que a modalidade de uma gravação sonora é maior do que a de um texto impresso; fumaça é mais convincente do que o som do alarme. No entanto, Ryan e Schwartz citados por Chandler (Chandler, 2001, p 31), demonstraram que as pessoas podem ser capazes de identificar mais rapidamente um objeto por seu desenho simplificado de que por sua fotografia, o que atribuem a esquemas mentais mais simples usados no reconhecimento de textos visuais mais pobres em informação, o que pode ser um contraponto à questão da modalidade quando se trata do projeto de interfaces. A própria modalidade pode ser afetada negativamente pela relação de proximidade do signo com o objeto por via da falta de ostensividade. Imagine-se que o dono de um restaurante tenha decidido identificar as portas das toaletes respectivamente com as fotografias de um homem e uma mulher. Para tal propósito, a modalidade das fotografias é menor do que aquela atribuída a esquemas simples de silhuetas feminina e masculina, pois estas últimas pela pobreza de detalhes, não deixam dúvida quanto à intencionalidade da informação.

2.2.3.4 Ícones, metáforas, parábolas

Os ícones, ao manterem com o objeto significado uma similitude em relação a algo que é intrinsecamente seu, separam-se deste objeto por um gap a ser preenchido pelo interprete para a formação da imagem mental (senso) suscitada pelo signo, num processo semelhante ao que ocorre, no domínio lingüístico, com as metáforas. A lacuna que separa significado e signo ao mesmo tempo que requer do interprete um maior

processamento mental para dar conta do seu preenchimento e conseguinte estabelecimento da ligação significativa, por outro lado, dá às metáforas uma grande força expressiva. São testemunhas dessa força a maioria dos adágios populares – quem não tem cão caça com gato; em casa de ferreiro o espeto é de pau – e mesmo a forma de transmitir conceitos complexos e abstratos – fé, amor, fidelidade – por mestres como Jesus Cristo, que consistia no uso de parábolas. A parábola do Bom Samaritano, por exemplo, foi usada para explicar o conceito “nosso próximo”. O afastamento da metáfora do seu objeto ressalta o que se procura significar, donde parece advir sua força comunicativa. Roland Barthes é mencionado por Chandler ao afirmar que a humanidade parece fadada a fazer analogias. Ainda Chandler: “embora a relação metafórica não seja natural, pois não pode ser identificada, tipicamente ela expressa uma abstração através de um modelo simplificado, ou melhor definido... Vasilescu define metáfora como sendo uma “figura de linguagem que expressa um domínio fazendo referência a outro não diretamente relacionado” (Vasilescu, 1997), o que pode ser visto no diagrama:

Domínio não diretamente relacionado → Domínio que se deseja explicar
Veículo → Objeto

Segundo Vasilescu, a relação metafórica cria uma categoria superior que inclui ambos, veículo e objeto, num processo de caráter lógico. As metáforas não podem ser arbitrárias, elas devem derivar de experiências físicas, culturais e sociais” (Chandler, 2001, p 86). Johnson (Johnson, 1997, p 22) alerta que a proximidade excessiva entre a metáfora e seu objeto faz com que ela perca a força significativa, citando como exemplo a metáfora da escrivaninha (desk top) usada para organizar as interfaces gráficas dos microcomputadores atuais. Se a metáfora fosse levada ao extremo de a tela ficar parecendo uma fotografia do topo de uma escrivaninha real, ela perderia sua força significativa, ficaria difícil, por exemplo, diferir as áreas sensíveis, responsáveis pela ativação das diversas funções de um software, de meros detalhes gráficos.

2.2.3.5 Metonímia e sinédoque

Diferentemente da metáfora, a metonímia não requer transposição de um domínio a outro, parecendo, portanto, mais natural. A metáfora baseia-se em uma

similitude não revelada enquanto a metonímia estabelece uma relação direta ou muito próxima caracterizada pela contiguidade, pela proximidade espacial ou funcional do veículo e do objeto. Alguns autores diferenciam a sinédoque como sendo um tipo diferente de figura de linguagem, enquanto outros a consideram um caso especial de metonímia. Enquanto na metonímia a ligação significativa é uma relação interna a um sistema, na sinédoque esta relação é estabelecida numa relação hierárquica externa (Chandler, 2001, p 91).

Embora haja uma tendência generalizada de se denominar como ícones todas as formas gráficas usadas para identificação de elementos de interfaces, na verdade, dependendo da figura de linguagem usada para gerá-lo, pode-se ter um índice, um símbolo, ou um ícone verdadeiro, segundo a visão da semiótica peirceana. Os signos gerados por processo metafórico tendem a serem símbolos ou ícones, enquanto que, aqueles gerados por metonímia, que sugere uma ligação mais direta com a realidade, tendem a serem índices, em qualquer dos casos é interessante lembrar que o processo de formação de uma figura de linguagem só se encerra com a participação do interprete – usuário, ou seja, de como atribuirá significado ao signo.

2.2.3.6 Semiose

A semiose é o processo pelo qual um arranjo de signos gera uma unidade de significação maior, ou texto. A análise da semiose é feita tendo qualquer texto como um discurso que se constrói a partir de dois elementos narrativos mimesis (mostrar) e diegesis (dizer, denotar) (Arnason, 2000). O papel significativo assumido pelo signo em um texto se dá segundo dois eixos de análise, o sintagmático – que retira significação com base nos signos adjacentes - e o paradigmático – que retira significação de signos substitutos, como os seus opostos, por exemplo. Jakobson (1956) apresenta os conceitos de sintagmático e paradigmático como dois eixos ortogonais apresentados na figura 2.18. Quando se trata da semiose lingüística, a análise é feita sobre a estrutura de um discurso, onde cada segmento de texto, em diferentes níveis hierárquicos, têm seu

significado dependente da seqüência de sintagmas, que neste caso é, basicamente, uma seqüência temporal e de causa-efeito.

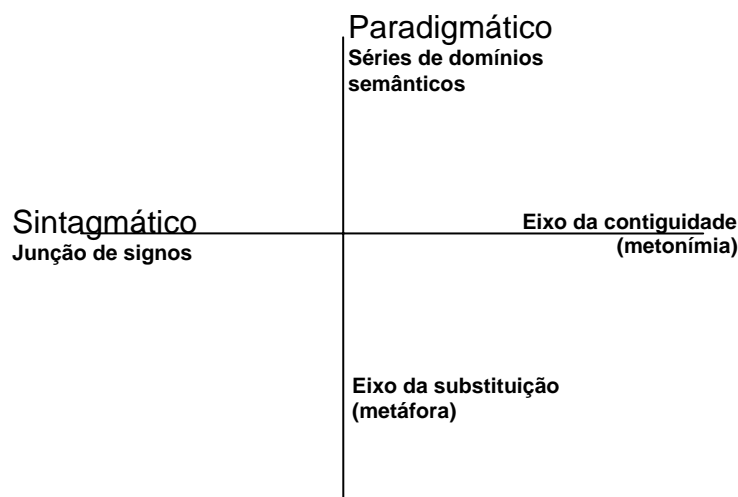


Figura 2.18 -Representação dos conteúdos sintagmático e paradigmático de um texto e suas relações como as figuras de linguagem que geram.

Análise sintagmática

Quando aplicada a uma estrutura visual, como a interface de um equipamento, a análise sintagmática também é aplicada às relações espaciais entre os elementos, tais como:

acima / abaixo

na frente / atrás

próximo / distante

esquerda / direita (que também tem significado temporal)

dentro / fora

centro / periferia.

O texto apresentado por um manual de usuário sobre como ativar dada função é, basicamente, um texto lingüístico, logo, usa um discurso temporal, enquanto que a

organização da interface, tal como se apresenta visualmente ao usuário, consiste de um discurso espacial e da forma. Assim, por mais que o texto do manual tenha sido concebido de forma a evitar ambigüidade, sempre ficará ao encargo do usuário fazer transposição do discurso temporal para o espacial, o que implica em extrair significação. Transitar da narrativa para a experiência é um percurso contrário à natureza humana que é de transformar experiências em discursos. Para Burr o homem é um animal contador de história que organiza sua vida e suas experiências em termos narrativos (Burr apud Chandler, 2001, p 47).

Análise paradigmática

Pode-se dizer que enquanto a análise sintagmática retira significação da superfície do texto, a análise paradigmática o faz em relação à profundidade do texto. A análise paradigmática retira significação de significados pré-existentes ao texto (paradigmas) para os levar em conta no momento da interpretação. Essa retirada de significação pode ser feita pelo processo de substituição exaustiva do signo por outros do mesmo domínio, onde o significado é obtido não pela sua adequação ao texto, mas pela inadequação dos demais. Outra forma de extrair informação paradigmática é pela ausência de um signo. Saussure reconhece dois tipos de ausência significativa:

em relação a similares (dois LEDs acesos, um apagado)

em relação à norma. (LED “power” apagado)

Denovo ressalta-se a importância do dualismo, ou binarismo, para o processo de significação paradigmático pelo fato de estar enraizado no desenvolvimento do processo humano de categorização e lógica. A binarização pode ser digital, conceitos mutuamente excludentes, ou analógica, conceitos não excludentes.

Binarização digital: conceitos opostos – contraditórios lógicos – lógica
OU exclusivo – Ex.: VIVO / MORTO

Binarização analógica: conceitos antônimos - contrários lógicos – lógica
OU – Ex.: FRACO / FORTE

A binarização funciona nos dois sentidos das relações significativas; tanto o conhecimento pré textual do binário de um signo determina seu significado paradigmático, quanto a análise sintagmática do texto pode determinar quem é o binário do signo. O conhecimento do oposto do signo “ (“ determina a sua significação paradigmática quando este signo é encontrado num texto. Já o texto abaixo permite por análise sintagmática interpretar o significado do “ * “.



Os signos opostos podem ser marcados, quando um dos pólos do binário é considerado dominante; a dominação está ligada à noção de normalidade ou de situação comum.

Opostos marcados: sim / não, Norte / Sul, macho / fêmea

Opostos não marcados: palavras / ações, local / global.

Os veículos dos signos opostos marcados podem, eles próprios, apresentarem-se marcados ou não. A marcação aparece na forma de uma característica acrescida à forma dominante, por exemplo, feliz / infeliz, ligar / desligar. Os veículos marcados têm a vantagem de facilitarem o encontro da dimensão significativa do binário, por outro lado, os binários marcados tem demonstrado necessitar de maior tempo para reconhecimento e processamento aumentam a tendência a erros (Clark apud Chandler, 2001, p 67).

2.2.4 A Linha Pragmaticista

Ao contrário da linha de pensamento semiótico, que centra a significação no signo e na sua relação textual a partir de um código, a linha pragmaticista tem uma visão mais subjetiva, dando importância determinante no processo significativo ao interprete e seu contexto cognitivo. Essa visão ganhou força a partir da publicação de Syntactic Structures de Noam Chomsky que, ao permitir o desenvolvimento do entendimento da linguagem, mostrando a lacuna existente entre uma declaração e o pensamento que ela suscita, iluminou áreas que não pertenciam à semiótica. Essa lacuna não poderia ser preenchida com mais referências a códigos e sim por um processo de

inferência (Sperber e Wilson, 1986, p 9). Para Leech, ambos os campos, semiótica e pragmática, tem a ver com significação. Sua fronteira de disputa está relacionada ao uso do verbo inglês *to mean*, que em português não tem equivalente direto, sendo seu conceito coberto pelos verbos “significar” e “querer dizer”. Em Inglês pode-se dizer:

1 What does X mean? O que X significa? ou

2 What did you mean by X? O que você quer dizer com X?

A primeira frase tem característica diádica (significante / significado), atendendo ao ponto de vista semiótico, já a segunda frase evidencia o caráter triádico que insere o indivíduo no processo significativo (Leech 1995, p 6). O código passa a ser a estrutura manipulável, não só pelo emissor, como denotam as duas frases acima, mas também pelo receptor, melhor definido como interprete. Para explicar, usando o modelo do código, como informação não codificada pode ser inferida pelo receptor, uma hipótese usada é a do conhecimento mútuo. Segundo esta hipótese, para inferir corretamente a intenção do locutor o ouvinte deve não apenas entender a intenção como também que o locutor sabe que ele a entende, num processo iterativo infinito. Clark e Marshall (Clark e Marshall, 1983,pg 13, apud Sperber e Wilson, 1986, p 17) oferecem um exemplo:

Numa manhã de Quarta-feira, Ana e Roberto lêem a edição matinal do jornal e discutem o anúncio de que o filme *A Day at the Races* estará em cartaz naquela noite no Roxy. Quando a edição da tarde chega, Roberto lê a seção de filmes e descobre que o filme havia mudado para *Monkey Business*, e circulou com caneta vermelha. Mais tarde, Ana pegou a edição da tarde, notou a correção, e percebeu que Roberto a tinha circulado. Ela também percebeu que Roberto não tinha como saber que ela tinha lido a edição da tarde. Mais tarde, quando se encontram, Ana pergunta, “Você já viu o filme que está em cartaz esta noite no Roxy?”

A historietta demonstra que o conhecimento mútuo de primeira ordem não basta para permitir a Roberto perceber a qual filme sua resposta deve se referir. Ana detém conhecimento mútuo de segunda ordem – ela sabe a que filme ele deve se referir -, conhecimento que deve ser adquirido por Roberto, o que normalmente se faz retrucando com uma pergunta que estenda o conhecimento mútuo. Na impossibilidade de interação eficaz, como no caso de interfaces de sistemas microprocessados simples, a hipótese, se verdadeira, inviabilizaria a comunicação. Mesmo numa conversação franca em

linguagem natural, a hipótese do conhecimento mútuo poderia levar à necessidade de infinitas iterações, tornando a comunicação impossível. Na hipótese adotada pelo pragmatismo, a informação extra, necessária para dar conta da intenção do emissor, é extraída do contexto formado pelo meio e pelas memórias do interprete acerca de experiências passadas. Neste caso, o problema da comunicação passa a ser, então, o de entender como o interprete acha o contexto através do qual uma declaração percebida será entendida adequadamente.

2.2.4.1 A teoria da cooperação de Grice

O enfoque que Paul Grice dá a comunicação e, em especial ao processo de significação, pode ser percebido na análise que ele faz sobre o propósito comunicativo de um indivíduo S ao fazer uma declaração x (entendendo-se declaração como sendo qualquer manifestação comunicativa):

‘S denota alguma coisa por x ’ é (a grosso modo) equivalente a ‘S pretende que a declaração de x produza algum efeito na audiência pelo reconhecimento desta intenção’.” (Grice 1957/1971, pg 155 apud Sperber e Wilson, 1986, pg 21).

O valor deste modelo de Grice para a o pragmatismo consiste, principalmente, no espaço que ele abre para o papel da inferência feita pelo interprete a partir da percepção de uma declaração. Fora do escopo lingüístico, e especialmente, para o propósito deste trabalho, pode-se tirar grande proveito das idéias de Grice. Como sustentação à inferência, Grice propôs o Princípio da Cooperação, segundo o qual a comunicação é possível quando emissor e interprete agem segundo um conjunto de regras tácitas às quais Grice chamou de máximas e que se classificam em máximas de quantidade, de qualidade, de relação e de maneira.

Quantidade: Dê a quantidade certa de informação, isto é:

- 1 Faça sua contribuição tão informativa quanto requerido.
- 2 Não faça sua contribuição mais informativa do que é requerido.

Qualidade: Tente contribuir com algo verdadeiro, isto é:

- 1 Não declare o que você acredita ser falso.

2 Não declare aquilo do qual você não tenha evidências adequadas.

Relação: Seja relevante.

Maneira: Seja claro, isto é:

- 1 Evite obscuridade de expressão.
- 2 Evite ambigüidade.
- 3 Seja breve (evite ser prolixo desnecessariamente).
- 4 Tenha ordem.

Adaptado de (Grice, apud Sperber e Wilson, 1986, pg 34 / Leech 1995, pg 8).

As máximas de Grice se aplicam tão adequadamente como princípios comunicativos da organização de uma interface, que parece difícil não estabelecer a relação ao lê-las. Deve-se manter em mente que a comunicação de uma interface, enquanto emissor, não se faz apenas via elementos mostradores (displays, LEDs, escalas), mas através de toda a interface, incluindo o arranjo de seus elementos, suas formas, tamanhos, cores e o tipo de atuação que admitem. Quanto a dar conta do processo comunicativo da linguagem natural o Princípio da Cooperação recebe críticas como a feita por Sperber e Wilson de que ele, após propor o caminho da inferência como forma de extrair significação, recorre à semiótica (Sperber e Wilson, 1986, pg 34) e de Leech que comenta serem as máximas conflitantes em alguns aspectos e que a aplicação das máximas depende do contexto lingüístico - novamente dependente do julgamento do indivíduo (Leech 1995, pg 8).

2.2.4.2 A teoria da relevância

Uma vez aceito o papel da inferência como processo para atribuir significação adequada à informação percebida, resta explicar como ocorre este processo de

inferência. A inferência humana, usada no dia-a-dia, diferencia-se da inferência lógica pelo fato de que esta opera sobre premissas verdadeiras das quais extrai conclusões igualmente verdadeiras, enquanto que o ser humano opera com pressuposições de verdades das quais retira supostas verdades (Lage, 2001). Dessa forma, muito do que se toma por verdades absolutas não passam de suposições da verdade que a experiência positiva sedimentou. Ao perscrutar o ambiente com os sentidos, o ser humano assume juízos que podem vir a se revelar verdadeiros ou falsos, o que é inevitável na vida cotidiana onde o conhecimento, confirmação da verdade só pode se dar após tomadas as decisões pertinentes. Se alguém vê um painel retangular de duas por quatro polegadas, com uma tecla no centro, próximo a uma porta, à altura de pouco mais de um metro, este alguém pode acionar a tecla com o fito de acender a luz do ambiente. Somente após este ato ele poderá confirmar ou não a sua expectativa. Conforme tenha se dado a experiência anterior da pessoa com relação a um “painel retangular com tecla no centro...” e os efeitos decorrentes do acionamento desta tecla, dará à assertiva “isto é um interruptor de luz” um grau de confiabilidade (Peirce diria modalidade) que varia da presunção de falsidade a “certeza” da verdade, passando por diferentes graus de asserção. Isto posto, pode-se perceber que se alguém projetar um interruptor de luz que não se enquadre na experiência de vida de uma pessoa, esta poderá atribuir falsidade a possível assertiva de que aquele objeto possa servir para controlar a iluminação.

O Contexto cognitivo

Imagine-se que a mesma pessoa do exemplo anterior agora encontre o mesmo “painel retangular com tecla...” mas que, ao invés de estar fixado a uma parede próximo a uma porta, está caído em uma sarjeta. Dado o novo contexto, certamente a pessoa mudará sua interpretação de “interruptor da iluminação” para “material elétrico descartado”. Como a pessoa escolheu a interpretação mais adequada a cada situação? Para Sperber e Wilson (Sperber e Wilson, 1986, pg33) a seleção da interpretação é escolhida de acordo com o contexto cognitivo do indivíduo naquele momento. Entende-se por contexto cognitivo tudo aquilo que é manifesto ao indivíduo a partir do mundo físico mais as memórias que esta manifestação suscita. Não é difícil perceber que os

contextos cognitivos serão diferentes mesmo para dois indivíduos que estejam num mesmo ambiente físico. Em primeiro lugar, devido ao conteúdo de memória, que depende da história de vida de cada um; em segundo lugar, porque nem tudo que está no ambiente físico é manifesto aos indivíduos. Sperber e Wilson (ibid, pg39) definem assim aquilo que é manifesto a alguém:

1 Um fato é manifesto a alguém em um dado tempo se e somente se ele for capaz, naquele tempo, de representá-lo mentalmente e aceitar esta representação como sendo verdadeira ou provavelmente verdadeira.

2 O conjunto de fatos que são manifestos a um indivíduo são o seu ambiente cognitivo.

Uma vez que a informação do meio lhe seja manifesta, o indivíduo a interpreta de forma a ter o maior impacto sobre o contexto cognitivo, ou seja, um certo fato manifesto a um indivíduo é por este interpretado de modo a ter a maior relevância para o contexto cognitivo corrente.

Relevância

Se alguém caminha em um local cheio de gente em movimento, tendo como objetivo apenas fazer um trajeto entre dois pontos, seu contexto cognitivo somente fará relevantes informações que permitam a tal executar o trajeto da forma mais eficiente, o que inclui não esbarrar nas outras pessoas. A relevância, assim definida, é um critério que casa informação e contexto de forma a otimizar a realização de determinada tarefa. Dado o contexto, o critério de relevância é usado para julgar quais informações presentes no meio físico merecem o dispêndio de tempo de processamento pelo dispositivo central para virem à consciência. Por outro lado, se uma informação se torna manifesta devido a sua ostensividade, o critério de relevância dirá como ela pode ser melhor aproveitada – ou descartada – em função do contexto cognitivo determinado pela tarefa em execução. Sem o critério da relevância o dispositivo de processamento

central da mente seria sobrecarregado com a infinidade de informações disponíveis no meio físico que ele seria incapaz de processar em tempo real, garantindo êxito em tarefas essenciais à sobrevivência. A noção de relevância envolve uma relação de custo / benefício. Para explaná-la Sperber e Wilson usaram o exemplo da flexibilidade. A noção de flexibilidade envolve dois quesitos, um resultado:

1º Um objeto é flexível na medida em que aceita mudanças de forma; e um custo,

2º Um objeto é flexível na medida em que exige pouco esforço para modificar sua forma. Aplicando estes dois critérios à informação para aferir sua relevância, tem-se:

1º Uma informação é relevante na medida em que altera o contexto cognitivo;

2º Uma informação é relevante na medida em que exige pouco processamento para sua interpretação. (ibid, pg 125).

Seja o exemplo:

Vendedor: “Você não quer comprar um bilhete de rifa em prol da Associação dos Salva-vidas?”

Transeunte (sem parar): “Eu passo as férias em São Joaquim”. O princípio da relevância vai permitir ao vendedor inferir informação adicional de modo que a informação emitida pelo transeunte possa ser interpretada de forma adequada ao seu contexto cognitivo. Na verdade, a inferência, neste caso, vai dar conta da informação omitida pelo transeunte que não foi totalmente cooperativo:

p1 Eu passo as férias em São Joaquim

p2 São Joaquim é uma cidade na serra

c1 Logo, não há praias em São Joaquim

c2 Logo, não há salva-vidas

c3 Logo, eu não dependo do trabalho dos salva-vidas

c4 Logo, não me sinto compelido a colaborar. O vendedor chegou à mesma conclusão inferindo guiado pelo critério da relevância que procura adequar a informação ao contexto:

Como a menção de uma cidade poderia servir de resposta para minha pergunta?

s1 Deve ser por uma condição que a coloque em relação óbvia com salva-vidas

s2 Provavelmente uma cidade do interior

c1 Ele acredita que não deve colaborar com serviços públicos que não usa diretamente.

c2 Ele está usando esta informação como argumento de negação.

O Transeunte teria sido muito mais relevante – pelo segundo critério de relevância – se tivesse dito simplesmente “Não, obrigado”, poupando o vendedor de todo o processamento necessário para adequar a informação ao contexto. Quando o emissor tem condições de delinear o possível contexto cognitivo do interprete, deve procurar cumprir os dois critérios de relevância, diretriz válida para todo aquele que se envolve com o desenvolvimento de interfaces de usuário. O julgamento da relevância de uma informação não é algo que aconteça a posteriori, ao contrário, ele é prospectivo. Da mesma forma como uma pessoa que tenta pela primeira vez acertar um alvo lançando um objeto através de uma trajetória preestabelecida faz uma avaliação prévia da força e ângulo de lançamento necessários, também a relevância das informações manifestas é julgada antecipadamente e a qualidade do julgamento melhora com a experiência. A ostensividade de um ato comunicativo deixa antever sua intenção comunicativa, servindo como uma espécie de garantia de relevância, no que consiste o princípio da relevância (ibid, p 50).

Pequenos processadores e grandes processadores

Pequenos dispositivos processadores como o microcontrolador da injeção eletrônica dos automóveis atuais, atuam sobre informações previamente determinadas como qual a temperatura do ar, qual o ângulo do acelerador ou qual a proporção de CO₂

no escapamento? Sob outro ponto de vista pode-se dizer que estes dispositivos operam com um conjunto fixo de perguntas, logo, sua eficiência em processar informação depende apenas da velocidade com que o façam. Grandes dispositivos processadores, como a mente humana, podem operar com tarefas relativas que devem buscar permanentemente melhorar o estado de conforto geral. Neste caso, a eficiência não pode ser medida apenas pelo custo envolvido, uma vez que processamento adicional devido a novas perguntas pode levar a um ganho compensador. Esta é uma das diferenças essenciais entre o processamento digital embarcado nos produtos eletrônicos e o processamento humano a ser levada em conta no projeto das interfaces, uma outra diferença reside no fato dos microprocessadores processarem informação apenas através da estrutura lógica subjacente às mesmas, enquanto que o processamento humano processa também informação a partir do seu conteúdo semântico. Um vislumbre de processamento semântico pode ser encontrado nos instrumentos musicais com “teclado sensível”, nos quais a velocidade do toque carrega significado adicional ao significado lógico do acionamento da tecla correspondente a certa nota musical, o que possibilita ao instrumentista executar as peças com maior expressividade.

O Processo de inferência

Os pequenos dispositivos processadores de informação são, via de regra, processadores especializados, processando informação apresentada em um determinado domínio e transmitida por um determinado meio. Uma câmara de vídeo processa informações visuais (luminosas), um sistema de gravação de voz processa informação sonora (variações da pressão do ar), um controle industrial pode processar sinais elétricos. O ser humano processa informações de diferentes domínios que chegam através dos vários sentidos. Apesar de qual seja a estrutura operacional ou biológica da mente humana as observações apontam para uma estrutura funcional na qual as informações percebidas são inicialmente tratadas por dispositivos especializados e só depois de apurado seu conteúdo lógico-semântico são enviadas a um dispositivo dedutivo central não especializado onde se dá o processo de inferência. Experimentos apontam para uma sofisticação da especialização do dispositivo de entrada ao ponto dos falantes nativos de certas línguas processarem independentemente os sons das vogais,

das consoantes e os sons não lingüísticos (Tsunoda, 1998, p 115). Para que o processo de inferência aconteça, é necessário que os dispositivos especializados sejam “despertados” através da forma ostensiva com que um comunicador torna mutuamente manifesta a um público endereçado a sua intenção de comunicar-lhe um conjunto de conceitos. O grau de ostensividade com que as informações são manifestas influenciará no julgamento de relevância por parte do endereçado. Uma vez que uma informação é manifesta a alguém, é por que lhe foi atribuída relevância suficiente para que os processadores periféricos especializados as transformaram do formato de seu domínio original – som lingüístico, ruído, forma gráfica, cheiro, forma – em um formato puramente conceitual capaz de ser processado pelo dispositivo dedutivo central.

O processo não demonstrativo de inferência

O processo não demonstrativo de inferência calca-se sobre duas hipóteses:

1 Mesmo sob as melhores circunstâncias a comunicação pode falhar

2 Qualquer informação conceitualmente representável disponível ao endereçado, poderá ser por ele utilizada no processo de inferência.

Esta disponibilidade de informações inclui o acesso ao conteúdo de toda a memória, independentemente do domínio do estímulo, o que é consoante com o modelo do dispositivo central responsável pela inferência que trata a informação em seu estado conceitual. O processo inferencial não pode ser demonstrado usando qualquer dos modelos lógicos de inferência disponíveis, e a busca de um modelo lógico indutivo pode ser um esforço vão, pelo fato do ser humano poder usar mais de um processo de inferência, dependendo da situação e do indivíduo. A chave para entender como pode ocorrer um processo lógico–inferencial sem a possibilidade de comprovação de premissas reside talvez no processo de formação das hipóteses. Num processo dedutivo demonstrável a aplicação das regras às premissas garante a verdade das conclusões; num processo não demonstrativo, as regras são aplicadas às suposições donde se obtém conclusões com algum grau de confirmação verificado pelas evidências (Sperber e Wilson, 1986, pg68). A inferência não demonstrável necessária ao processo de comunicação ostensivo-inferencial causa estranheza se comparada à inferência

científica por outros dois motivos, além da não demonstratividade em si. O primeiro deles diz respeito ao tempo: enquanto a dedução científica dispõe de todo tempo necessário para estabelecer suas conclusões, o processo de inferência da comunicação humana deve ser instantâneo para dar conta das decisões inadiáveis que envolvem a sobrevivência. O segundo aspecto é relativo à passividade da natureza em relação ao observador em contraste com o comportamento cooperativo ou dissimulado dos entes envolvidos no processo comunicativo. Um outro aspecto importante da inferência humana na comunicação é o fato de que os dispositivos dedutivos humanos não operam apenas verificando as hipóteses, mas também, e talvez principalmente, na formação das hipóteses, campo sujeito à criatividade – atributo essencialmente humano. Essa criatividade gera um grau de liberdade de interpretação que não pode ser desprezado ao se pensar sobre o processo comunicativo usuário / equipamento via interface.

A estrutura lógica da informação

Um estado mental como um contexto cognitivo, uma suposição ou percepção, possuem componentes cerebrais que os submetem às condições físicas de tempo, espaço e fisiologia, além de componentes psíquicas como alegria, tristeza ou apatia, que dão ao estado mental características não lógicas. Uma vez alijado destas características o que sobra de um estado mental é a sua estrutura lógica (ibid, pg72). Para conter uma estrutura lógica o estado mental suscitado por uma informação deve satisfazer uma série de condições necessárias:

1 Somente uma representação conceitual capaz de ser julgada verdadeira ou falsa pode ter uma estrutura lógica.

2 Uma estrutura lógica deve ser uma fórmula lógica perfeita cujos constituintes possibilitem operações lógicas determinadas pela própria estrutura.

3 Uma estrutura lógica é proposicional quando é semanticamente completa.

As estruturas lógicas, proposicionais ou não, desempenham papel importante no processo cognitivo. As estruturas não-proposicionais, armazenadas como esquemas a serem preenchidos em função do contexto, auxiliam nas fases intermediárias da

inferência; as estruturas proposicionais, uma vez instituídas, passam a fazer parte da memória de longo termo do indivíduo, acessada, em função do contexto, para completar a informação manifesta pelo meio, permitindo a inferência do seu significado (ibid, pg73). Representações cuja experiência se repete e reforça, acabam por ser armazenadas em algum dispositivo da memória de longo termo de modo que são acessadas como sendo descrições do mundo real, ou fatos. Dessa forma, ao acessar uma destas suposições, o indivíduo não percebe que está realizando um ato de fé, não fazendo distinção de situações como:

1 Isto é um botão; ou

2 Acredito que isto é um botão.

Estes aspectos da inferência espontânea, que desempenham um papel importante no processo de interpretação, são geralmente menosprezados quando se considera a realização de tarefas do dia-a-dia por um indivíduo, incluindo a sua interação com sistemas técnicos. O processo da interpretação ocorre, então, em duas instâncias, numa delas um dispositivo periférico especializado processa semanticamente as percepções transformando-as em conceitos. Numa segunda instância o dispositivo central processa a estrutura lógica das suposições – conjunto articulado de conceitos – através de uma computação sintática. Estes dois processos, no entanto, não são totalmente independentes, o processo de vinculação, pelo qual uma estrutura semântica vincula um outro conceito semântico, deve sempre satisfazer o processo de implicação, não sendo necessário que o contrário se verifique. Por exemplo, se se afirma:

“Os knobs devem ser girados e os botões devem ser pressionados”, pode-se por uma relação lógica implicar outras duas afirmações:

1 “Os knobs devem ser girados”

2 “Os botões devem ser pressionados”

o que continua válido para qualquer conteúdo semântico. O mesmo não acontece se se muda a semântica:

1 “Os cães devem ser girados e os gatos devem ser pressionados”

ou:

2 “Os knobs devem ser amarrados e os botões devem ser vacinados”.

Este é ponto crítico onde a semiótica encontra lógica que, muito mais que dois aspectos do desenvolvimento de interfaces de usuário, podem ser considerados dois componentes do processo de interpretação necessário à comunicação através de uma interface. Uma suposição não necessita de uma estrutura semântica complexa, como uma frase lingüística, para conter uma estrutura lógica subjacente. Uma simples palavra ou detalhe de um objeto podem veicular uma estrutura lógica.

Sistemas formal e informal de dedução

Um sistema de dedução informal opera a partir de um pequeno conjunto de regras construídas a partir de conceitos como E, OU, ENTÃO, não sendo dadas quaisquer instruções preliminares sobre o conjunto de premissas a escolher e as regras a aplicar. Logo, num sistema dedutivo informal é deixada para um dispositivo inteligente a decisão de como construir um conjunto de premissas e regras de modo que melhor contribua para o processo de dedução. Num sistema de dedução formal, ao contrário, o processo pode ser executado por um autômato a partir de premissas e regras pré-definidas a cada passo, logo, não há espaço para intuição, desde que tudo está completamente especificado (ibid, pg 93-4). Os processadores digitais convencionais, nos quais se baseia o funcionamento dos equipamentos eletrônicos e suas interfaces, operam pelo processo formal, o que de certa forma limita sua capacidade de comunicação. Já o sistema de dedução humano, alguns autores advogam seja puramente informal o que Sperber e Wilsom rebatem sob o argumento de que a intuição não pode ser modelada a não ser baseada em um sistema formal que possa operar sem recorrer ele próprio à intuição. Propõem, então, que:

o sistema de dedução humano pode ser modelado como um autômato com uma memória e habilidade para ler, escrever e apagar estruturas lógicas, comparar suas propriedades, armazená-las na memória e analisar as regras de dedução em busca de seus conceitos (ibid, pg 95).

Uma vez que uma nova tese é derivada, é checada com o conteúdo da memória para verificar redundâncias e contradições antes de ser armazenada, como uma nova tese, na memória. Como será visto adiante, o papel da intuição na dedução pode ser limitado pelo uso de gramáticas generativas ao invés de gramáticas informais.

Implicações

Ao verificar os conceitos lógicos de uma suposição o dispositivo dedutivo usa duas classes de regras, as analíticas e as sintéticas. As regras analíticas operam sobre apenas uma suposição de entrada, enquanto que as regras sintéticas tem como entradas duas suposições independentes. Regras baseadas em conceitos do tipo E, OU, são analíticas, enquanto que regras baseadas em conceitos como SE, ENTÃO, são sintéticas. Uma implicação é dita analítica se sua tese final é obtida apenas pela aplicação de regras analíticas; uma implicação é sintética se a tese final é obtida pela aplicação de regras sintéticas às teses de iniciais, das quais não poderia ser derivada por regras analíticas. Para Peirce, “a inferência sintética é uma espécie de paradoxo...” um tipo de raciocínio pelo qual “se pode observar um fato e, imediatamente, emitir um juízo a respeito de outro fato diferente que não está envolvido no primeiro” (Peirce, 690). Enquanto as implicações analíticas são intrínsecas a uma suposição, tornando-se disponíveis sempre que a suposição é trazida à memória de trabalho, as implicações sintéticas para serem acessadas requerem que o par que as gerou esteja simultaneamente na memória de trabalho e que lhe sejam aplicadas as mesmas regras de dedução, o que pode ser um evento raro. Por outro lado, apenas as implicações sintéticas agregam informação nova acerca do mundo externo. O conjunto de suposições iniciais pode ser dividido em dois subconjuntos. Um deles é formado pelas informações velhas que formam o contexto corrente; o outro é formado pelas informações novas na forma de suposições acerca das informações manifestas pelo meio físico. Diz-se que uma implicação é contextual se ela não pode ser derivada de forma não trivial apenas das informações novas, ou do contexto, exclusivamente. Segundo Sperber e Wilson (ibid, pg 108), “a função central do dispositivo dedutivo é derivar, espontaneamente, automaticamente e inconscientemente, as implicações contextuais de toda informação nova apresentada em um contexto de informações preexistentes – informações velhas.

Relevância e inferência

A relevância de uma informação é julgada em função de quanto ela modifica o contexto cognitivo corrente, agregando novas implicações, e a que custo de processamento isto é conseguido. Por outro lado, a noção de relevância pode ser usada tanto num processo de verificação descendente – dado o contexto, quanto uma informação manifesta é relevante; como num processo ascendente – uma vez que uma informação se torna ostensiva e manifesta, em qual contexto ela se torna mais relevante. Como um indivíduo pode escolher o contexto de modo a otimizar a relevância? Ao final de cada processo dedutivo uma série de contextos está acessível ao indivíduo. Este conjunto de contextos respeita uma hierarquia de inclusão onde cada contexto inclui um ou mais contextos menores e está incluído em um contexto maior. Por uma restrição de cunho psicológico dos contextos, os conceitos só podem ser acessados na mesma ordem em que estão incluídos. Só o conceito mínimo inicial está diretamente acessível, um conceito que o inclua demanda um passo a mais de processamento para ser acessado. O contexto escolhido será aquele no qual o número de passos para acessar uma chamada de memória relativa ao conceito manifesto for o menor. Se a informação não corresponde a nenhuma chamada de memória presente em nenhum contexto disponível, ainda assim uma informação pode ser considerada de alguma relevância e não ser descartada, se ela servir de mnemônico para alguma chamada de memória presente em algum dos contextos acessíveis ao indivíduo. A relevância para um indivíduo pode, então, ser definida de forma classificatória como:

Uma suposição é relevante para um indivíduo em um dado momento se e somente se ela é relevante em um ou mais dos contextos acessíveis a para aquele indivíduo naquele momento (ibid, pg 144).

A noção de relevância não é aplicável apenas à comunicação lingüística, mais ostensiva e mais diretamente inferível na forma de suposições e conceitos. Muito mais interessante para o fito deste trabalho é a aplicação da noção de relevância à informação que pode ser inferida a partir de fenômenos e estímulos. Este ponto pode ser explorado a partir de uma interrogação: Sendo o meio físico, via de regra, cheio de fenômenos e estímulos, como só alguns são considerados relevantes ao ponto de serem processados em um contexto adequado? Pode-se considerar duas situações principais, em uma o indivíduo sonda o ambiente em busca de determinado fenômeno ou estímulo cuja

relevância está antecipadamente julgada. Por exemplo, alguém que procura o “botão que mantém a porta do elevador aberta”. Neste caso a ostensividade do estímulo apenas servirá para facilitar a realização da tarefa em nível perceptivo. Na Segunda situação o indivíduo é inicialmente passivo, dependendo da ostensividade do estímulo para que alguma suposição lhe seja manifesta. Uma vez que o estímulo tenha ostensividade suficiente para ser manifesto ao indivíduo, este não pode furtar-se em associar-lhe uma interpretação. Esta filtragem ocorre na forma de heurísticas nas quais algumas regras de aceitação parecem inatas, enquanto outras devem ser aprendidas. Mudanças bruscas em variáveis do ambiente normalmente são julgadas relevantes por regras do primeiro tipo. Sons altos e repentinos, clarões, vibrações bruscas, movimento súbito de objetos, são alguns exemplos de fenômenos e estímulos que correspondem às regras inatas. Cheiro forte de alimentos, gás ou perfumes; sons de aviso ou alarme, usualmente são apreciados por regras de filtragem aprendidas. Na maioria das vezes, as regras inatas são aplicadas em nível perceptual, enquanto que as aprendidas são processadas em um contexto enciclopédico rico – cheiros, ruídos, formas, comportamentos, em concordância com (Rasmussen, 1983). Seguem alguns exemplos de estímulos e possíveis suposições suscitadas a um indivíduo:

e1 “Luz piscando no painel do equipamento”.

s1 “Há um problema de funcionamento”

s2 “O departamento de manutenção já fechou”

e2 “Seqüência de tons no alto-falante do aeroporto”.

s3 “Novos pousos e decolagens vão ser anunciados”

s4 “Meu vôo pode ser anunciado”.

Também para não sobrecarregar o dispositivo dedutivo central, estímulos que se estendem por um período de tempo longo podem passar a ser filtrados como não relevantes devido a perda de ostensividade ou por uma espécie de mascaramento operado pelos próprios dispositivos periféricos. Assim, um LED que se acende tem grande possibilidade de manifestar uma suposição a um usuário/operador, no entanto, à medida em que permanece aceso perde ostensividade e a capacidade de tornar manifesta

ao usuário/operador a suposição pretendida, donde a recomendação de usar ativação pulsante para aumentar a ostensividade e a promessa de relevância da sinalização no caso de eventos mais vitais ao sistema, ou de urgência.

Um estímulo é relevante para um indivíduo se e somente se uma ou mais das suposições que ele torna manifestas são relevantes para o indivíduo. (ibid, pg 152).

Um estímulo é um fenômeno projetado para obter efeitos cognitivos em um grupo de indivíduos endereçados. Um estímulo – pode-se pensar em um elemento de interface de usuário – é considerado ostensivo se satisfizer duas condições:

- 1 Deve atrair a atenção.
- 2 Deve focar a atenção do endereçado na intenção comunicativa.

Por exemplo, um botão de emergência deve ser ostensivo para atrair a atenção, mas isto não basta. Para cumprir também o segundo requisito ele deve focar a atenção de quem o percebe no fato de que ele é um atuador a ser utilizado sob certas condições de urgência e não em uma outra peculiaridade qualquer. Como os estímulos só são manifestos e suscitam suposições quando processados em nível central, a fase de aproximação (*attention getting, pre-empting*) é fundamental para garantir que o contexto suscitado seja o mais próximo do pretendido, inclusive em sua completude. É este o objetivo da seqüência de tons emitida antes das mensagens em estações e aeroportos, bem como o tamanho e cor diferenciadas de alguns botões de interface, ou ainda, a forma de apresentar uma informação em um display, usando efeito pisca-pisca ou negativo. É importante lembrar que o alvo de um ato ostensivo de comunicação é o indivíduo do qual se quer modificar o contexto cognitivo, logo, não há espaço para passividade; mesmo um simples botão de interface deve estar carregado desta intenção comunicativa.

2.2.5 As Interfaces como Sistemas Lingüísticos

Um sistema lingüístico é constituído por uma gramática, basicamente um código ou conjunto deles, ligado a uma instância pragmática que refere-se à forma como a gramática é usada no processo comunicativo. Leech propõe o diagrama da figura 2.19 para representar a constituição da gramática e sua interação com a pragmática. O

tratamento pragmático de interpretação de uma interface é, ao menos em parte, complementar à tarefa reguladora da gramática utilizada, quanto mais a gramática se valer de símbolos (signos acessados por código) e de regras de sintaxe, mais limitado fica o domínio de interpretações subjetivas, aumentando a garantia de que a informação suscitará a suposição adequada por parte do usuário. Este ideal pode ser perseguido através da idéia de gramática gerativa proposta por Noam Chomsky, que se propõe a ser exaustiva na representação das idéias. As gramáticas gerativas são inviáveis para aplicação às linguagens naturais, mas podem servir de base para a construção de sistemas lingüísticos que dêem conta de um pequeno domínio do mundo físico, como os equipamentos eletrônicos e suas funções.

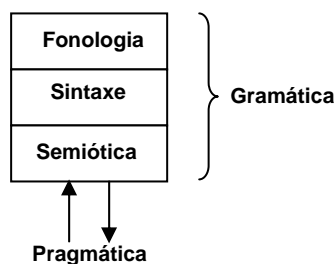
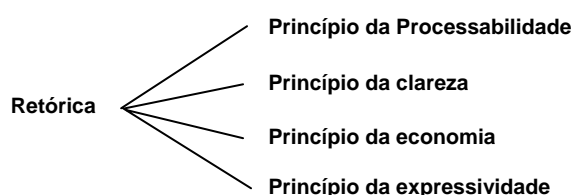


Figura 2.19 - Diagrama proposto por Leech para a representação de um sistema lingüístico (Leech, 1983, pg 13).

Da observação do diagrama anterior pode-se inferir os aspectos de uma interface a serem tratados no escopo da sintaxe – seqüência de atuação, distribuição espacial – e da semântica – formas, cores, tamanhos, rótulos. Apenas o escopo fonológico tem uma relação mais pobre – realimentações por via auditiva, por exemplo -, mas pode ser deixado de lado como uma instância extra não requisitada pela forma de linguagem enfocada ou simplesmente por fugir ao propósito deste trabalho. Se as informações que instanciam um ato comunicativo são organizadas na forma de discurso, no caso da comunicação com uma interface um discurso textual, a comunicação, no que escapar à gramática adotada, pode ser tratada segundo uma adaptação das máximas de Grice para retórica textual.



Uma das formas de se aproximar de uma gramática generativa para a comunicação com as interfaces é a observação de princípios já absorvidos pela usabilidade, como consistência e compatibilidade, de forma a criar um código consistente baseado em símbolos. Apesar de semanticamente os símbolos serem de mais difícil interpretação para o usuário iniciante, como Peirce já percebeu, a repetição da experiência transforma índices e ícones em símbolos, no processo de interpretação de um interprete – usuário – recorrente. Se a adoção de tal paradigma a princípio prejudica o desempenho dos usuários ocasionais – hotéis, aeroportos, navios, trens, dispositivos de uso público – por outro lado a universalização poderia operar efeito contrário, libertando a interpretação – e o uso – das interfaces de equipamentos de idiosincrasias e efeitos culturais locais indesejados. Um estágio incipiente desta situação já pode ser percebido com a adoção consistente de certos símbolos, como os utilizados para avançar, retroceder ou ejetar uma mídia, e algumas outras funções universais, como a liga/desliga, nos equipamentos eletrônicos.

Esta seção usou diversas teorias, como a semiótica e a teoria da relevância, para estabelecer uma ligação desde o nível lógico, incluída a lógica binária, sob a qual funcionam os sistemas digitais eletrônicos, até o raciocínio humano usado na comunicação. Ficou estabelecido que no nível objetivo, a interpretação é feita com base em gramáticas, constituídas de um código e um conjunto de regras. À informação recuperada através da gramática, o indivíduo agrega outras informações, retiradas de seu conhecimento enciclopédico e dos contextos físico e cognitivo, para dar conta da interpretação. A agregação de informações é subjetiva, na medida em que depende da história de vida – ontogênese – do sujeito, e de características da sua percepção, levando à necessidade de que se conheça alguns aspectos relativos à psicologia cognitiva, tratados na próxima seção, para que se entenda esta parte do processo comunicativo homem-sistema digital.

2.3 PSICOLOGIA DO USUÁRIO

O que neste trabalho se convencionou chamar psicologia do usuário é a parte da Psicologia Cognitiva que procura estabelecer como ocorrem os processos mentais

relativos à percepção e interpretação dos estímulos vindos do meio físico, bem como à geração das ações, internas ou externas decorrentes da interação do usuário com os produtos tecnológicos, em especial os eletrônicos. Parte destas ações são ações comunicativas e têm maior interesse, neste momento, aquelas realizadas através de uma interface de usuário. A Psicologia Cognitiva surgiu por volta de 1800 a partir de contribuições vindas de outras áreas da Ciência como a Medicina, a Filosofia e a Psicologia, e tem como cerne o estudo do pensamento, ou seja, como as pessoas percebem o meio, raciocinam e usam a memória. Boa parte do desenvolvimento da Psicologia Cognitiva foi puxado pelos avanços nos estudos de antropologia, lingüística, comunicação humana e de sistemas tecnológicos de comunicação e de informática. A abordagem da Psicologia Cognitiva pode se dar segundo dois pontos de vista principais, o estruturalismo e o funcionalismo. Para o fim que se pretende dar às contribuições da Psicologia Cognitiva a este trabalho, o enfoque funcionalista é o mais adequado pois detém-se em elaborar modelos funcionais da mente sem pretender desvendar-lhe a estrutura interna. Nas próximas seções serão esboçados, respectivamente, assuntos relacionados à percepção, aos processos de representação do conhecimento, raciocínio e julgamento, à memória e à ação.

2.3.1 A Percepção

Todo comportamento humano que transcende aos aspectos inatos da manutenção básica da vida puramente biológica depende da acumulação de conhecimento sobre o mundo exterior e de como agir sobre ele. Dessa forma, a percepção é uma fase fundamental no processo cognitivo, sem ela a mente humana seria um sistema sem entrada, o que, pelo já exposto, impediria também qualquer reação ou ação deliberada sobre o meio. Ao se tratar das ações comunicativas, e, em especial, quando se deseja otimizar a comunicação homem / sistema automático, é fundamental conhecer as características da percepção humana.

2.3.1.1 Limitações

Um dos aspectos da percepção humana cujo conhecimento mais surpreende o senso comum é a sua limitação. Esta surpresa se explica, ao menos em parte, pela ilusão causada, por exemplo, pelo sistema de foco automático da visão e da memória visual. O foco automático dá a sensação de profundidade contínua da cena, quando na verdade apenas a imagem do plano focado é nítida; ao perscrutar um mesmo plano de uma cena também não se tem a imagem completa simultaneamente, mas apenas uma pequena região oval que se projeta na região da retina chamada fóvea e que corresponde a cerca de 1/70 da informação do campo visual (Hogarth, 1988, pg 4). A sensação de continuidade é resultado do armazenamento das várias sacadas do olhar, na memória visual. Também na modalidade auditiva, embora o ouvido seja um canal unidimensional de informação, os sistemas de discriminação selecionam os estímulos considerados relevantes para serem processados, deixando o restante sem acesso à consciência e ao tratamento controlado (Tsunoda, 1998, pp 116-120)(Sternberg, 2000, pp99-100). A inserção do ser humano em ambientes cada vez mais saturados de informações e a exigência de que ele lide eficientemente com estes meios, requer o conhecimento das estratégias pelas quais a mente consegue lidar com quantidades de informações externas que ela não tem capacidade para processar e às quais, paradoxalmente, ainda agrega mais informações internas – contextualização - no sentido de possibilitar o processamento adequado. Uma destas estratégias é a seleção. Incapaz de processar toda a massa de informações vindas, por exemplo, do canal visual, a mente opera de forma seletiva ao invés de exaustiva, assim, nem tudo que está no campo visual é percebido, só o que é relevante em relação aos eventos imediatamente anteriores é visto.

2.3.1.2 Os estados de atenção

William James (Sternberg, 2000, p75) define atenção como:

...a tomada de posse pela mente, em uma forma clara e vívida, de um dos diversos objetos ou séries de pensamentos que parecem simultaneamente possíveis... Implica o abandono de algumas coisas, a fim de ocupar-se efetivamente de outras.

Sternberg sugere o diagrama da figura 2.20 para descrever o papel da atenção nos processos cognitivos que levam à ação (Sternberg, 2000, p 78). Nele, pode-se perceber como sensações, memórias e os próprios processos de pensamentos, embora estejam disponíveis, não são continuamente focos da atenção. Enquanto alguém lê este texto, certamente não estará lembrando o seu número de CPF, percebendo o contato do corpo com a roupa ou atendo-se aos processos pelos quais é possível transformar marcas gráficas no papel em um sistema de conceitos. É o fenômeno da atenção que possibilita à mente alocar criteriosamente os recursos de processamento, cada vez mais limitados em relação ao ambiente, aumentando as chances de que sejam tomadas decisões acertadas para a sobrevivência, o conforto e o prazer, bem como melhorando a probabilidade de sucesso ao tentar acessar a informação em questão da memória, quando tal informação voltar a ser relevante.

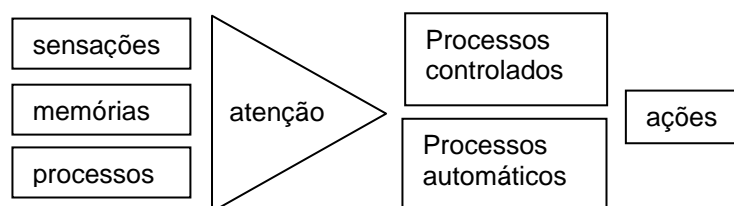


Figura 2.20- Diagrama adaptado de Sternberg para representação do papel da atenção na alocação dos recursos mentais (Sternberg, 2000, p78).

Processos pré-conscientes

Alguns processos de percepção ocorrem sem a tomada de consciência, a partir de estímulos que não ultrapassam o limiar de ostensividade necessário para que sejam trazidos ao nível de processamento consciente. A habituação é um processo pré-consciente que desonera a mente do processamento consciente de estímulos contínuos, pelo rebaixamento automático do seu nível de relevância. Quando algum usuário liga seu micro computador o ruído da máquina é processado conscientemente como signo de operação adequada do sistema. Porém, logo que o usuário começa a desenvolver a sua tarefa, o ruído passa a ser ignorado por meio da habituação. A habituação não deve ser confundida com a adaptação sensorial. Enquanto a primeira ocorre em nível mental, a

segunda opera diretamente no órgão sensorial e é bastante característica nas modalidades de sensação térmica e de luminosidade. Disto decorre que se pode ter certo controle da habituação, por exemplo, voltando a atenção deliberadamente para o ruído do computador, ou procurando ignorá-lo. Já no processo de adaptação sensorial nada se pode fazer conscientemente para evitar ou acelerar a adaptação. Ambos os processos são importantes para o projeto dos canais de realimentação do usuário em interfaces, já que a habituação tem relação com a perda de manifestação da informação, enquanto que a adaptação está ligada à perda de ostensividade.

Sistemas de realimentação mal projetados podem recorrer a sinais de longa duração que estarão sujeitos à perda de processamento por habituação ou, pior, por adaptação sensorial, processo ainda mais fugidio à consciência. Um outro processo que, embora possa ser evocado à consciência, ocorre normalmente de forma pré-consciente é o priming (Sternberg, 2000, p79). Numa definição intuitiva pode-se dizer que o priming é o inverso do fenômeno “tá na ponta da língua”. Enquanto neste o indivíduo tem a sensação de um conceito estar facilmente acessível sem, no entanto, conseguir evocá-lo à consciência, no priming determinados estímulos ativam rotas de acesso a determinados conceitos sem que ele tenha consciência disto. Ouvir as seqüências de palavras “VASCO, CABRAL” ou “VASCO, FLAMENGO”, gerará diferentes rotas de priming. Diferente do processo “tá na ponta da língua”, onde o bloqueio nunca é consciente, no priming algumas vezes o conceito gerador pode ser trazido à consciência, como deve ter sido o caso do exemplo acima em relação ao leitor. A função do priming é importante para a ativação dos contextos cognitivos através dos quais o receptor de uma informação executará os processos de inferência. O sistema de atenção baseado nos processos de priming e, principalmente da habituação, desempenha outras funções que não apenas o de ignorar certas informações ou preparar o contexto para recepção de outras. Entre as funções da atenção estão:

Atenção seletiva

A atenção seletiva é um processo consciente pelo qual um indivíduo sujeito uma gama de informações foca o processamento em uma série de informações que formem

um discurso com nexos, ignorando as demais mesmo que sejam da mesma modalidade, auditivas, por exemplo. Donald Norman define atenção seletiva como sendo “focar em uma coisa reduzindo a atenção sobre as outras” (Norman, 1986, p 164). Em 1935 Stroop encontrou um efeito importante na atenção seletiva na modalidade visual denominada efeito Stroop (Sternberg, 2000, p 90). Para demonstrá-lo, pede-se que as pessoas falem, em voz alta, os nomes das cores que estão impressos com tinta diferente da cor nomeada, como na figura 2.21 que reproduz o último estágio do experimento. As explicações para o fenômeno são divergentes. Enquanto uma recorre ao conceito do priming, que seria gerado pela forma como a tarefa é solicitada, a segunda usa o fato da leitura ser um processo automatizado nos adultos alfabetizados.

vermelho	azul	verde	vermelho
amarelo	vermelho	azul	verde
azul	amarelo	verde	vermelho

Figura 2.21: Última etapa do teste de Stroop no qual a pessoa é solicitada a recitar os nomes das cores com as quais as palavras foram impressas em cada uma das linhas. Adaptado de Sternberg, 2000.

Vigilância

O estado de vigilância é caracterizado por períodos de tempo em que o indivíduo fica na expectativa do aparecimento de um estímulo relevante – sinal. É a tarefa típica dos operadores de centrais de controle que devem perceber a ocorrência de sinais de anormalidade nos sistemas com a maior presteza. O estudo da vigilância frequentemente recorre à Teoria da Detecção de Sinal segundo a qual um evento de detecção de sinal pode levar a quatro resultados:

Detecção	ou	negligência (erro)	→	quando há sinal
Alarme falso	ou	rejeição	→	quando não há sinal.

Há evidências de que alguma fase da detecção pode ser automática agindo antes que a presença do sinal seja trazida à consciência. Também foi demonstrado que após meia hora de vigilância ocorre forte degradação do desempenho e as pessoas passam a acusar apenas um quarto das ocorrências de um evento discrepante dentro de uma série longa de eventos regulares (ibid, pp 90 –1). Neste caso a experiência do operador pode estender a faixa de melhor desempenho, mas não indefinidamente se a tarefa requerer alto grau de vigilância. Quando se trata de vigilância no canal visual, o grau de acertos é maior se o sinal se manifestar dentro de uma região onde é esperado, caindo bruscamente à medida que ele se afasta. Se for requerida atenção sobre duas áreas separadas, uma delas sempre terá desempenho privilegiado enquanto a outra será tratada como região distante, podendo haver alternância de situação durante a execução de uma tarefa. Conforme a região sob vigilância vai se ampliando, a atenção vai degradando, como se houvesse uma diluição (Sternberg, 2000, p98). Estímulos abruptos demonstram maior capacidade de serem detectados do que aqueles que surgem lentamente, o que pode ser usado também para aumentar a capacidade de atrair a atenção de sinais de longa duração por um usuário executando sondagem.

Sondagem

Enquanto a vigilância é um estado passivo, a sondagem caracteriza-se por uma atitude ativa do indivíduo perscrutando o ambiente em busca de determinado sinal (Sternberg, 2000, p 94). É atitude típica dos guarda-matas que executam uma varredura visual da floresta em busca de possíveis evidências de incêndios, ou de um operador que percorre visualmente uma interface tentando encontrar o botão responsável por determinada função. O primeiro exemplo mostra que nem sempre o indivíduo tem certeza de que encontrará o sinal procurado. Boa parte dos erros de detecção na sondagem se deve aos elementos distraidores. Por possuírem alguma característica em comum com o sinal buscado, os distraidores tem a capacidade de gerarem alarmes falsos. Numa interface eles podem se apresentar como botões de mesmo formato ou mesma cor, levando a ativações indesejadas – erros – especialmente se a tarefa exige rapidez não permitindo processamento completamente consciente e controlado. O efeito prejudicial dos distraidores aumenta com o tamanho da apresentação (número de

elementos apresentados ao indivíduo incluindo sinais e distraidores), e pode ser diminuído evidenciando-se as diferenças entre distraidores e sinais usando cor, forma ou tamanho, embora não com idêntica eficiência. Em algumas situações não é possível identificar uma característica única que identifique os sinais num campo repleto de distraidores, sendo necessário que se apele para a sondagem conjuntiva, a qual considera uma conjunção – lógica E – de duas ou mais características dos sinais. O processamento lógico adicional torna a sondagem conjuntiva mais demorada do que a sondagem de característica (ibid, p 95). Características únicas muito ostensivas atraem de tal forma a atenção que se torna praticamente impossível não perceber os elementos que as possuem, o que pode ser bom ou ruim, dependendo do elemento ser um sinal ou um distraidor.

Atenção dividida

A condição de atenção dividida acontece quando um indivíduo tenta executar mais de uma tarefa simultaneamente. Os experimentos, nos últimos trinta anos, tem demonstrado que de forma geral há degradação do desempenho em ambas as tarefas executadas, com aumento da latência e do incidência de erros. Enquanto o autor digita este trabalho, freqüentemente ao tentar agarrar o mouse ao mesmo tempo que lê o monitor, acaba por segurar a base da luminária de mesa, que tem forma parecida. Tem ficado evidente também que quando uma das duas tarefas é de cunho apenas de reconhecimento o aprendizado pode levar a um nível de desempenho muito próximo daquele conseguido executando as tarefas isoladamente. Tal fato é atribuído à automatização das tarefas de reconhecimento que muitas vezes prescindem do processamento consciente. No entanto, quando ambas as tarefas requerem processos controlados, o aprendizado não consegue recuperar a perda de desempenho (ibid, 99).

2.3.1.3 Princípios gestálticos

A abordagem gestáltica da percepção procura demonstrar que certos processos psicológicos envolvidos não podem ser entendidos a partir de subestruturas, ou seja, o todo é maior do que a soma das partes. São então apresentadas algumas leis da

percepção que não dependem nem de uma gramática aprendida nem de aspectos pragmáticos introduzidos pelo sujeito, parecem fazer parte das características próprias da mente que procura explicar o mundo da forma mais coerente e concatenada possível. As leis gestálticas conduzem o processo de percepção do indivíduo sem a sua participação consciente, influenciando de forma definitiva no modo como ele vê o mundo. Para Chandler (Chandler, 2001, p 104), do ponto de vista da percepção visual as leis da gestalt podem ser vistas, em termos semióticos, como formando um código perceptual. Estas leis, ou princípios, são usados especialmente para considerar objetos isolados do contexto em que se encontram, através da dualidade figura / fundo.

O princípio da proximidade

Segundo este princípio, elementos visuais mais próximos entre si tentam a ser considerados como se mantivessem uma relação de pertencimento. Foi com base neste princípio que os povos antigos batizaram as constelações. A figura 2.22 demonstra este efeito para um arranjo de botões. Eles parecem pertencer a linhas ou colunas, conforme estejam um pouco mais próximos horizontalmente ou verticalmente. Numa interface o operador esperará que a relação de pertencimento seja respaldada também por uma relação funcional.



Figura 2.22 O princípio gestáltico da proximidade faz com que objetos mais próximos entre si sejam involuntariamente percebidos como pertencentes a arranjos espaciais, nesta figura, os botões parecem formar linhas em a) e colunas em b). Esta percepção pode levar à expectativa da existência de relações funcionais entre elementos de interface que pareçam formar grupos (Chandler, 2001, p 104).

O Princípio da similaridade

Segundo este princípio, tende-se a agrupar os objetos segundo a sua similaridade. Ao olhar o céu e perceber constelações com arranjos espaciais próprios, são consideradas as estrelas com grandezas semelhantes. Num campo visual habitado por elementos de várias formas, estes elementos serão eleitos por uma hierarquia de similitude para formarem uma imagem que os congregue como na figura 2.23.

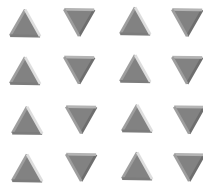


Figura 2.23 Devido ao princípio da similaridade, ao invés de pares de botões arranjados em linhas, tem-se a tendência de perceber colunas de botões voltados alternadamente para cima e para baixo (Chandler, 2001, p 105).

Princípio da continuidade

Sempre parecendo fugir do aleatório, também este princípio reivindica que nossa mente está programada para considerar como contínuos, segmentos de linha que se liguem de forma concordante ou harmoniosa, de forma semelhante ao mostrado na figura 2.24 (Sternberg, 2000, p 122).



Figura 2.24 - O princípio da continuidade faz com que a figura da direita seja preferencialmente imaginada como o cruzamento de duas retas e não como dois ângulos unidos pelos vértices (Sternberg, 2000, p 122).

Princípio do acabamento

Este princípio é tão forte que de se pensar “conjunto de traços que parecem formar um triângulo”, por exemplo, usualmente diz-se “triângulo tracejado”, como se o conjunto de traços tivessem o compromisso de formarem alguma forma, especificamente, um triângulo, como pode ser observado na figura 2.25. pela sua força, o princípio do acabamento pode sobrepujar outros princípios, como o princípio da proximidade (Sternberg, 2000, p 122).



Figura 2.25: Segundo o princípio do acabamento, a mente tem a característica perceptiva de completar seguimentos de maneira que formem objetos com perímetro delimitado.

Princípio da simetria

Este princípio prevê que objetos de um campo visual que mantenham entre si relação de simetria serão percebidos como tendo relação de pertencimento. Assim, em uma fila de caracteres aleatórios, aqueles que forem simétricos serão percebidos como formando pares, como na figura 2.26 (Sternberg, 2000, p 122).

**< o | x > / x | x o **

Figura 2.26 - O princípio da simetria diz que a mente tende a agrupar elementos simétricos, como se eles tivessem uma relação de pertencimento intrínseca.

O processo da percepção

O processo perceptivo não é, como pode parecer à primeira vista, um processo puramente ascendente – do sensorial para o cognitivo, mas envolve também

descendência – do cognitivo para o sensorial. Esta afirmação pode ser verificada nos casos onde se percebe um todo a partir de vestígios, como no caso dos sinais de trânsito parcialmente danificados, mais que ainda assim podem ser identificados pelas pessoas. O exemplo apresentado por Sternberg (2000, p 128) mostra que o processo descendente é mais do que a aplicação dos princípios gestálticos, pois tanto completa a forma – A - quanto desconsidera características presentes – H, figura 2.27.

TAE CAT

Figura 2.27 A figura demonstra que o processo de percepção é tanto ascendente quanto descendente, visto que somente um conhecimento anterior da expressão “the cat”, poderia levar a esta percepção a partir de uma forma imperfeita, logo há participação cognitiva. (Sternberg, 2000, p 128).

A percepção visual de um texto não acontece por um processo de varredura analógico, mas por passos bruscos denominados sacadas. As sacadas não cobrem espaços regulares, ao contrário, variam com os objetos textuais encontrados e tem também uma componente temporal pois o tempo de permanência do foco depende do objeto focalizado. Não há concordância sobre o nível no qual o movimento sacádico é processado, mas há evidência de que possa ocorrer em mais de um nível de processamento, sendo decidido por ostensividade, manifestação ou relevância, dependendo da instância cognitiva. Do ponto de vista da informação, estas três instâncias estão relacionadas às noções de sinal, signo e símbolo de Rasmussen (1983). A questão da sacada visual aponta para o cuidado que deve ser tomado ao se organizar visualmente uma interface, considerando o seu efeito, por exemplo, na exacerbação do efeito de distraidores ou da baixa ostensividade de elementos da interface que podem levar à perda de informação entre uma e outra sacada.

2.3.2 A representação do conhecimento

Um ser humano adulto vivendo em um meio tecnológico pode discriminar prontamente 30.000 objetos diferentes (Biederman, 1987 apud Norman, 1988). Lidar com tamanho acervo de conceitos é possível em parte devido às características da mente, à psicologia cognitiva, e em parte devido às características dos próprios objetos que dão pistas do que são e de como funcionam. O papel do designer de interfaces é, então, conhecendo a tecnologia e a psicologia cognitiva, adequar a aparência – não apenas no sentido estético-formal, mas de como o objeto se manifesta – de modo que seja concorrente com o que os usuários esperam, consciente ou inconscientemente. Segundo Piaget, “...a elaboração do entendimento se origina principalmente da diferenciação progressiva de modalidades de interação entre o organismo e o mundo objetivo, e após, da abstração e internalização das propriedades lógicas desta interação” (Bronckart, 1995, p 75). Torna-se, portanto, imprescindível entender a funcionalidade dos mecanismos da representação que o indivíduo faz do mundo físico a sua volta, de forma que possa estruturá-lo, tomar decisões que levem à ação, comunicar-se exprimindo seus sentimentos acerca do ambiente, bem como, e talvez principalmente, armazenar e recuperar estas representações da memória. É a representação do conhecimento que permite ao ser humano realizar estas operações internas acerca do mundo externo.

2.3.2.1 Conhecimento declarativo e conhecimento procedural

Na impossibilidade de penetrar os processos mentais para entender como se dá a representação do conhecimento e considerando a pouca confiabilidade das abordagens empíricas para tal fim, os psicólogos racionalistas propuseram a existência de duas formas de conhecimento, o procedural e o declarativo. Enquanto o primeiro tende a dar conta dos “comos”, o segundo responde pelos “por quês” (Norman, 1988, p 57). Uma boa receita de pão de queijo é uma fonte de conhecimento declarativo sobre esta iguaria. No entanto, conhecer a receita não garante a um indivíduo facilidade e sucesso na sua fabricação. A grande dificuldade encontrada na realização de tarefas não automatizadas reside no fato de se fazer necessário o uso de conhecimentos procedurais e declarativos, sendo que parte destes últimos está na mente e parte está no mundo físico. Um exímio

datilógrafo prescinde das letras impressas nas teclas para identificá-las porque todo o conhecimento de que precisa para acionar as teclas já é puramente procedural, no entanto a identificação das teclas é imprescindível para qualquer digitador medíocre, que precisa recorrer ao conhecimento declarativo presente no teclado.

Modelos mentais

Ao acessar um texto, o indivíduo recorre à gramática que considera adequada para sua decodificação e a seguir testa a validade lógica das suas proposições ao encaixá-las em uma estrutura que denomina-se modelo mental. O modelo mental simula o mundo ao invés de usar palavras para descrevê-lo (ibid, p 17; Sternberg, 2000, p 357). Quando uma proposição torna-se absurda ao ser submetida ao modelo vigente, um dos dois deve ser descartado. Como a escolha do modelo é pragmática - depende do contexto cognitivo do indivíduo, e prospectiva - visa o futuro, frequentemente o modelo tem de ser trocado no meio da aquisição de um texto. Veja-se, por exemplo a frase “o operador da interface pressionou o botão e abriu o paletó”, o modelo usado para estruturar o pensamento acerca do que já foi lido e fazer o priming das futuras proposições, tem de ser mudado quando o indivíduo encontra a palavra “paletó”. Desde que se optou por considerar as características dos objetos como elementos textuais capazes de transmitir um discurso, a aquisição de tal texto deve conduzir à adequada formação de um modelo conceitual do objeto, que é a forma como o indivíduo/usuário simula mentalmente o funcionamento do objeto, de modo a poder projetar ações sobre tal objeto que resultem naquilo que ele deseja. Faz parte do bom projeto de um objeto dotá-lo de características que sirvam de pistas para a formação do modelo conceitual correto (Norman, 1988, p 23). Alguns objetos tornaram-se verdadeiros clássicos do engano ao levarem seguidamente seus usuários a elaborarem modelos conceituais falsos, caso dos aparelhos de refrigeração e calefação. Normalmente tais aparelhos funcionam por um sistema do tipo tudo-ou-nada, operando a plena potência até que um limite de temperatura, A, seja alcançado, quando, então, desligam e assim permanecem até alcançarem um segundo limite de temperatura, B, reiniciando o ciclo. No entanto, muitos usuários quando querem refrigerar ou aquecer um ambiente, regulam o termostato na graduação máxima, na (vã) esperança de conseguirem mais rápido o efeito desejado. Essa tendência generalizada de construção de modelos errados deve ser

atribuída ao menos em parte à forma como os controles dos termostatos são apresentados aos usuários. Nos produtos eletrônicos a interface é o único texto de que o usuário dispõe para construir o modelo conceitual do funcionamento do objeto, ressaltando a necessidade de um projeto criterioso. Hodgson (2001) afirma que o modelo conceitual de como um sistema funciona é elaborado pelo usuário a partir do modelo mental que ele próprio cria e se constitui de três partes:

Modelo composto pelos objetos do sistema e suas inter-relações

Modelo de tarefa – um modelo dinâmico de como o usuário pode interagir com os objetos de forma a realizar as tarefas

As metáforas que ajudam os usuários a aplicarem o conhecimento que eles já têm das coisas à estrutura do sistema e às tarefas.

Dependendo da informação que se queira passar ao usuário, a forma mais adequada pode ser a gráfica – com melhor capacidade indéxica ou icônica – ou escrita – sempre mais simbólica. Pode-se exemplificar pensando nas representações mais adequadas para os conceitos “acreditar” e “novo pára-lamas para automóveis”. Segundo a teoria do código dual, embora se possam criar imagens mentais tanto para conceitos visuais quanto para conceitos verbais, as imagens mentais relativas a cada modalidade pertencem a códigos diferentes. Enquanto o código para imagens de conceitos verbais é digital – discriminativo e simbólico, o código para imagens visuais é analógico, em cada caso facilitando ou dificultando determinadas operações mentais (Paivio apud Sternberg, 2000, p 156). Por serem analógicos os registros mentais de imagens visuais dificultam a apreciação de detalhes. É difícil alguém contar quantas colunas há suportando o frontão do Partenon, na acrópole de Atenas, mentalizando sua imagem a partir da memória, num exemplo clássico usado pelos psicólogos cognitivos. Assim como declarações verbais podem evocar imagens mentais, também imagens reais podem evocar rico conteúdo verbal.

Mapas cognitivos

Boa parte da ação das pessoas sobre o mundo se dá a partir da avaliação visual do problema e posterior processamento através de um modelo de representação

imaginal do mesmo. Porém, nem sempre as pessoas têm acesso simultâneo à totalidade do problema, sendo necessária a criação de um mapa cognitivo que represente internamente o mundo físico, através do qual o indivíduo possa raciocinar e agir sobre o meio. Ao lidar com mapas cognitivos as pessoas trabalham com três tipos de conhecimento (Sternberg, 2000, p 173; Chen, 2001):

Conhecimento por pontos de referência – informações sobre localizações específicas na forma proposicional ou visual (imaginal).

Conhecimento de rota – descrição procedural ou declarativa de um caminho específico para mover-se de A a B.

Conhecimento por levantamento – consiste na representação imaginal ou proposicional das distâncias entre pontos de referência.

Embora o conceito de mapa cognitivo se aplique diretamente a questões espaciais do espaço físico, ele é válido também para a navegação em outros tipos de espaço, como os espaços semânticos (Cribbin e Chen, 2002), sendo portanto fundamental para a operação de interfaces que exigem navegação.

Mapeamento

O mapeamento é uma outra estratégia dos indivíduos para lidarem com o meio. A idéia de mapeamento consiste em criar uma relação entre duas coisas ou dois sistemas de coisas, por exemplo, os elementos de uma interface e o resultado que as ações sobre eles produzem no mundo. O projeto de uma interface deve procurar tirar proveito de mapeamentos naturais – estereótipos – que serão mais facilmente estabelecidos pelo usuário aliviando a solicitação da memória de trabalho (Norman, 1988, p 23). A abordagem por mapeamento é cognitivamente mais simples do que aquela por modelo conceitual ou mapa cognitivo. No mapeamento há uma ligação direta entre objeto e sua função que facilita o uso da memória externa, ao contrário do uso de modelo conceitual, onde o modelo deve ser resolvido sempre que o usuário deseja saber qual o efeito da ação sobre certo elemento de um sistema - ou interface. As interfaces de produtos baseados em tecnologia eletrônica digital podem ser predominantemente organizadas para operação baseada em mapeamento – um elemento para cada função, ou em modelo –

neste caso o usuário deve usar poucos elementos de interface para navegar pelo espaço de funções do sistema, estando sujeitas às vantagens e desvantagens de cada caso. Obter um desempenho otimizado do usuário / operador pelo equilíbrio entre o número de elementos de uma interface e a quantidade de níveis de navegação exigida em relação ao número de funções disponíveis, é um dos objetivos deste trabalho.

A tendência sintática

Enquanto para os lingüistas a gramática tende a ser a norma geradora do código utilizado em uma linguagem, para a psicologia cognitiva importa mais o uso da gramática como ferramenta descritiva da estrutura e das funções e inter-relações dos blocos de informação em uma linguagem. A sintaxe, em particular, descreve como os elementos de informação podem ser combinados em seqüência de forma a gerarem textos com significados (Sternberg, 2000, p 268). O papel da sintaxe é complementar ao desempenhado pela semântica em permitir a veiculação e extração de significado de um texto. A sintaxe ao limitar o número de combinações possíveis entre os elementos de informação, diminui a ambiguidade do texto facilitando sua interpretação. As palavras “o”, “operador”, “girou”, “o” e “knob”, podem gerar dezenas de combinações aleatórias, mas, devido às limitações impostas pela sintaxe, umas poucas são sintaticamente perfeitas e ainda menor número delas é possível quando se considera a semântica. Aceita-se “o operador girou o knob” ou “girou o knob o operador” mas não “o knob girou o operador”, muito menos “o o girou operador knob”. Sintaxes mais ou menos desenvolvidas podem ser notadas em outras atividades humanas que não o uso da linguagem natural – figura 2.28. Dirigir um automóvel implica na observação de uma sintaxe para o uso de seus controles; freios, embreagem, alavanca de câmbio e demais comandos, não podem ser usados em seqüências aleatórias, o mesmo acontece na interação com as interfaces de outros equipamentos. A mente humana demonstra uma espécie de apego à sintaxe, desde o início da aquisição da linguagem as crianças, enquanto ainda tropeçam nas questões semânticas trocando palavras ou inventando-as, já lidam adequadamente com a sintaxe, reconhecendo as diferentes classes de palavras e as usando adequadamente. Um sistema controlado por uma sintaxe bem estruturada deve diminuir a incidência de erros de operação uma vez que as pessoas são sempre

mais propensas a equívocos semânticos do que sintáticos (ibid, p 269). Frequentemente as pessoas cometem deslizos como dizerem “coloquei o forno no bolo”, mas dificilmente alguém diz “bolei o colocó no forno”, trocando palavras de diferentes categorias sintáticas.

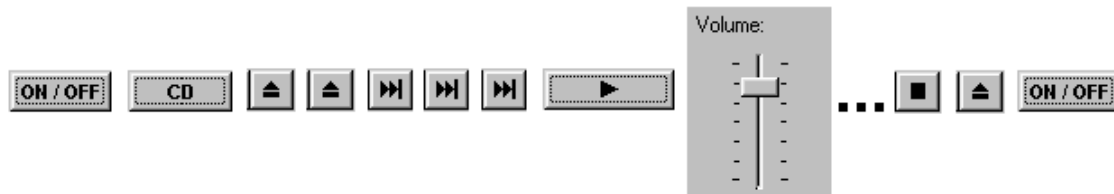


Figura 2.28: A seqüência de controles corresponde às operações para a audição da terceira faixa de um CD. Pode-se perceber que a seqüência obedece a uma sintaxe, pois não pode ser aleatória e os controles pertencem a diferentes categorias sintáticas, alguns sugerem substantivos, outros sugerem verbos.

2.3.3 Modelos da Memória

O psicólogo cognitivo Donald Norman considera que, ao agir sobre o meio, o indivíduo recorre a duas formas básicas de armazenamento, a memória interna e a memória externa. A memória interna é constituída por todo o conteúdo armazenado pela mente e acessível à evocação quando necessário; a memória externa consiste nas evidências disponíveis no próprio meio (Norman, 1988, p 54). Estas duas formas são complementares e a restrição ao uso de uma delas aumenta a demanda pela outra. Se alguém frequenta um restaurante onde está indicado nas portas dos toaletes, “HOMENS” e “MULHERES”, essa pessoa não precisará se preocupar em memorizar qual das portas conduz ao toailete mais adequado ao seu gênero; por outro lado, como não é recomendável que se anote a senha da conta bancária em lugar algum, resta ao indivíduo recorrer à memória interna sempre que quiser autenticar uma operação eletrônica.

2.3.3.1 Tarefas da memória

Evocação e reconhecimento

O acesso a conteúdos da memória interna tem diferentes graus de eficiência dependendo da tarefa. Numa tarefa de evocação o indivíduo deve recuperar itens da memória, como quando se solicita a alguém que diga o nome de um dos presidentes da época da ditadura, ou que recite os nomes de todos os estados brasileiros. Já, na tarefa de reconhecimento, o indivíduo confrontado com as informações deve reconhecer quais delas já faziam parte do seu conhecimento. Nos exemplos anteriores, a pessoa a quem fosse apresentado um nome deveria dizer se este corresponde ou não a um dos ex-presidentes, ou dada uma lista de nomes de lugares dizer quais deles são nomes de estados brasileiros. Sendo dirigida por uma memória externa, a tarefa de reconhecimento é mais fácil do que a de evocação. Num experimento conduzido por Standing et al (ibid, p 206), pessoas foram capazes de reconhecer cerca de 2000 figuras, enquanto é difícil que alguém evoque livremente tamanha quantidade de itens. Testes de múltipla escolha bem como interfaces organizadas por mapeamento – um elemento para cada função – requerem tarefas de reconhecimento, enquanto que testes discursivos e interfaces de produtos eletrônicos por navegação sem display requerem tarefas de evocação.

Recuperação implícita e explícita

A maior parte das evocações de conhecimento declarativo são explícitas, ou seja o indivíduo tem consciência do acesso que faz àquele conteúdo, enquanto que ao tratar com conhecimento procedural as tarefas de memória são, em geral, implícitas. Procedimentos ainda não treinados podem ser guiados por memória explícita passando com o tempo a serem executados por memória implícita, quando podem ser automatizados. A memória implícita demonstra ser de menor precisão, ignorando detalhes de itens que não colaborem na sua identificação, o que leva a facilidade de confusão envolvendo itens semelhantes. Norman relata um experimento onde as pessoas eram solicitadas a identificarem qual, dentre uma série de desenhos, correspondia mais fielmente à moeda de um centavo de Dólar, no qual o desempenho dos testados foi

bastante ruim, demonstrando que as pessoas só armazenam na forma de memória implícita o essencial para discriminar os objetos (Norman, 1988, p 57).

Os testes de Miller e Sperling

Um dos modelos funcionalistas mais aceitos para a memória é aquele que considera a existência de três funções de memória, memória sensorial, memória de curto prazo - ou curto termo e memória de longo prazo – ou longo termo (Norman, 1988, pp 66-7; Sternberg, 2000, p 209). A memória sensorial é o primeiro repositório das informações que ingressam através dos sentidos onde permanecem por período muito curto, que as experiências apontam não ser maior do que frações de segundo. Alguns autores já aceitam a existência de um segundo repositório denominado armazenamento icônico operando como um registro visual separado onde seriam armazenados, por curtos períodos, cerca de 1 segundo, elementos visuais que representam algo (ibid, p 211). A memória de curto prazo tem a função de armazenar por períodos que não superam algumas horas, informações que só são relevantes para o evento corrente, podendo ser em seguida descartadas sem prejuízo da capacidade de sobrevivência futura. A memória de longo prazo é o repositório onde fica armazenado todo o conhecimento acumulado pelo indivíduo ao longo da vida, seja ele declarativo ou procedural. Ao executar uma tarefa, o indivíduo recorre a um conjunto de recursos de memória denominado memória de trabalho que é constituído pela memória de curto termo e pela porção da memória de longo prazo ativada pelo contexto e tornada acessível (Sternberg, 2000, pg 239). O teste de Sperling demonstrou que a memória icônica tem capacidade para nove a doze elementos desde que imediatamente transferidos para a memória de curto prazo, caso contrário, o numero de elementos memorizados cai para apenas cinco em apenas 1 segundo. A descoberta de Sperling é importante quando se tem de lidar com estímulos-sinais de duração muito curta e que demandem posterior processamento e ação (ibid, p 211). O experimento de George Miller realizado em 1956 descobriu que a capacidade da memória imediata, ou de curto prazo, é de sete itens mais ou menos dois. Desta citação descontextualizada surge a dúvida se pela descoberta de Miller as pessoas seriam incapazes de memorizar os dez algarismos de seu CPF ou se seriam, isto sim, incapazes de memorizar sete CPFs simultaneamente (Miller, 1956; 1987). Na verdade os itens de Miller correspondem a

conjuntos que possam ser referidos como uma unidade. Intuitivamente as pessoas recorrem a este princípio ao recitarem números de telefone e de documentos agrupando-os em conjuntos de dois ou três algarismos que possam ser pensados como dezenas ou centenas. Pode-se questionar se o número de Miller deve ser respeitado se se quiser que o usuário tenha disponíveis na memória de trabalho os diversos níveis de uma interface por navegação. Em 1972 Tulvin propôs um modelo da memória que ao invés de estabelecer relação com o tempo de armazenamento, o faz com o objeto memorizado, considerando a existência de três tipos de memória, a memória semântica, a memória episódica e a memória procedural (Sternberg, 2000, p 219). A memória semântica guarda conceitos genéricos sem relação a um dado contexto ou momento. Ao se pensar em automóvel, por exemplo, vem à mente o meio de transporte pessoal, movido usualmente por motor à gasolina, existente em vários modelos, e muitas outras características ligadas ao conceito “automóvel”. Alguns psicólogos cognitivos dão a algo bastante semelhante o nome de memória enciclopédica. A memória episódica guarda fatos contextualizados evocados sempre em relação a um determinado tempo, como a primeira vez que alguém dirigiu um automóvel. A memória procedural, por sua vez, é responsável por armazenar as habilidades e os procedimentos.

2.3.3.2 Codificação

Dois dos processos envolvidos no uso da memória já foram mencionados, o armazenamento e a recuperação. Um terceiro processo é necessário para permitir que estímulos de diferentes modalidades possam ser armazenados, trata-se da codificação. Ela permite que qualquer experiência seja transformada para uma espécie de representação que é compatível com a estrutura da memória. A codificação não é um processo transparente de simples transformação de informações porque, ao usar diferentes códigos, a codificação influi na forma como as informações são armazenadas e recuperadas, por exemplo, agindo sobre os mecanismos mnemônicos e de evocação. Em 1966 Baddley demonstrou que a memória de curto prazo usa predominantemente um código acústico; já Frost (1972) demonstrou que a memória de longo prazo utiliza-se simultaneamente de um código semântico e um código visual, através de um experimento no qual as pessoas testadas tanto recuperavam itens memorizados por

associação das suas posições – código visual, mapeamento – quanto pelo que era representados nas figuras mostradas anteriormente – código semântico, rotulagem. Conrad (1964) conduziu experimento mostrando que pode haver interferência de códigos na evocação da memória de curto prazo. Sob pressão do tempo as pessoas testadas confundiam as letras que lhes eram mostradas – código visual e semântico – quando elas designavam sons parecidos – código sonoro, o que deve ser motivo de atenção na rotulagem das interfaces (Sternberg, 2000, pp 228-9).

Primazia e recência

Embora os processos da memória sejam, normalmente, pensados na ordem codificação, armazenamento e recuperação, na verdade a relação entre estes processos não é linear. Os mecanismos de codificação e armazenamento são importantes para a efetividade da recuperação, da mesma forma, a recuperação reforça o armazenamento. Uma das relações envolvendo forma de armazenamento e capacidade de recuperação é aquela que envolve os conceitos de primazia e recência. Quando uma série de itens deve ser armazenada e posteriormente recuperada, há mais sucesso na recuperação dos primeiros itens apresentados – primazia -, bem como, e principalmente, dos últimos itens, como visto na figura 2.29.

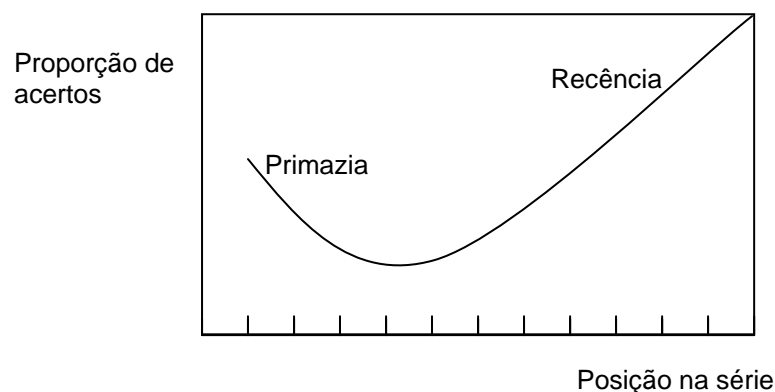


Figura 2.29 Curva aproximada mostrando os efeitos da primazia e da recência na recuperação de itens seriados. Adaptado de Sternberg, 2000, p 232.

Mnemônicas

O estudo dos processos de memória com vistas à aplicação em comunicação via interfaces de usuário deve ainda considerar as estratégias mnemônicas que podem ser adotadas para facilitar a lembrança de funções de elementos da interface, ou de seqüências de ações necessárias à execução de determinada tarefa. São exemplos de mnemônicas:

Agrupamentos categóricos: Consiste em organizar uma lista de itens agrupando-os por categorias. Aplicada à concepção de interfaces esta mnemônica corresponde ao critério da funcionalidade que prescreve que os elementos de uma interface sejam agrupados por afinidade de função.

Associação de palavras: Pode ser utilizada para lembrar a função de elementos de interfaces através da semelhança de sonoridade entre o nome do elemento e alguma palavra ligada à função.

Método dos lugares: Associar os itens de uma série a um percurso, imaginado ou análogo a um existente. No projeto de interfaces de usuário corresponde ao critério da seqüência de uso, segundo o qual, os elementos da interface devem ser alocados espacialmente de forma a facilitar a memorização das tarefas ao mesmo tempo que a rotina das tarefas ajuda a lembrar as funções dos elementos da interface.

Acrônimo e acróstico: Usar as letras iniciais dos nomes dos itens – elementos da interface, para formar palavras – acrônimo – ou frases – acróstico – que facilitem a lembrança dos itens de uma série ou os elementos de interface envolvidos em dada tarefa.

2.3.4 Aspectos Psicológicos da Ação.

Ao se tratar o conceito de ação deve-se inicialmente estabelecer em termos precisos o que a faz diferir de acontecimento. Embora ambos os conceitos refiram-se a relações de causa – efeito, no acontecimento ou é impossível identificar um agente causador inicialmente independente do efeito, ou a identidade do agente é irrelevante, enquanto que na ação, pressupõe um agente que agirá levado por um motivo (razão para

agir), e tendo em vista um propósito (que implica na existência de um plano). Logo, a análise de uma ação não pode limitar ao âmbito causal, mas deve preocupar-se com as relações entre as características causais e as ferramentas de que o agente dispõe para agir (Bronckart, 1998, p 74). Para Ricoeur o significado de uma ação deve ser encarado a partir de três pontos de vista:

Um sistema direcionado de comportamentos visando produzir efeitos sobre o mundo.

O papel das convenções e regras sociais que atuam sobre o agente.

As características individuais com as quais o agente tempera suas ações, tornando-as pistas que ele oferece de si mesmo aos outros.

Habermas faz classificação semelhante denominando as ações segundo a característica dominante das mesmas, em ação teleológica, ação regrada por normas e ação dramaturgica (Bronckart, 1998). As ações dos tipos dramaturgica e regrada por normas também são do interesse da ergonomia cognitiva, no entanto, no âmbito deste trabalho o foco faz-se sobre as ações teleológicas que são aquelas que operam sobre o mundo físico. Neste tipo de ação o agente guia-se por pensamentos quase-lógicos, ou seja, escolhe a forma de agir, baseado em pressuposições da verdade e avalia os resultados obtidos, a partir de pressuposições de eficácia. Schank (1972 apud Bronckart, 1998, p 76) oferece um outro modelo (que ele chamou de dependência conceitual) tratando as ações a partir do ponto de vista do conhecimento procedural. Este modelo propõe que as ações seriam formadas por elementos básicos muito simples denominados atos, divididos em diversas classes. Assim, qualquer verbo correspondente a um comportamento humano deveria ser enquadrado em uma das categorias de atos. Sternberg (2000, p 189) descreve três destas categorias de atos, listadas a seguir com adaptações:

Atos E atos emocionais, como gostar ou reprovar, que podem não ser observáveis imediatamente.

Atos C atos de comunicação, como falar ou ler

Atos P atos físicos observáveis sobre o mundo, como apertar, empurrar, deslocar.

A ação de mover um botão deslizante, por exemplo, poderia ser descrita como a coordenação de um ato C “MOVE” e um ato P “TRANS”. O primeiro é responsável pelo movimento de corpo, o segundo pelo transporte do botão.

2.3.4.1 Os estágios da ação

Norman (1988, p 45) propõe um ciclo para a ação composto de duas fases: na primeira, que corresponde à avaliação, o estado atual do mundo é comparado com o estado desejado de forma a estabelecer o propósito da ação, na segunda fase, que corresponde à execução, é estabelecido o plano do que fazer no mundo. A fase de avaliação é dividida em três estágios, perceber o estado do mundo, interpretar levando em conta as expectativas, e avaliar as interpretações em relação ao que se espera que aconteça. A fase de execução é dividida em outros três estágios, a intenção de agir, planejamento de uma seqüência de atos reais e, a execução da seqüência de atos. A seqüência completa dos estágios da ação, que pode ser vista na figura 2.30, na verdade pode ser repetida em ciclo até que o estado do mundo coincida suficientemente com o estado desejado. A seqüência real de atos necessária à execução é, ou deveria ser em uma interface amigável, a ligação otimizada entre o desejo do usuário e as características do mundo real. Por exemplo, o desejo de um usuário de um aparelho gravador de vídeo pode ser o de “dizer-lhe” em linguagem natural qual programa ele deveria gravar.

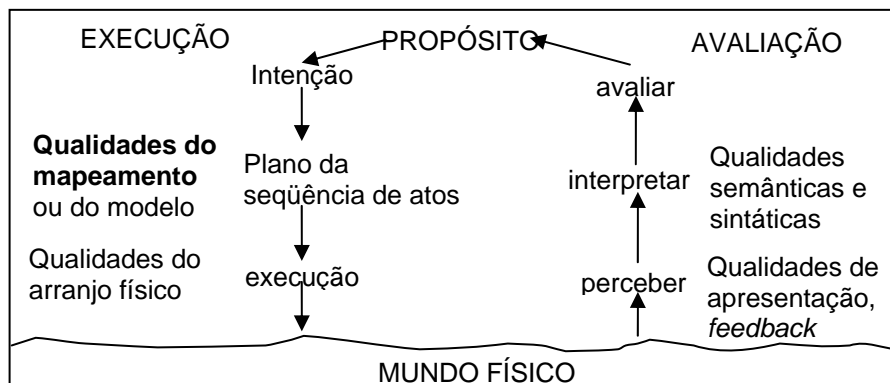


Figura 2.30 Modelo psicológico simplificado da ação, adaptado de Norman (1988, p45), ao qual se agregaram, a cada estágio, as respectivas qualidades da interface, em negrito.

Porém, devido a limitações impostas pelo mundo real, físico ou não, o máximo que pode ser oferecido ao usuário é uma interface que lhe permita, da forma mais amigável possível, programar canal, dia e hora da gravação, além do tempo de duração. Diagramas como aquele da figura 4.11 têm sido chamados de diagramas ômega. Rasmussen (1983) sugere um diagrama ômega para a ação no qual considera a relação entre o tipo de estímulo, ou de representação do mundo, e processamento cognitivo dos mesmos, que se dará em três diferentes níveis, ação baseada em habilidades, ação baseada em regras e ação baseada no conhecimento – figura 2.31.

2.3.4.2 Processos controlados e automáticos

As ações podem ser guiadas por processos cognitivos controlados ou automáticos. Os processos automáticos não envolvem o controle consciente, por isto exigem pouco ou nenhum esforço ou até mesmo intenção, podendo ser realizados em paralelo (simultaneamente) e são relativamente mais rápidos do que os processos controlados. Os processos controlados, por sua vez, exigem o controle consciente, são realizados em série e consomem maiores tempo e esforço para sua execução.

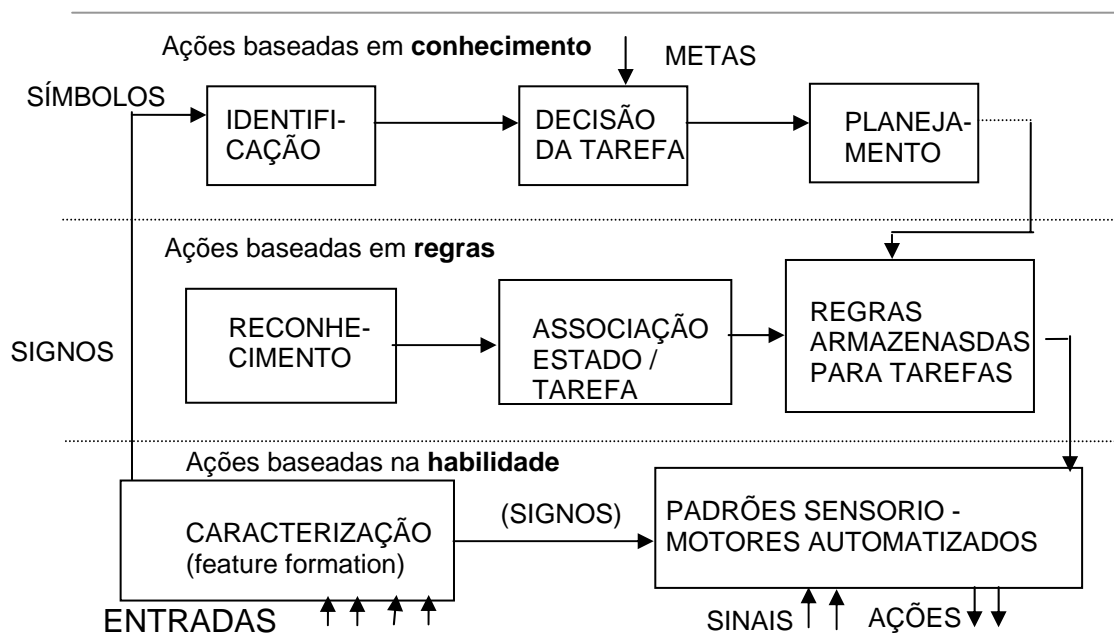


Figura 2.31 – Diagrama Ω segundo Rasmussen relacionando tipos de estímulos (níveis de raciocínio) aos comportamentos que desencadeiam (Rasmussen, 1983).

Uma das visões existentes não opõe os dois modos de processamento, defendendo que estes variam em um continuum que vai dos processos que ocorrem fora do alcance da consciência – mesmo que se procure trazê-lo, como o priming – até aqueles que dependem de um acompanhamento contínuo da atenção. Assim se explicaria porque alguns processos automáticos são facilmente trazidos para o domínio consciente, como caminhar em linha reta em um local aberto, que pode ser controlado assim que aparece um obstáculo a ser ultrapassado. Norman (1988, p 45) utiliza os termos processos conscientes e processos subconscientes assim definidos:

O pensamento subconsciente compara padrões. Ele opera, eu acredito, procurando o melhor casamento possível entre as experiências passada e presente de alguém. Ele faz isto rápida e eficientemente sem esforço. O processamento subconsciente é um dos nossos fortes. É bom para detectar tendências dominantes, pelo reconhecimento da relação entre o que experimentamos agora e o que aconteceu no passado. É bom de generalização, fazendo previsões sobre tendências baseado em poucos exemplos. Mas o pensamento subconsciente pode encontrar relações que sejam inapropriadas, ou erradas, e pode não distinguir o comum do raro. O pensamento subconsciente tem tendência à regularidade e à estrutura, sendo limitado na capacidade formal. Ele pode não ser capaz de realizar manipulações simbólicas, ou raciocinar cuidadosamente ao longo de uma seqüência de passos.

O pensamento consciente é bastante diferente. É lento e trabalhoso. Aqui é onde nós vagarosamente ponderamos decisões, pensamos sobre alternativas, comparamos diferentes escolhas. O pensamento consciente primeiro pondera sua abordagem, então compara e raciocina achando explicações. ... o pensamento consciente tende a ser lento e serial. O processamento consciente parece envolver a memória de curto termo e é por isto limitado no quanto pode estar disponível prontamente. Norman advoga que a limitação do processamento consciente só pode ser contornada através de uma estrutura através da qual os recursos possam ser alocados adequadamente ao longo do desenrolar de uma tarefa (Norman, 1988, p 126).

Muitas tarefas típicas são compostas de seqüências, as vezes cíclicas, de processos automáticos e controlados. As mudanças de processos de controlado para automático e, principalmente, de automático para controlado, são pontos das tarefas que parecem propensas a erros.

2.3.5 Enganos e Lapsos

Enganos e lapsos são processos que fazem o resultado de uma ação sobre o mundo não ser compatível com o seu propósito, e são genericamente tratados como erros. Diz-se que uma ação degenerou em um engano quando uma intenção foi convertida em uma seqüência de atos inadequada, logo pode-se dizer que os enganos têm uma componente consciente. Os lapsos ocorrem quando, inconscientemente, uma seqüência de atos adequadamente escolhida é executada de forma inapropriada. Um engano de grafia ocorre quando alguém digita conscientemente “JIRAFÁ”; um lapso de digitação ocorre quando alguém digita “GIRAFS”. Norman (ibid, pp 109-11) classifica os vários tipos de lapsos que Sternberg (2000, p 85) sumariza em forma de tabela:

Erros de apreensão Ocorre quando o indivíduo é apreendido por uma rotina automática da qual deveria sair, retomando o controle consciente da tarefa. Exemplos, não deixar o percurso habitual do retorno para casa, para devolver a fita na locadora, ou se duas tarefas têm etapas comuns no início, tende-se a continuar fazendo mais corriqueira no ponto em que elas se tornam diferentes.

Erros por omissão - Acontecem quando alguém é interrompido em uma tarefa e, ao retoma-la, salta uma das etapas ou não consegue lembra-se de qual ela deveria ser.

Erros por perseveração - São aqueles nos quais após repetido algumas vezes um ciclo automático, se continua a executar um novo ciclo ou parte dele, quando a tarefa deveria prosseguir com outras ações. Exemplo se alguém usa a tecla de backspace repetidamente para apagar a parte errada de um texto, tem a tendência de continuar apagando a parte correta.

Erro de direção de dados - São devidos à invasão de uma seqüência de atos automáticos por uma informação não relacionada presente no ambiente. Por exemplo, digitar no meio de um texto uma frase dita por alguém na mesma sala.

Erro de descrição - Acontece quando a ação correta é aplicada a um objeto errado. Por exemplo, ao tentar ligar o limpador de pára-brisas, ligar a seta de direção, ou ao querer mover o cursor na tela, movimentar a base da luminária de mesa.

Erro de modo - Pode-se considerá-lo como um sub-tipo dos erros de descrição. São erros provocados, em parte, por interfaces operadas por navegação nas quais, ao querer acessar uma certa função, o usuário atua sobre o elemento certo, porém, no modo de operação errado. Exemplo: alguém tentando aumentar o volume da TV atua sobre o botão “Δ”, porém, a interface estava no modo “BRILHO”, logo, ao invés de aumentar o volume do som, o aparelho deixa a tela mais iluminada.

Erro de ativação associada - Decorre de fortes associações entre estímulos do meio e determinadas ações. Por exemplo, a forte expectativa da chegada de alguém pode fazer uma pessoa atender o telefone dizendo “entre”.

Erro de perda de ativação - Ocorre quando a iniciativa não gera motivação suficiente para que a tarefa seja cumprida até o fim. É o que se passa quando alguém se vê no supermercado perguntando-se “mas o que mesmo era para comprar?”

Smith (2002) adapta a classificação dos erros de operação aos níveis SRK de Rasmussen:

Erros baseados na habilidade (skill): Ocorrem quando um planejamento correto é mal executado. Podem ser:

Deslizes: erro causado por uma atividade perceptual executada pobremente. Tem duas causas: a) distração; b) ilusão perceptiva ou falha de leitura.

Lapsos: Usualmente é uma falha de memória que ocorre quando, durante a execução de um plano, por alguma razão, um plano diferente é acionado, levando ao esquecimento do plano original.

Guinada (trip): É uma interrupção abrupta durante a execução de uma ação motora, como aquelas que são dadas, involuntariamente, enquanto se caminha.

Trapalhada (fumble): Ação motora incipiente, mal executada, como acontece algumas vezes quando gestos típicos de um esporte são executados sob forte pressão emocional.

Erros baseados em regras: Também conhecidos como enganos. Acontecem quando as coisas acontecem como planejado, mas os planos estavam errados devido à aplicação de regras inadequadas à situação.

Rigidez: Relutância em admitir regras alternativas quando a primeira está falhando. Também chamada de conservadorismo cognitivo. Frequentemente é causa de derrotas militares.

Superconfiança: Erros causados por omissão deliberada na aplicação das regras adequadas, como no caso Titanic.

Erro de modo: São falhas causadas pela não identificação da heurística mais adequada ao contexto (modo), devido à complexidade do meio ou a sua dinâmica, como acontece na operação das interfaces cujos menus possuem muitos modos.

Erros baseados no conhecimento: Acontecem quando o repertório de soluções preconcebidas (heurísticas) se esgota e o problema deve ser resolvido durante a execução da tarefa – em tempo real.

As interfaces de usuário podem lidar com os erros de operação em várias abordagens, desde aquelas que procuram impedir, ou ao menos reduzir, a incidência de erros, àquelas que se preocupam em prover ao operador ações corretivas facilitadas, passando pela implementação de formas de realimentação que permitam ao usuário a todo tempo situar-se e comparar intenções e resultados, ou funções forçantes que obriguem o usuário a sair de possíveis ciclos automáticos de execução.

Esta seção tratou de alguns aspectos teóricos da psicologia cognitiva relevantes para o estudo das interfaces homem – sistema tecnológico, como percepção, memória e ação. Foram introduzidos conceitos como os de mapeamento, mapa cognitivo, modelo conceitual e modelo mental. Os erros de operação foram classificados segundo suas causas e segundo os níveis cognitivos em que se originam. Neste trabalho propõe-se que estes níveis se façam corresponder aos níveis físico (arranjo), semântico e de modelo mental das interfaces em sua análise e projeto.

2.4 REVISÃO DA LITERATURA RECENTE

Para esta revisão foram considerados, além de artigos clássicos da área, trabalhos envolvendo algum dos aspectos contemplados neste trabalho - como a questão tamanho versus profundidade dos menus das interfaces, trabalhos tratando do tema lógica e interface, e trabalhos enfocando a psicologia cognitiva no que toca ao estudo dos erros.

A quase totalidade das pesquisas realizadas sobre a performance obtida ao se usar diferentes configurações de interfaces de acesso ao mundo digital se referem a interfaces de acesso a redes ou a conteúdos de bancos de dados. As principais questões levantadas dizem respeito às metáforas espaciais usadas para representar o espaço semântico, em especial aquela relativa à dicotomia extensão versus profundidade de menu. A extensão de uma interface é um parâmetro que procura descrever quanta informação é disponibilizada ao operador em uma única tela, ou seja, de qual proporção do mundo digital em questão o operador tem acesso a um só tempo. A profundidade está ligada ao número de camadas hierárquicas de informação com que uma interface foi organizada. Ela dá uma idéia de quanto o usuário terá de navegar através de diferentes telas até ter disponível o item pretendido. Extensão e profundidade relacionam-se respectivamente com os conceitos operacionais de simultaneidade e seqüencialidade (ou serialidade). Enquanto as interfaces de redes e bancos de dados dão acesso a informações, as interfaces de equipamentos digitais autônomos dão acesso às suas funções. No entanto, muitos aspectos similares podem ser explorados se, ao invés

de informação e função, as coisas forem colocadas em termos de itens, sejam eles de que natureza forem.

Roth et all (2001) apresenta a tríade de elementos interconectados que determinam a qualidade da performance na execução de uma tarefa:

1 metas a serem cumpridas no mundo externo ou domínio de interesse.

2 potencialidades e fontes de erros dos agentes humanos ou da máquina os quais agem sobre o mundo.

3. os artefatos ou representações externas através das quais os agentes sentem e aprendem sobre o mundo.

Rasmussen (1983) afirma que o fato do sistema sensorial ser muito lento faz com que qualquer aumento de desempenho seja baseado no uso de modelos do mundo. Disto decorre a necessidade da estabilidade das características de interesse e de um decorrente modelo pré-processado usado como controle feedforward (por antecipação). Ainda segundo (Rasmussen, 1983), a interação com o mundo necessita dos modelos pré-processados porque a mente humana opera “mais olhando do que vendo”, necessitando a cada instante saber quais informações buscar. Para Chaib-Draa e Levesque (2000) os modelos conceituais que descrevem as relações do agente com o mundo tem uma hierarquia triádica baseada nos níveis S-R-K (skill, rule, knowledge) de Rasmussen :

S - reações (automatizadas) baseadas em habilidades; mapeiam estímulos em ações.

R - reações baseadas em heurísticas; usa conjunto de regras pré-processadas.

K - reações baseadas em conhecimento; atitudes controladas por metas.

Ainda segundo Chaib-Draa e Levesque (2000), tais reações seriam utilizadas, respectivamente, nas reações automatizadas aos estímulos físicos do meio; na solução de situações corriqueiras; para enfrentar situações não familiares onde conhecimento deve ser gerado ou adaptado.

Chen et all (2002) classifica a navegação em interfaces em três categorias, espacial, semântica e social. Enquanto as navegações espacial e semântica se dão,

respectivamente, pelas relações espaço-temporais e de significação, a navegação social refere-se à noção de navegação guiada pelas decisões de pessoas que tenham o mesmo objetivo. Dessa forma uma interface para navegação social deve permitir que os usuários aprendam uns com os outros. O mesmo artigo também apresenta a adaptação da teoria bio-antropológica da pastagem – ato de pastar – para explicar como as pessoas podem usar as interfaces baseando-se na noção inconsciente de custo / benefício para tomar decisões relativas à busca de informação.

(Furnas, 1997 apud Chen et all, 2002) trata das implicações da navegação visual quando indivíduos buscam coisas através de estruturas de diversos tipos, como redes, árvores hierárquicas ou listas.

(Marshall e Shipman apud Chen et all, 2002) chegaram à conclusão de que a habilidade de perceber estruturas implícitas é importante para a navegação em ambientes hipertextuais. Sugere que as interfaces devem ser arranjadas segundo metáforas que facilitem a percepção destas estruturas pelo usuário.

Lin e Levin (1990) apresenta 3 experimentos que testam os efeitos da consistência e da multiplicidade de metáforas em uma mesma interface. Foram testadas metáforas com diferentes níveis de serialização: livro, cartões e mapa. Os resultados demonstraram que os menores níveis de erros e tempos de resposta ocorrem na interface com metáfora baseada no mapa. Também ficou demonstrado que tanto o tempo de resposta quanto a incidência de erros dependem do tipo de tarefa executada, resultado também encontrado por Zaphiris et all (2000).

Chen e Czerwinsky (2000) baseiam a navegação por interfaces no uso de mapas cognitivos que os autores definem como “ analogias da disposição física do meio internalizada na mente humana”. Segundo eles, os mapas cognitivos são construídos pelo acúmulo de conhecimentos de três tipos que, em ordem de complexidade e versatilidade de navegação que permitem, são: conhecimento de marcos, conhecimento de rotas e conhecimento de inspeção. No conhecimento de marcos, o operador necessita identificar itens que funcionem como marcos a partir dos quais pode se orientar e tomar decisões de navegação; no conhecimento de rotas o operador conhece rotas de navegação independentes do avistamento de marcos, mas pode perder-se se se afastar das rotas conhecidas; no conhecimento por inspeção, o operador tem internalizado o

espaço da interface podendo tomar decisões de navegação onde quer que se encontre. Estes autores levantam o fato de que muitos pesquisadores consideram a proporção entre extensão e profundidade o aspecto mais importante a ser considerado no projeto de interfaces com menus hierárquicos. Eles testaram interfaces construídas segundo diversas metáforas e também o desempenho dos sujeitos sob condições de estresse e chegou a resultados significativos quanto à diferença entre a condição normal e condição com estresse. A condição estressante consistia na recomendação “É imperativo que vocês concluam as tarefas tão rápido quanto possível”.

(Miller, 1981 apud Chen e Czerwinsky, 2000) determinou que a memória de curto termo é a limitação ao aumento da profundidade dos menus. Em seu experimento examinou 4 estruturas (64 , 2^6 , 4^3 , e 8^2) e concluiu que o tempo de resposta aumenta com a profundidade do menu.

(Snowberry et all, 1983 apud Chen e Czerwinsky, 2000) replicaram o teste de Miller mas aplicaram testes de memória e busca visual aos sujeitos da pesquisa. Eles concluíram que é a capacidade visual e não a memória quem determina o desempenho do operador em hierarquias profundas de menu. (Kiger, 1984 apud Chen e Czerwinsky 2000) expandiu o experimento de Miller agregando as estruturas 16×4 e 4×16 . A estrutura 4×16 mostrou-se a de melhor desempenho tanto na incidência de erros quanto no tempo de resposta, embora os sujeitos tenham declarado preferir a estrutura 8^2 .

(Larsen E Czerwinsk, 1998 apud Chen e Czerwinsky 2000) levaram a cabo experimento com 512 itens no nível inferior do menu usando estruturas 8^3 , 32×16 e 16×32 . O melhor desempenho em tempo de resposta foi da estrutura 16×32 seguida da estrutura 32×16 . A hierarquia 16×32 também teve menos casos de operadores perdidos no espaço da interface. (Hochheiser e Shneiderman, 2000) compara menus do tipo simultâneo (as várias escolhas para chegar ao item escolhido são feitas numa mesma tela) com menus seqüenciais (uma tela a cada escolha). Segundo o artigo, menus simultâneos permitem que o operador faça suas escolhas em qualquer ordem, mas têm o uso limitado pelo espaço real disponível na interface.

Se as pesquisas citadas até aqui apontam para um desempenho superior das interfaces baseadas em menus simultâneos, (Hochheiser e Sheiderman, 2000) afirma que a quantidade de informação disponibilizada em menus simultâneos pode levar a

uma sobrecarga cognitiva fazendo com que o tempo de seleção de um item seja maior de que num menu seqüencial. Segundo estes autores, o que aumenta o tempo de tarefa nos menus seqüenciais é o número crescente de reorientações necessárias para realizá-las, à medida que o número de itens da interface cresce. (Seppälä e Salvendy, 1985 apud Hochheiser e Sheiderman, 2000) argumenta que a possível vantagem dos menus seqüenciais advenha do fato de não requererem repetidas varreduras visuais, ele examinou o impacto de diferentes aspectos de apresentação de interfaces, tais como, espaçamento entre grupos e ordem dos itens, além do arranjo em colunas ou em linhas. O resultado apontou que espaçamento entre categorias e organização em colunas, melhoram o desempenho de forma independente e significativa. (Norman e Chin, 1988 apud Hochheiser e Sheiderman, 2000) determinaram que menus côncavos têm melhor performance. Ou seja, determinaram que, por exemplo, um menu com estrutura 8x3x3x8 tem melhor desempenho do que um outro com estrutura 3x8x8x3. (Lee e McGregor, 1985 apud Hochheiser e Sheiderman, 2000) conduziram experimentos que levaram à conclusão de que o número ótimo de alternativas por tela é menor do que 10, possivelmente entre 4 e 8.

Estudos de Cribin e Chen – (2001) demonstraram que quando os itens são colocados dentro de um contexto inteligível ocorre um aumento significativo na velocidade de operação. O estudo conclui que uma boa visualização pode auxiliar o usuário na percepção da estrutura semântica que, de outra forma, ele teria dificuldade de fazer por si mesmo. Zaphiris et all - (2002) determinou em experimento com menus seqüenciais e simultâneos (expansíveis) que a profundidade tem muito mais efeito nestes últimos. Os sujeitos consideraram os menus seqüenciais mais favoráveis nas profundidades 2 e 4 e foram indiferentes na profundidade 3.

Em um trabalho considerando equipamentos com display de pequeno formato, Buyukkokten et all - (2001) perceberam que o usuário tende a ficar desorientado ao usar pequenos displays quando o conteúdo muda bruscamente e que os usuários tendem a usar duas estratégias diferentes de navegação, uma para chegar à categoria de interesse e outra para percorrer os itens dentre os quais fará a escolha final. Determinaram também que os usuários levam em média 90 milissegundos para ler cada uma das linhas do display de um PDA.

O problema da rotulagem dos elementos de interfaces é parte do problema da representação semântica dos modelos e propriedades dos sistemas tecnológicos. Uma das abordagens deste problema é feita por (Rasmussen, 1983) no clássico artigo onde distingue os conceitos de sinais, signos e símbolos e estabelece suas relações com as formas de ação, respectivamente, baseadas em habilidades (ações automatizadas), em heurísticas e no conhecimento. Estes três conceitos estão ligados a três diferentes níveis de abstração: os sinais são evidências diretas do mundo físico; signos são objetos aos quais se atribui um significado; símbolos são construtos abstratos relacionados ao mundo real por convenção. Seguindo a abordagem de Rasmussen, Chaib-Draa e Levesque - (2000) afirmam que, ao desempenhar tarefas com base em sinais, signos ou símbolos, ocorre, nesta ordem, um aumento da capacidade de comunicação e de lidar com a complexidade, ao mesmo tempo em que diminuem a coordenação entre os agentes envolvidos na tarefa e a vantagem do uso de habilidades automatizadas.

(Davenport, 1994) e (Prem, 1995) abordam a questão da internalidade dos símbolos. Davenport classifica os símbolos como signos não naturais, como os caracteres de um texto, em oposição aos signos naturais, como a fumaça enquanto indicação de fogo. Os signos naturais têm sua interpretação dependente da habilidade de quem os observa, os signos artificiais podem ser projetados para serem indicadores tão confiáveis quanto possível. Ainda propõe uma classificação dos símbolos em externos e internos. Os símbolos internos são definidos internamente a um agente, enquanto que os símbolos externos possuem uma instância no mundo externo. Por exemplo, “GATO” pode ser uma variável interna a um agente sem relação com o conceito “gato” existente no mundo externo. Prem toma esta classificação para propor o que designa “grounded symbols”, ou seja, símbolos que possuam algum significado intrínseco. Colocado em outros termos, ele propõe que os sistemas adquiram uma semântica que não se apóie em outros símbolos, mas em sua própria experiência sensorial. A interpretação desta experiência sensorial seria feita pelo sistema através da busca de invariâncias nos símbolos encontrados nos dados de entrada. A partir desta análise o sistema poderia operar uma lógica transcendental onde os signos de Peirce – símbolos, índices e ícones – estariam relacionados, respectivamente, aos raciocínios de dedução, indução e abdução, os quais ligariam os objetos às respectivas intenções do usuário. A vantagem básica da abordagem “symbol grounding” é fazer com que os símbolos

processados pelos sistemas automatizados possam continuar tendo significado para o operador humano.

Barbosa e Sousa - (2000) trabalham numa perspectiva de agregar aos sistemas automáticos a capacidade de lidar com significados não literais de declarações do usuário, usando as estruturas da metáfora e da metonímia para adaptar e agregar funções ao sistema, de acordo com o perfil do usuário. Desde que, "metáforas e metonímias são usadas para explicar conceitos em termos de outros, ao realçar certas característica e esconder outras" (ibid), o sistema pode ser programado para, ao detectar uma declaração não literal, pelo fato desta não se enquadrar nas regras sintáticas e semânticas, disparar mecanismos de interpretação metafórica ou metonímica. As autoras citam como vantagem desta abordagem a possibilidade dos usuários experientes desenvolverem meios mais eficientes de comunicação com o sistema, enquanto os iniciantes poderiam ganhar entendimento do domínio e dos modelos nos quais o sistema se baseia.

Os experimentos do presente trabalho relativos às hipóteses h1 e h3 se enquadram na linha de pesquisa que considera os aspectos semióticos e de ancoragem das interfaces. O experimento que testa h2 é típico da linha de pesquisa *Breading x Depth*, na qual se busca determinar as relações entre o desempenho das interfaces em função da proporção entre número de funções e o número de níveis do menu.

CAPÍTULO 3 : PARTE EXPERIMENTAL

A parte experimental deste trabalho constitui-se de três testes para comprovação de cada uma das três hipóteses levantadas, respectivamente. O primeiro deles consiste em um levantamento no qual os sujeitos da pesquisa devem descrever em linguagem natural seis diferentes relações lógicas que lhes são apresentadas na forma de tabelas da verdade pictóricas como a da figura 3. Os testes das hipóteses 2 e 3 são pesquisas experimentais onde os sujeitos realizam tarefas em ambientes computacionais que emulam interfaces de equipamentos e automatizam a realização das seções de teste. Em todos os três testes os resultados foram tratados estatisticamente usando os *softwares* Excell e Statistica.

Levantamento h1

3.1.1 Desenho

O levantamento foi projetado para identificar as características do processo de interpretação que as pessoas realizam ao converter uma lógica binária formal em uma representação em linguagem natural. Foram procuradas relações entre variáveis como idade e sexo dos sujeitos e o tipo da função lógica a ser representada, com a forma de predicação (direta / inversa), a semântica usada para designar os estados das variáveis (rótulo / posição), a ocorrência do uso de tabelas, ocorrência de argumentação apelando ao mundo físico, e o acerto ou erro na representação em linguagem natural da função lógica em questão. Foram testadas as funções lógicas E, OU, OUexclusivo, Inversão, Zero e Um.

3.1.2 Amostra

O levantamento envolveu 50 sujeitos com idades entre 18 e 52 anos, média de 29 anos, sendo 21 pessoas do sexo masculino e 29 do feminino. Todos os participantes tinham nível superior completo ou eram estudantes de graduação. Excluíram-se da

amostra pessoas com formação em áreas como Computação ou Eletrônica por se entender que o conhecimento prévio de lógica Booleana introduziria um ruído na pesquisa.

3.1.3 Recursos

O levantamento foi feito usando-se material impresso contendo em cada página a tabela verdade de uma função e espaço para a descrição da lógica nela representada, pelo sujeito. As tabelas verdade⁷ foram organizadas usando-se signos pictóricos representando chaves elétricas em dois diferentes estados e lâmpadas acesas e apagadas, conforme a figura 3.1.

3.1.4 Método

O material impresso, contendo as tabelas verdade das seis funções lógicas citadas acima, foi entregue aos sujeitos, acrescido de uma página inicial com as instruções de realização do teste e a identificação da idade, sexo e área de conhecimento a que a pessoa era ligada. As instruções foram as seguintes:

1 Observando os diagramas em anexo, descreva a relação entre as situações das chaves (liga / desliga) e o estado da lâmpada (acesa / apagada).

2 Use um texto de um só período, não recorra a tabelas ou frases isoladas para cada situação das chaves.

3 Procure fazer uma descrição que não dê margem a mais de uma interpretação.

4 Use o espaço abaixo de cada diagrama para escrever.

5 Procure não se deixar influenciar por possíveis opiniões de outras pessoas.

Não foi imposto limite de tempo para a realização do teste.

⁷ Tabela que representa uma função lógica descrevendo as combinações dos estados das variáveis de entrada e respectivos estados da variável de saída.

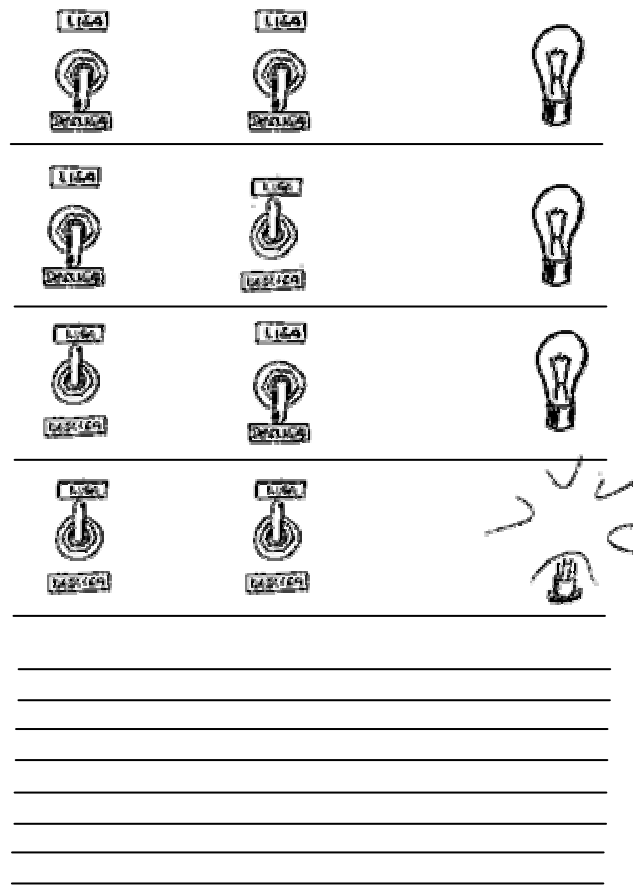


Figura 3.1 – Exemplo de instrumento usado no levantamento lógica / linguagem referente a função lógica E. Figura em escala $\frac{1}{2}$ do original.

3.1.5 Resultados

Os resultados encontrados estão sumarizados na tabela 3.1 que apresenta os níveis de probabilidade de significância para as correlações entre as variáveis independentes, idade, sexo e tipo da função lógica a ser representada, e as variáveis dependentes, tabela, física, predicado, semântica e acerto, todas variáveis binárias. A variável “tabela” representa o uso ou não, pelo sujeito, de tabela para representar a lógica que lhe foi apresentada; “física” representa o uso ou não, pelo sujeito, de argumentos do mundo físico para justificar a relação lógica entre os estados das chaves

e os estados da lâmpada; “predicado” representa o uso de formas diretas ou invertidas de predicação, conforme o sujeito iniciou a frase pela causa ou pelo efeito; “semântica” descreve se o sujeito se referiu ao estado das chaves mencionando sua posição (para cima / para baixo) ou o rótulo (liga / desliga); finalmente, a variável “acerto” indica se a descrição da lógica feita pelo sujeito está ou não correta.

Tabela 3.1- Níveis de significância p para as correlações entre as variáveis independentes idade, sexo e função lógica e as variáveis dependentes tabela, física, predicado, semântica e acerto.

Spearman Rank Order Correlations (tstassno.sta)					
MD pairwise deleted					
	Valid	Spearman			
	N	R	t(N-2)		p-level
IDADE & TAB	300	0,062698	1,084462		0,279037
IDADE & FIS	300	0,214633	3,793549		0,00018
IDADE & PRED	300	0,056102	0,970003		0,332832
IDADE & SEM	262	-0,19189	-3,1528		0,001807
IDADE & ACERTO	300	-0,01464	-0,25273		0,800652
SEXO & TAB	300	0,002691	0,046456		0,962978
SEXO & FIS	300	-0,12397	-2,15668		0,031831
SEXO & PRED	300	-0,19975	-3,51917		0,0005
SEXO & SEM	262	-0,02999	-0,48384		0,628905
SEXO & ACERTO	300	0,04216	0,728449		0,466911
FUNÇ & TAB	300	0,058901	1,018554		0,309241
FUNÇ & FIS	300	0,18781	3,300839		0,001081
FUNÇ & PRED	300	0,023633	0,408076		0,683511
FUNÇ & SEM	262	0,417693	7,412695		1,74E-12
FUNÇ & ACERTO	300	0,041449	0,716132		0,474471

A idade teve correlação significativa com $p = 0,00018$ com o apelo à física, com os sujeitos mais velhos recorrendo mais à física do que os mais novos. São consideradas cientificamente significativas relações estatísticas que tenham nível p menor ou igual a 0,05. Foram usados os testes de correlação de Spearman e regressão Probit obtendo-se valores de p coincidentes até a terceira casa decimal. Também foi encontrada correlação significativa entre a idade e a forma do sujeito se referir ao estado das chaves (variável “semântica”), sendo os mais velhos mais propensos ao uso dos rótulos das chaves (LIGA / DESLIGA). A variável “sexo” teve correlação significativa com as variáveis dependentes “física” e “predicado” com níveis p, respectivamente de 0,033 e 0,0005. Os homens apresentaram maior tendência de recorrer a argumentos físicos para

explicar as relações lógicas propostas e ao uso de formas de predicação diretas. Ao contrário do esperado, a variável “função” não teve correlação significativa com incidência de erros de descrição da lógica.

Foi verificada correlação significativa apenas com as variáveis “física” e “semântica”, com níveis p de, respectivamente, 0,001 e 1,74E-12. As funções lógicas E, OU e OUexclusivo apresentaram quantidades próximas de apelo à física (respectivamente 10, 10 e 12%), enquanto que as funções Inversão, Hum e Zero ficaram em um outro patamar com, respectivamente 26, 22 e 36% dos casos. Quanto à semântica, nas funções E, OU e Inversão, os sujeitos deram preferência à expressão dos estados das chaves usando os rótulos (liga / desliga), com, respectivamente, apenas 18, 16 e 14% de ocorrências de menções das posições, já nas funções OUexclusivo, Um e Zero, houve preferência pela referência às posições (para cima / para baixo), com, respectivamente 62, 52 e 52% dos casos. Embora não se tenha testado a significância do achado, percebeu-se a preferência dos sujeitos pela palavra “quando” para expressar condição em relação à palavra “se”. Os erros de representação foram, em sua maioria, devidos ao uso do modus ponens (derivar afirmação de uma afirmação: se $P \rightarrow Q$; dado P, então Q) sem menção de condição necessária, quando a descrição segura se dá pelo modus tollens (inferir negação de outra negação: se $P \rightarrow Q$; dado não Q, infere-se não P). Por exemplo, na lógica E, ao invés de se dizer “a lâmpada acende se as duas chaves estiverem ligadas”, é mais seguro dizer “a lâmpada não acende se as duas chaves não estiverem ligadas”, já que a primeira forma requer que se explicita a condição necessária.

3.2 EXPERIMENTO H2

3.2.1 Desenho

O experimento foi projetado como um teste comparativo do desempenho dos dois tipos de interfaces, operada por mapeamento direto e operada por navegação, na forma 2X6X50 com testes pareados em relação aos sujeitos, ou seja, cada sujeito realizou o teste com os dois tipos de interface para um certo número de funções. Os dois tipos de interface foram testados para seis diferentes números de funções, consistindo cada seção de teste em 50 repetições da tarefa. As variáveis dependentes do experimento são o tempo de resposta do sujeito à tarefa solicitada e a incidência de respostas erradas. A variável independente é o número de funções controladas pelas interfaces. O tipo de interface, operada por mapeamento direto ou operada por navegação, funciona como variável de grupo. No levantamento das curvas de aprendizagem, o número de ordem sequencial de execução de cada uma das tarefas (1 a 50) funciona como uma segunda variável independente.

3.2.2 Amostra

Foram considerados dois requisitos na seleção da amostra; os sujeitos deveriam ter grau de escolaridade suficiente para que pudessem lidar com os conceitos envolvidos nas tarefas (classificação de animais, países e seus continentes, cidades brasileiras e suas regiões, por exemplo), além de dominarem o uso do sistema mouse / monitor de vídeo. Os sujeitos que realizaram os testes eram voluntários alunos ou professores de graduação do CEFET SC. Para cada um dos seis diferentes números de funções, os dois tipos de interface foram testados por 12 sujeitos. Dentre os sujeitos a idade máxima foi de 48 anos e a mínima de 19 anos.

3.2.3 Recursos

Embora a pesquisa tenha como objetivo determinar critérios para o projeto de interfaces de equipamentos eletrônicos não dotados de interfaces gráficas, seria pouco prático construir os ambientes experimentais em hardware, principalmente devido à necessidade de sucessivas reconfigurações conforme mudassem o foco do teste, o número de funções da interface a ser emulada, ou a sua estrutura. Desta forma recorreu-se ao uso de ambientes experimentais implementados em software, mas que preservassem as características determinantes dos aspectos em estudo.

Uma vez desenvolvidos, os ambientes foram programados em software para sistema Windows. Este software tanto gera e gerencia os ambientes como também faz a medição dos tempos de resposta que são gravados, automaticamente, em arquivos *log*. Estes arquivos estão estruturados com um cabeçalho, que identifica a seção de teste com um número e informa o sexo e a idade do sujeito, seguido de uma linha para cada tarefa as quais informam a resposta correta da tarefa, a resposta dada pelo sujeito e o tempo de resposta. Como o software no qual o ambiente foi desenvolvido roda sobre a plataforma Windows, as medições do tempo de resposta não têm a precisão que teriam em uma plataforma de tempo real, no entanto, a precisão obtida, de dezenas de milissegundos, é suficiente para a realização do experimento, que não está baseado em valores absolutos de tempo, mas em valores comparativos dos tempos obtidos para os diferentes tipos de interface. Além disto, os tempos de resposta dos sujeitos às tarefas são, tipicamente, pelo menos, duas ordens de grandeza superiores à precisão das medidas.

O programa desenvolvido suporta todos os ambientes necessários à realização dos experimentos relativos às hipóteses 2 e 3, que são escolhidos e configurados a partir da tela de abertura mostrada na figura 3.2. Nesta tela também estão disponíveis os comandos para a criação dos arquivos de tarefas, de estrutura de menus e de figuras para a identificação dos botões. Também foram previstos comandos para fazer um novo sorteio das tarefas a cada seção de teste, bem como para habilitar e desabilitar o efeito randômico na ordem de apresentação das tarefas, na posição inicial do menu e na posição dos botões da interface a cada tarefa, dependendo do experimento que se queira realizar.

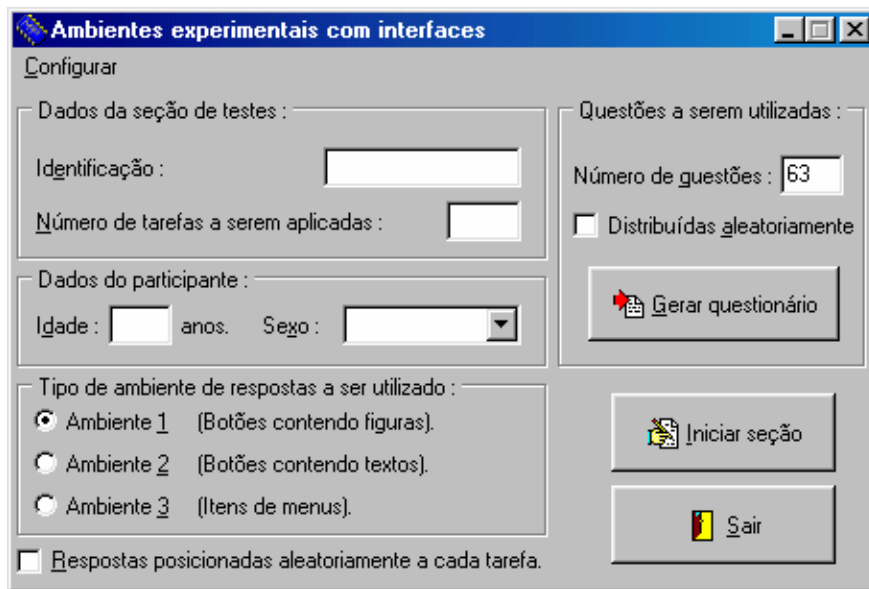


Figura 3.2 Tela de abertura e configuração do ambiente computacional desenvolvido para a realização dos experimentos relativos às hipóteses h2 e h3.

3.2.4 Metodologia

Para o levantamento das curvas que descrevem os tempos de resposta e a incidência de respostas erradas como funções do número de itens controlados pelas interfaces, foram realizados testes com interfaces estruturadas na forma de menus simultâneos (cada item / função, um botão) e navegação (uso de menus sequenciais) com 25, 36, 49, 63, 84 e 98 itens. Este intervalo foi determinado a partir de testes preliminares realizados usando os ambientes experimentais descritos acima. Estes testes indicavam uma possível inversão do desempenho dos dois tipos de interface por volta dos 100 itens. Este número coincide com o limite máximo de botões apresentados pelo ambiente experimental, em virtude de limitações de acomodação de maior quantidade de botões na tela do monitor de vídeo. Os steps foram estabelecidos seguindo uma progressão quadrática que equivale à adição de uma linha e uma coluna de botões nas interfaces de mapeamento direto. Em alguns casos o número de itens foi modificado para melhor acomodar a razão de aspecto dos botões, ditada basicamente pelo número e tamanho de caracteres admitidos na identificação dos botões, na razão de aspecto da tela do monitor de vídeo.

Ao invés de se tentar emular a interface de um equipamento, optou-se por substituir as funções da interface por nomes de objetos facilmente classificáveis, como animais em relação as suas espécies, cidades em relação as suas regiões e países em relação aos seus continentes. Esta estratégia foi adotada por dois motivos, é mais fácil criar tarefas artificiais a serem feitas pelos sujeitos da pesquisa e, segundo, porque seria difícil arregimentar número suficiente de sujeitos familiarizados com determinada tarefa específica. Ao iniciarem os testes, os sujeitos recebiam como instrução para a sua realização a recomendação de que deveriam cumprir as tarefas solicitadas no menor tempo possível, preencher a caixa de diálogo de configuração e identificação da seção de testes (figura 3.2), clicar no botão “Gerar questionário” e, em seguida, no botão “Iniciar seção”. Com exceção da informação de idade e do sexo do sujeito, o preenchimento era feito seguindo um modelo impresso da caixa, de forma a garantir a configuração adequada do ambiente e seguir a ordenação prévia dos testes para evitar que um dos dois tipos de interface fosse sempre o primeiro a ser testado. O botão “Gerar questionário” faz o software sortear uma lista de palavras a ser usada nas 50 tarefas, enquanto que o botão “Iniciar seção” faz aparecer a primeira tela de tarefa – figura 3.3.

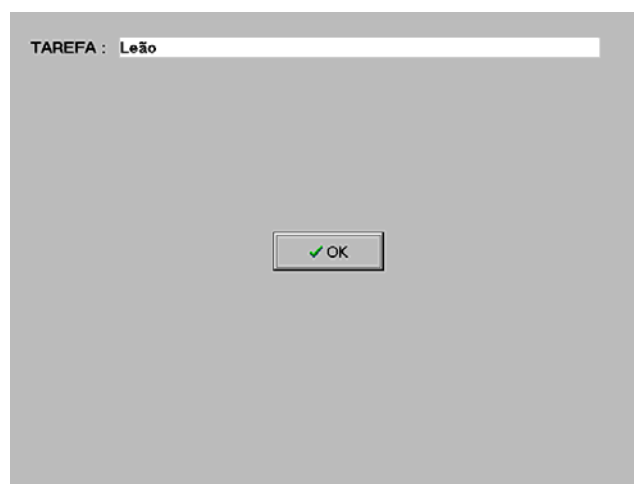


Figura 3.3 - tela de apresentação de tarefa. Ao clicar em OK o sujeito faz aparecer a tela da interface em teste ao mesmo tempo que dispara a contagem do tempo de resposta.

Ao clicar no botão “OK” é apresentada a tela com a interface em teste, ao mesmo tempo que é disparada a contagem do tempo de resposta. A contagem de tempo será encerrada quando o sujeito clicar em um dos botões da interface por mapeamento direto ou no botão “Confirma”, no caso da interface por mapeamento – figura 3.4; no caso de interface por navegação – figura 3.5. O sujeito é então informado se acertou ou errou a tarefa pela tela da figura 3.6. Ao clicar no botão “Próxima” uma nova tarefa será apresentada. A seqüência era encerrada automaticamente e os dados gravados em um arquivo texto com o nome da seção de testes ao ser completada a última tarefa, que no experimento em questão era a de número 50. Imediatamente após o teste com um dos dois tipos de interface o sujeito deveria realizar o teste com o outro tipo. Foi permitido aos sujeitos realizarem os testes de até três números diferentes de funções, assim, houve o cuidado de que os testes para cada número de funções tivessem a mesma proporção de sujeitos iniciantes e experientes em relação aos testes.

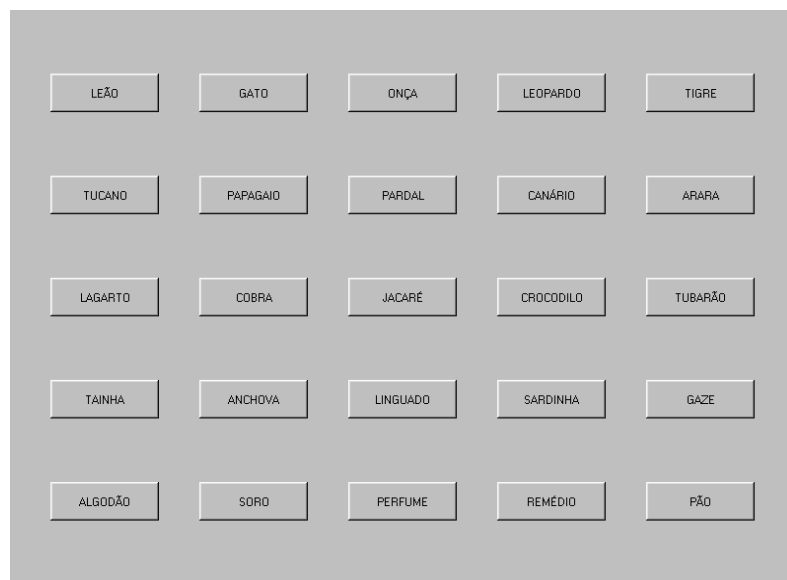


Figura 3.4 Tela da interface de teste por mapeamento com 25 itens.

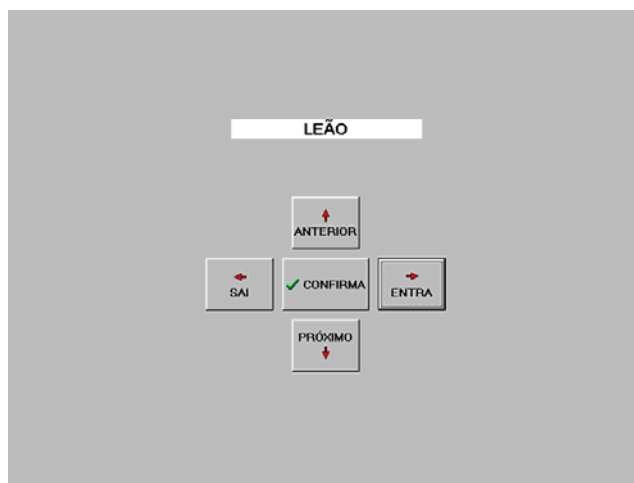


Figura 3.5 - tela da interface por navegação. Um único item do menu é visível a cada instante como nos equipamentos eletrônicos pequenos ou sem interface gráfica. Os botões “ENTRA” e “SAI” comutam entre as grandes categorias, classes e itens, enquanto que os botões “ANTERIOR” e ”PRÓXIMO” comutam entre as opções de um mesmo nível hierárquico.

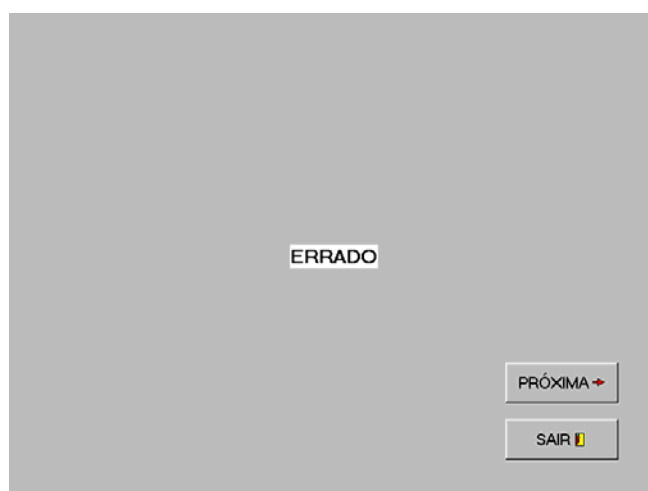


Figura 3.6 – tela que informa ao sujeito se acertou ou errou a execução de uma tarefa. Um clique no botão “PRÓXIMA” provoca a apresentação de uma nova tarefa.

3.2.5 Resultados

A tabela 3.2 apresenta as médias de tempo de resposta para cada tipo de interface – Mapeamento ou Navegação – em função do número de itens por elas acessado. Os tempos médios de resposta são apresentados para o total de 50 tarefas e também, parcialmente, para as tarefas de 26 a 50, quando os sujeitos já haviam formado

o modelo de operação das interfaces. Os resultados para os testes T-student dizem respeito à diferença entre as médias de tempo de resposta para os dois tipos de interface. Os valores já são informados como probabilidade de significância - p. É usual a adoção do valor 0,05 como limite máximo de p para que se considere uma diferença entre duas médias como estatisticamente significativa. Um p de 0,05 equivale a uma probabilidade de 5% de que a diferença entre médias encontrada seja devida ao acaso. Estes mesmos dados podem ser visualizados nos gráficos das figuras 3.7 e 3.8.

Tabela 3.2- tempos médios de resposta em função do tipo de interface e do número de itens das interfaces

Número de Itens	Temp. Resp. 25 a 50	Desvio Padrão	Nível P de Prob. Sig.	Temp. Resp. 1 a 50	Desvio Padrão	Nível P de Probabilidade
25 MAP	2963,29	940,89		3233,11	963,46	
25 NAV	6286,70	1762,93	4,59E-13	6945,87	2365,53	2,38E-24
36 MAP	3122,10	919,10		3460,6	1077,8	
36 NAV	5844,30	636,30	9,14E-05	6787,4	1836,3	7,19E-06
49 MAP	3696,50	1680,00		4073,8	1459,6	
49 NAV	7183,00	2264,80	5,98E-05	7994,1	2948,4	7,11E-04
63 MAP	4179,80	2025,60		4642,7	2287,2	
63 NAV	7300,20	1847,30	4,39E-04	8804,9	3257,6	1,53E-03
84 MAP	5885,10	2877,30		6089,1	2793,1	
84 NAV	8228,40	1829,40	6,73E-03	9011,9	2266,8	1,06E-03
98 MAP	7462,70	3223,70		9258,5	3551,2	
98 NAV	10484,50	3990,00	1,84E-02	13296	4680,6	2,16E-02

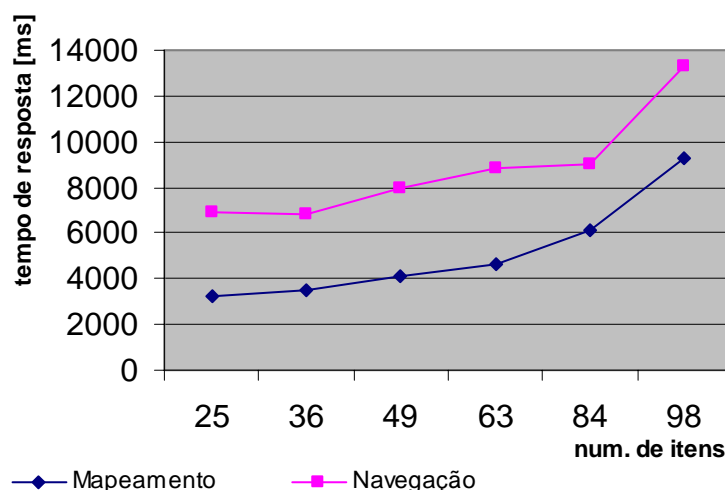


Figura 3.7 – Evolução do desempenho médio dos sujeitos, em termos do tempo de resposta médio das 50 tarefas de cada seção, com o número de itens da interface.

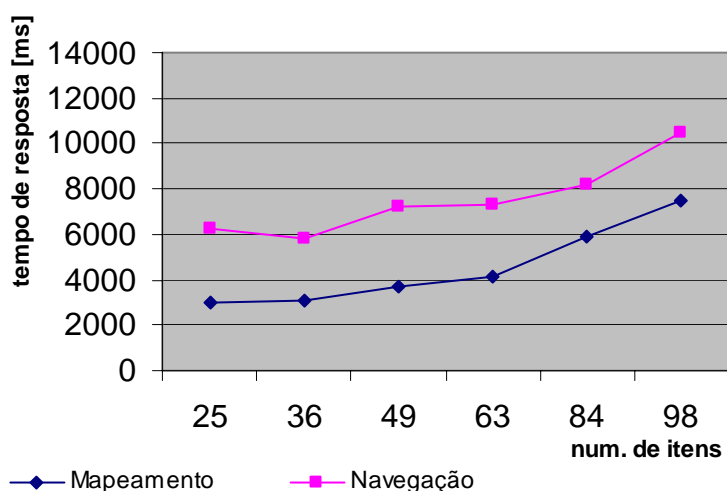


Figura 3.8 Evolução do desempenho médio dos sujeitos, em termos do tempo de resposta médio das 25 últimas tarefas de cada seção, com o número de itens da interface.

Erros de resposta

A tabela 3.3 apresenta as médias de respostas erradas com os níveis p para diferença das médias entre mapeamento direto e navegação.

Tabela 3.3 – Incidência média de respostas erradas. Os resultados de testes T-student –níveis p - apresentados são para as diferenças entre as médias de erros da interface por mapeamento direto e da interface por navegação.

num. itens	méd cliques	Tarefas 0 a 50		Tarefas 26 a 50	
		Map	Nav	Map	Nav
25	6,97	0,64	4,09	0,36	0,91
36	6,65	0,50	5,33	0,17	1,75
49	7,45	0,58	5,33	0,17	1,58
63	7,52	0,42	5,67	0,33	1,75
84	8,22	0,69	3,31	0,38	1,23
98	8,5	1,08	4,58	0,27	1,18
T- student			1,96E-04		1,13E-03

Na tabela 6.1, do início da seção, pode-se observar que os valores dos desvios padrão das últimas 25 tarefas tendem a ser inferiores aqueles verificados para o total das tarefas, tendência que se torna mais evidente à medida que aumenta o número de itens da interface. Esta evidência pode demonstrar a diminuição do fator aleatório ao longo

do processo de aprendizagem pelo usuário, o que aumenta a consistência das suas decisões. Os testes T-student, que medem a significância das diferenças entre as médias dos desempenhos das interfaces por mapeamento direto (menus simultâneos) e por navegação (menus seqüenciais), que não apontam nenhum caso de significância com $p > 0,05$ nas interfaces com 25 e 36 itens, apresenta um caso de $p > 0,05$ nas interfaces com 49 itens, três casos nas interfaces com 63 itens, 6 casos nas interfaces com 63 itens e 7 casos nas interfaces com 98 itens. Esta diminuição da significância das diferenças entre as médias indica a aproximação dos desempenhos, em termos de tempo de resposta, entre as interfaces por mapeamento direto e por navegação à medida que aumenta o número de itens das interfaces. Os tempos de resposta, como esperado, são crescentes com o número de itens das interfaces, a exceção dos tempos obtidos para a interface por navegação com 36 itens. A explicação para tal, é o fato de que, apesar de contar com 11 itens a mais do que a interface de 25 itens, interface de 36 itens, pela forma como foi estruturado o menu, tem, na média das tarefas nela executadas, um número menor de cliques necessário para chegar às respostas corretas. Os resultados das análises de variância para regressões lineares entre os tempos de resposta, como variável dependente, e o número de itens e número médio de cliques das interfaces, como variáveis independentes, são apresentados na tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Resultados da ANOVA para regressão linear dos tempos de resposta em função do número de itens das interfaces.

tarefas	mapeamento				navegação			
	Rquad	gl	F	Fsig	Rquad	gl	F	Fsig
0 a 50	0,915088	1,4	43,10763	0,002784	0,878678	1,4	28,97019	0,005759
26 a 50	0,964191	1,4	107,7038	0,000487	0,900864	1,4	46,43552	0,002424

Os valores de Rquadrado, todos por volta de 0,9, demonstram que as variações dos tempos de resposta para ambas as interfaces, mapeamento direto e navegação, podem ser explicadas em cerca de 90% como uma função linear do número de itens das interfaces. A significação estatística é avaliada pelos valores de Fsig bem abaixo do limite de 0,05. Os melhores resultados de explicação da variância, no entanto, são obtidos por regressão não linear exponencial, como mostra a tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Resultados das regressões exponenciais dos tempos de resposta em função do número de itens das interfaces; t é tempo de resposta, f é número de itens da interface, c é o número médio de cliques para executar corretamente as tarefas de cada uma das interfaces com diferentes números de itens.

Caso	Função fitada	Rquad
Interface map. 0 a 50	$t = 2783,98 + \text{EXP}(5,39 + 0,03 f)$	0,998
Interface nav. 0 a 50	$t = 5955,23 + \text{EXP}(6,30 + 0,22 f)$	0,911
Interface map. 26 a 50	$t = 1168,41 + \text{EXP}(7,05 + 0,02 f)$	0,991
Interface nav. 26 a 50	$t = 5392,84 + \text{EXP}(6,16 + 0,02 f)$	0,959
Interface nav. 0 a 50	$t = 5439,20 + \text{EXP}(2,37 + 0,74 c)$	0,884
Interface nav. 26 a 50	$t = 4908,33 + \text{EXP}(2,31 + 0,72 c)$	0,972

O tempo médio de clique foi determinado a partir da soma dos tempos (média de 8136,0 ms com desvio padrão de 6886,1 ms) e da soma dos cliques (média de 7,53 cliques com desvio padrão de 2,08 cliques) efetuados na realização de 3400 tarefas em interfaces por navegação. O tempo médio encontrado foi de 1081,2 ms por clique. Este tempo médio inclui o tempo perdido em eventuais cliques extras devido a erros de persistência ou vagueio pelo espaço da interface. Os tempos de resposta, como esperado, são crescentes com o número de itens das interfaces, a exceção dos tempos obtidos para a interface por navegação com 36 itens. A explicação para tal, é o fato de que, apesar de contar com 11 itens a mais do que a interface de 25 itens, a interface de 36 itens, pela forma como foi estruturado o menu, tem, na média das tarefas nela executadas, uma média menor de cliques para chegar às respostas corretas. O gráfico da figura 3.9 mostra a extrapolação dos desempenhos da interface por mapeamento direto e da interface por navegação. A curva dos tempos da interface por navegação foi plotada a partir de uma tabela com o número de cliques necessários para acessar cada novo item adicionado a interface e do tempo médio por clique anteriormente determinado. A forma ondulada desta curva deve-se à forma como os menus foram estruturados que diminui o número de cliques dos itens iniciais de cada nova categoria adicionada à interface. A curva dos tempos da interface por mapeamento direto foi plotada a partir da função obtida por regressão não linear. O ponto de inversão de melhor desempenho previsto pela extrapolação ocorre para interfaces com 141 itens, ou seja, interfaces que controlem 141 funções. A curva de desempenho da interface por navegação foi gerada a partir do número de cliques necessários para alcançar as respostas corretas e do tempo médio de clique. A curva da interface por mapeamento direto foi obtida por regressão exponencial.

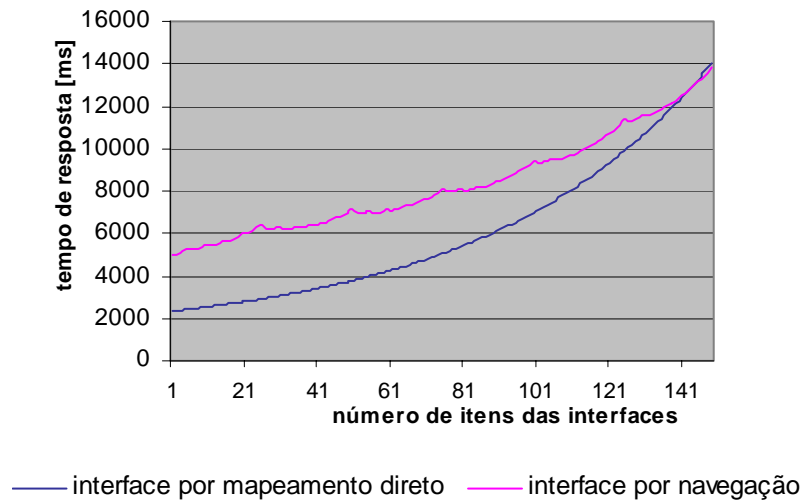


Figura 3.9 -Extrapolação para predição do ponto de inversão de melhor desempenho de tempo de resposta entre as interfaces por mapeamento direto e por navegação.

Curvas de aprendizagem

A partir dos resultados de tempo de resposta e incidência de erros obtidos para os dois tipos de interface em teste, mapeamento direto e navegação, para um número de 98 itens, foram plotadas as curvas de aprendizagem. Estas curvas descrevem a evolução do desempenho médio dos doze sujeitos ao longo das 50 tarefas, com extrapolação até a tarefa 60 usando as funções obtidas por regressão, e são apresentadas na figura 3.10.

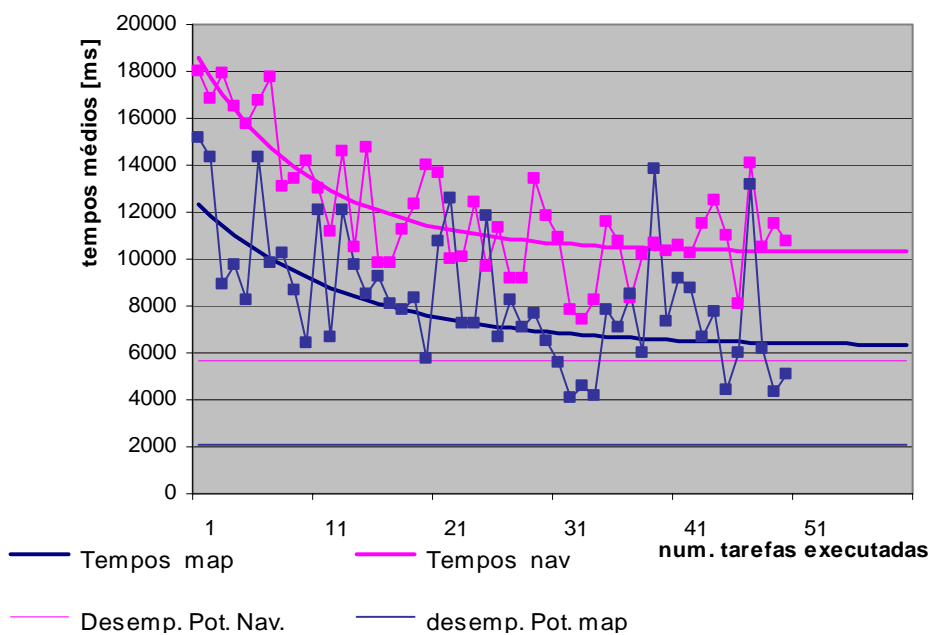


Figura 3.10 – Curvas dos desempenhos médios entre sujeitos ao longo das 50 tarefas das seções de testes. As linhas retas determinam o desempenho potencial de cada um dos dois tipos de interface – mapeamento direto e navegação.

A influência de cada tarefa, em si, foi eliminada pela seqüência aleatória gerada pelo software a cada início de seção de testes. As curvas obtidas estão de acordo com o esperado e com as formas descritas por JORDAN (1998). O segmento horizontal das curvas – desempenho estabilizado ou evoluindo muito pouco – estão relacionados com o que Jordan designa como “desempenho do operador experiente”. As exponenciais fitadas por regressão não linear são $t = 6295,30 + EXP(8,78 - 0,08 n)$ com R^2 de 0,489 para a interface por mapeamento direto e $t = 10288,40 + EXP(9,13 - 0,10 n)$ com R^2 de 0,636 para a interface por navegação, onde t é o tempo de resposta esperado para cada uma das tarefas e n é o número da tarefa na seqüência de 1 a 50.

Os níveis de desempenho potencial das interfaces foram calculados a partir dos melhores resultados de todos os sujeitos em tarefas semelhantes. Foram consideradas tarefas semelhantes da interface por mapeamento aquelas cujas respostas – botão com a palavra pedida - encontravam-se numa mesma região da tela do monitor de vídeo, evitando-se com isto o efeito da trajetória de busca visual. Na interface por navegação considerou-se tarefas semelhantes, as que demandavam um mesmo número de cliques para que a resposta correta fosse alcançada no menu. Os tempos para os desempenhos potenciais das duas interfaces foram estabelecidos pelas médias entre os tempos de cada grupo de tarefas com diferentes graus de dificuldade. Para a interface por mapeamento direto foi encontrada a média de 2074,58 ms com desvio padrão de 665,51 ms. Para a interface por navegação a média encontrada foi de 5661,49 ms. Este valor foi calculado usando-se o número médio de cliques nas tarefas da interface com 98 itens 8,50 com desvio padrão de 2,29 e a função de regressão para os tempos de resposta em função do número de clique da tarefa $t = 2550,18 + EXP(6,71 + 0,16 c)$ onde t é o tempo de resposta da tarefa e c é o número de cliques necessários para localizar a resposta correta no menu.

Erros

Embora uma tendência do aumento da incidência de erros com o número de itens das interfaces possa ser percebida ao se analisar os resultados, as regressões não levaram a funções que explicassem mais de 10% da variância encontrada na amostra, como sendo dependente do número de itens das interfaces. A tabela 3.6 apresenta as

médias de respostas erradas com respectivos níveis p de significância, para a diferença das médias entre mapeamento direto e navegação. A fraca correlação verificada entre a incidência de respostas erradas e o número de itens das interfaces tanto pode indicar pouca correlação real entre estas variáveis como insuficiência do tamanho da amostra em face do fato de que erros são eventos raros – o máximo valor encontrado corresponde a 1,06% das tarefas executadas.

Na análise dos erros foram consideradas oito diferentes causas, que foram identificadas com algarismos de 1 a 8; e oito tipos de erros, identificados pelas letras de “a” a “h”. A ordem alfabética crescente corresponde ao aumento da distância entre o item solicitado na tarefa e o item selecionado pelo sujeito, tanto no mapa do menu, quanto semanticamente – figura 3.11. As possíveis causas dos erros foram definidas usando-se como evidências as relações entre o item correto e o item escolhido, entre itens escolhidos em tarefas sucessivas, bem como o tempo de resposta. O quadro 3.1 apresenta as causas de erros com os respectivos números com os quais foram identificadas.

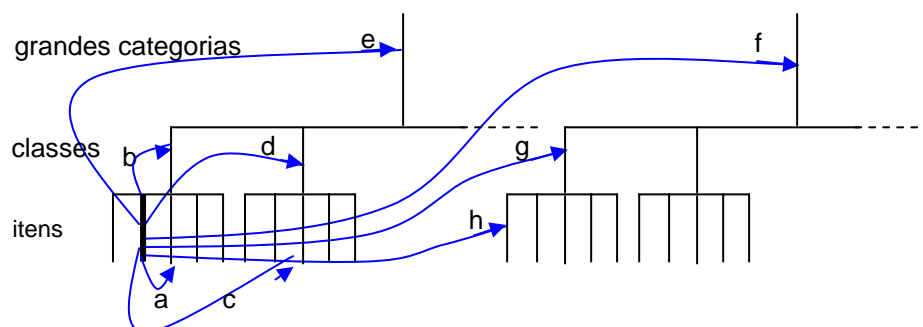


Figura 3.11 – tipos de erros conforme a diferença semântica e distância na hierarquia no menu.

Tabela 3.6 – Incidência média de respostas erradas. Os resultados de testes T-student, níveis p , apresentados são para as diferenças entre as médias de erros da interface por mapeamento direto e da interface por navegação.

num. itens	méd cliques	Tarefas 0 a 50		Tarefas 26 a 50	
		Map	Nav	Map	Nav
25	6,97	0,64	4,09	0,36	0,91
36	6,65	0,50	5,33	0,17	1,75
49	7,45	0,58	5,33	0,17	1,58
63	7,52	0,42	5,67	0,33	1,75
84	8,22	0,69	3,31	0,38	1,23
98	8,5	1,08	4,58	0,27	1,18
T- student			1,96E-04		1,13E-03

As tabelas 3.7 e 3.8 resumizam as causas e tipos de erros para a interface por mapeamento direto e para a interface por navegação, respectivamente, ao longo dos seis diferentes números de itens, 25, 36, 49, 63, 84, e 98. Da observação destes quadros, pode-se perceber que a diferença de desempenho, quanto aos erros, entre as interfaces em estudo, não se limita à quantidade, havendo também diferenças nas causas mais freqüentes e nos tipos dos erros. Na interface por navegação, devido ao uso do menu seqüencial, certas causas de erros tornam-se mais freqüentes, como é o caso das ativações, por lapso, do botão “confirma” durante a navegação que leva a erros característicos. Nas interfaces por mapeamento, o uso do menu simultâneo produz erros menos sistemáticos, tanto nas causas quanto nos tipos. Também é visível o crescimento do número de erros com causas 6, 7 e 8, nas interfaces seqüenciais. As causas 6 e 7 estão ligadas a comportamentos onde o sujeito desiste da tarefa por ter-se desorientado ou por considerar a execução muito custosa. O aumento da incidência de erros do tipo 8 deve ocorrer em função da maior quantidade de navegação necessária para alcançar os itens corretos, o que aumenta a probabilidade da ocorrência de um lapso por parte do usuário.

Quadro 3.1 – Causas prováveis dos erros de operação das interfaces⁸.

Causas de erros	Descrição	Código
Modelamento	Ocorre nas tarefas iniciais. Tipicamente evolui dos erros tipo “e” e “f” para erros tipo “b” na interface com menu seqüencial.	1
Disparo automático do “OK”	Caracterizado por tempos de resposta muito curtos. Usualmente aponta para itens das camadas superiores do menu seqüencial, ou de um item qualquer do menu simultâneo.	2
Semelhança fonética	O item escolhido tem semelhança fonética com o item solicitado na tarefa. Ex.: canário / armário.	3
Semelhança de conceito	O item escolhido tem semelhança de conceito ou função com o item solicitado na tarefa. Ex.: balde / vassoura.	4
Repetição automatizada	O item escolhido repete o item da tarefa anterior.	5
Negligência	Erros dos tipos “f”, “g” e “h” com tempos de respostas curtos.	6
Desistência	Erros dos tipos “f”, “g” e “h” com tempos de respostas longos.	7
Lapso	Ocorre pelo acionamento involuntário do botão “CONFIRMA”, incorrendo tipicamente em erros dos tipos “b”, “d” e “e” nas interfaces seqüenciais. Nas interfaces simultâneas ocorre pelo acionamento de qualquer botão diferente do correto para a tarefa.	8

⁸ O código numérico foi criado simplesmente para facilitar a tabulação.

Tabela 3.7 – Causas e tipos de erros em função do número de itens das interfaces por mapeamento direto.

	erro a						erro b						erro c						erro d						erro e					
	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98
causa 1			1															1												
causa 2													1					1												
causa 3			1			1							1	1	1							1								
causa 4	1	1			2																									
causa 5																								1						
causa 6							2						2	1	1			1												
causa 7						1							1	1	1			1												
causa 8																														
totais	1	1	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	1	5	3	2	0	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

	erro f						erro g						erro h						totais												
	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98							
causa 1																	1	1							0	0	1	0	1	2	
causa 2																									0	1	0	0	0	1	
causa 3															1	1	2	1							1	1	3	1	3	2	
causa 4																1	1								1	1	0	1	3	0	
causa 5																									1	0	0	0	0	0	
causa 6															1	1		1							2	2	2	2	0	2	
causa 7																		2	3							0	1	1	1	2	5
causa 8												1													1	0	0	0	0	0	
totais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	6	6							6	6	7	5	9	12	

Tabela 3.8 - Causas e tipos de erros em função do número de itens das interfaces por navegação.

	erro a						erro b						erro c						erro d						erro e								
	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98			
causa 1	1	4	2	1			6	7	3	6	2	4	2	3	2			2	1	3							1	12	13	12	8	2	7
causa 2																											1		1				
causa 3	1		1																								1						
causa 4	4	13	9	4	4	3											1																
causa 5		1	1	1											1																		
causa 6												1	2	3				3			2		1	2	1	1	1	1	1	2			
causa 7		1		1							2	1	1	1		5	1	4	3		1	1	2	1					1				
causa 8							8	5	9	7	10	9							1											2	3		
totais	6	19	13	7	4	3	14	12	12	13	14	14	4	4	5	8	3	6	7	3	1	4	2	3	14	14	13	13	6	9			
	erro f						erro g						erro h						totais														
	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98	25	36	49	63	84	98									
causa 1		3	4			5	1	1						4	2	4	3							22	38	26	19	4	22				
causa 2		1	2	3		2																		0	2	2	4	0	2				
causa 3												1				1								1	1	1	1	1	0				
causa 4																								4	13	9	4	5	3				
causa 5														1										0	1	2	2	0	0				
causa 6		1	2	5	4	3				4				3		1	1							6	1	8	15	6	7				
causa 7			1	1	1	1				1	1			1		3	2	3							4	3	2	13	9	10			
causa 8																								8	5	9	9	14	9				
totais	0	5	9	9	5	11	0	1	1	5	1	0	0	6	5	8	4	7							45	64	59	67	39	53			

3.3 EXPERIMENTO H3 - DESEMPENHO DAS INTERFACES ROTULADAS COM DIFERENTES TIPOS DE SIGNOS.

3.3.1 Desenho

O experimento para teste de h3 foi projetado na forma 4x1x50 com cada sujeito testando o desempenho de interfaces rotuladas, respectivamente, com fotografias coloridas, desenhos icônicos, desenhos pictóricos e texto. Os signos representam os cômodos de uma residência e foram antecipadamente testados quanto ao seu reconhecimento. Foram apresentados, à mesma população donde vieram os sujeitos dos testes, 24 representações de cômodos residenciais dentre os quais foram escolhidos os 16 cômodos cujos signos tiveram as melhores taxas de reconhecimento. Neste experimento a variável independente é o tipo de signo usado para rotular os botões das interfaces e as variáveis dependentes são o tempo de resposta e a incidência de erros. Nas considerações sobre a velocidade de aprendizagem o número de ordem das tarefas (1 a 50) é usado como uma segunda variável independente.

3.3.2 Recursos

O ambiente computacional usado para os testes foi o mesmo utilizado para testar a hipótese h2 deste trabalho, contando com a mesma tela de abertura, identificação de seção de teste e configuração - figura 3.3.

3.3.3 Método

A seqüência do teste é a mesma utilizada na hipótese h2, e cada seção também é constituída de 50 tarefas. Para que não haja vantagem para a rotulagem por textos alfabéticos, através da memorização, pelo sujeito, da imagem visual da palavra usada

para enunciar a tarefa, o enunciado é feito através de um conceito do cômodo a ser procurado na interface. Assim, ao invés de “COZINHA”, a janela de tarefa apresenta “LOCAL PARA PREPARO DE REFEIÇÕES”.

Como o objetivo do teste é identificar qual tipo de signo é mais facilmente identificado pelo operador, evitou-se o efeito de memorização espacial dos botões das interfaces, fazendo com que mudem de posição a cada tarefa. As telas das interfaces apresentadas aos sujeitos são mostradas nas figuras 3.12 a 3.15. As únicas instruções dadas aos sujeitos ao início dos testes eram de como preencher a caixa de identificação e configuração das seções e de que deveriam executar as tarefas da forma mais rápida possível. Como os testes são pareados, os sujeitos realizavam as quatro seções (com os quatro diferentes tipos de signos) sucessivamente, para evitar possíveis efeitos circunstanciais sobre os resultados. A ordem na qual os diferentes tipos de signos eram testados foi previamente estabelecida evitando alguma forma de efeito cruzado de aprendizagem.



Figura 3.12 – Tela da interface com botões identificados por fotografias – nesta figura substituídas por rótulos para publicação.



Figura 3.13 Tela da interface com botões identificados por desenhos icônicos.

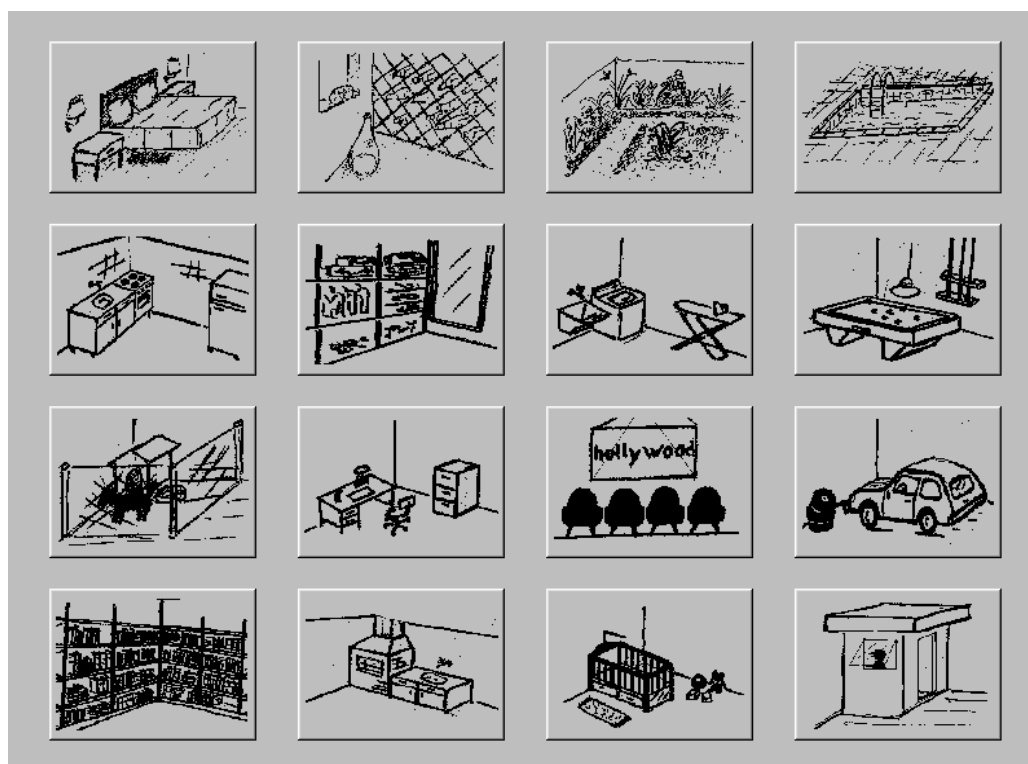


Figura 3.14 –Tela da interface com botões identificados por desenhos pictóricos.



Figura 3.15 – Tela da interface com botões identificados por textos alfabéticos.

3.3.4 Amostra

Os 19 sujeitos voluntários eram alunos e professores de graduação com idades entre 19 e 48 anos.

3.3.5 Resultados

A tabela 3.9 apresenta as médias de desempenho obtidas para cada um dos 4 tipos de signos usados na rotulagem das interfaces. As Tabelas 3.10 e 3.11 mostram os resultados dos testes estatísticos de correlação. A figura 3.16 apresenta graficamente os desempenhos individuais de cada um dos 19 sujeitos, em termos de tempos médios de resposta. Os resultados de cada um dos sujeitos / seções referem-se ao tempo médio de resposta calculado para as 50 tarefas e à soma dos erros cometidos também ao longo das

50 tarefas de uma seção. As figuras 3.17 e 3.18 apresentam os gráficos que sintetizam o desempenho dos quatro tipos de signos mostrando, respectivamente, os tempos médios de resposta e as somas dos erros cometidos pelos 19 sujeitos que participaram do experimento.

Tabela 3.9 – Médias de tempos de resposta e da incidência de erros calculadas sobre as 152 tarefas, executadas pelos 19 sujeitos.

Means (signos.sta)		
Rao R (6, 142)=2,95; p<,0096		
	TEMPO	ERROS
texto	3046,039	0,473684
des.pict	3258,259	0,947368
des.icôn	2436,306	1,578947
fotograf	3102,936	1

Tabela 3.10 – Probabilidades de significância ($\alpha = 0,05$) pelo teste de Tukey do efeito dos signos usados na rotulagem das interfaces sobre o desempenho de tempo de resposta.

Tukey HSD test; variable TEMPO (signos.sta)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
MAIN EFFECT: SIGNO				
	{1}	{2}	{3}	{4}
	3046,039	3258,259	2436,306	3102,936
texto {1}		0,899837	0,201846	0,997776
des.pict {2}	0,899837		0,044145	0,95733
des.icôn {3}	0,201846	0,044145		0,140352
fotograf {4}	0,997776	0,95733	0,140352	

Tabela 3.11 - Probabilidades de significância ($\alpha = 0,05$), pelo teste de Tukey, do efeito dos signos usados na rotulagem das interfaces sobre o desempenho quanto à incidência de erros de operação.

Tukey HSD test; variable ERROS (signos.sta)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
MAIN EFFECT: SIGNO				
	{1}	{2}	{3}	{4}
	,4736842	,9473684	1,578947	1,000000
texto {1}		0,689362	0,057706	0,613397
des.pict {2}	0,689362		0,461034	0,999406
des.icôn {3}	0,057706	0,461034		0,536379
fotograf {4}	0,613397	0,999406	0,536379	

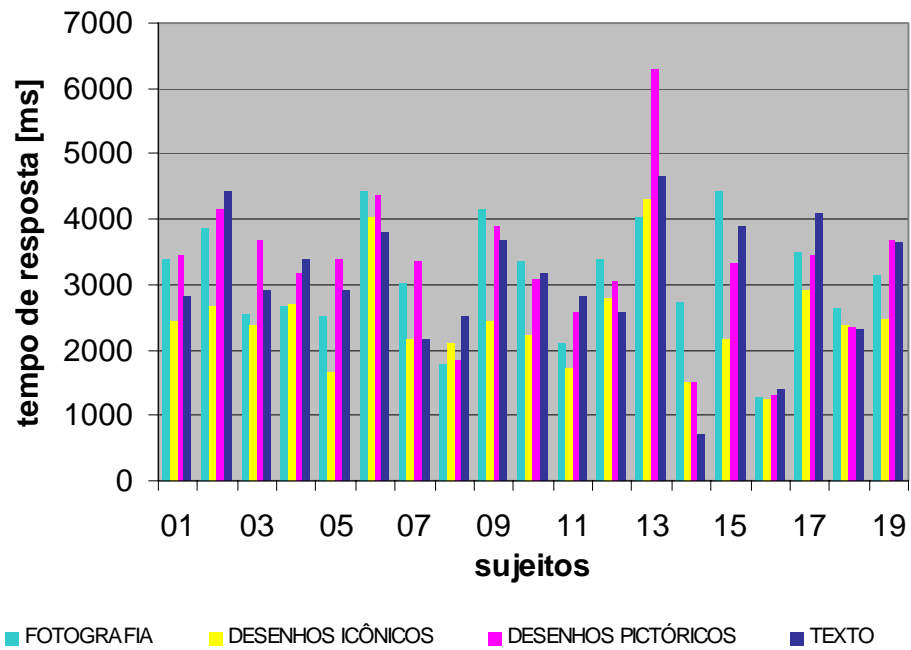


Figura 3.16 Desempenho médio de tempo de resposta dos 19 sujeitos para cada uma das interfaces rotuladas, respectivamente, por fotografias coloridas, desenhos iônicos, desenhos pictóricos e textos alfabéticos.

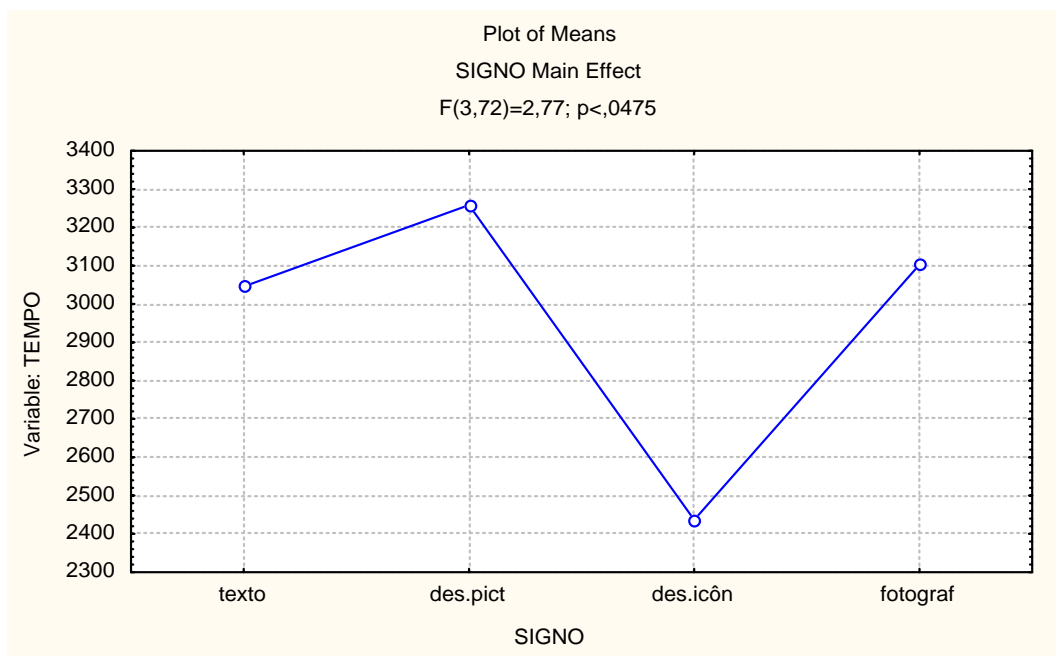


Figura 3.17 Desempenho médio do tempo de resposta em msec de cada um dos 4 tipos de signo usados na rotulagem das interfaces, obtidos sobre os desempenhos médios dos 19 sujeitos.

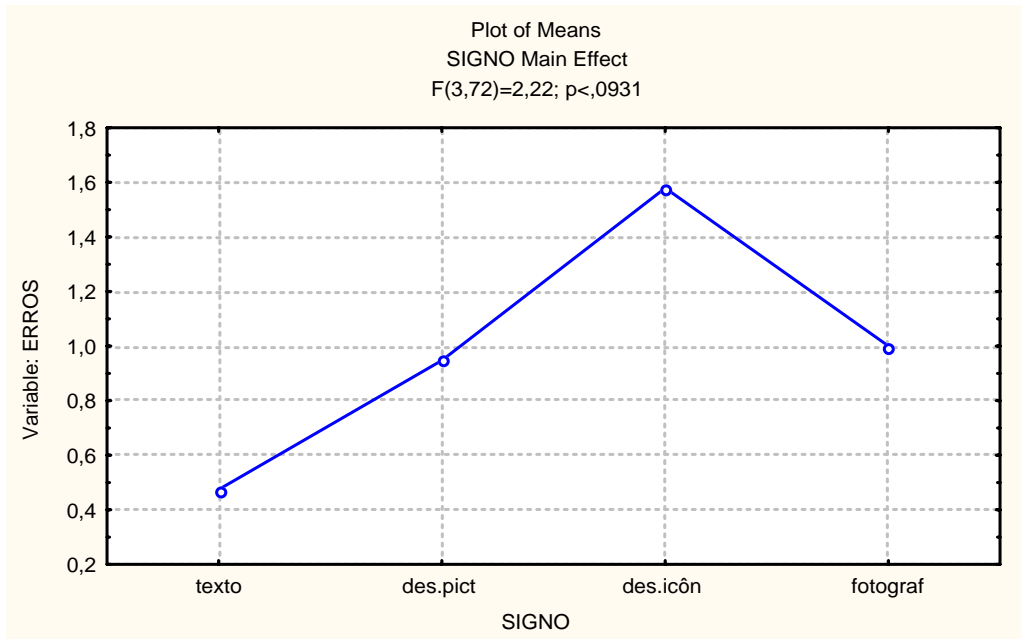


Figura 3.18 Desempenho médio de cada um dos 4 tipos de signo usados na rotulagem das interfaces quanto a incidência média de erros, obtidos sobre os desempenhos médios dos 19 sujeitos.

Os aspectos de aprendizagem verificados ao longo da execução das 50 tarefas podem ser verificados nos gráficos das figuras 3.19 e 3.20, e são sintetizados nos gráficos das figuras 3.21 e 3.22.

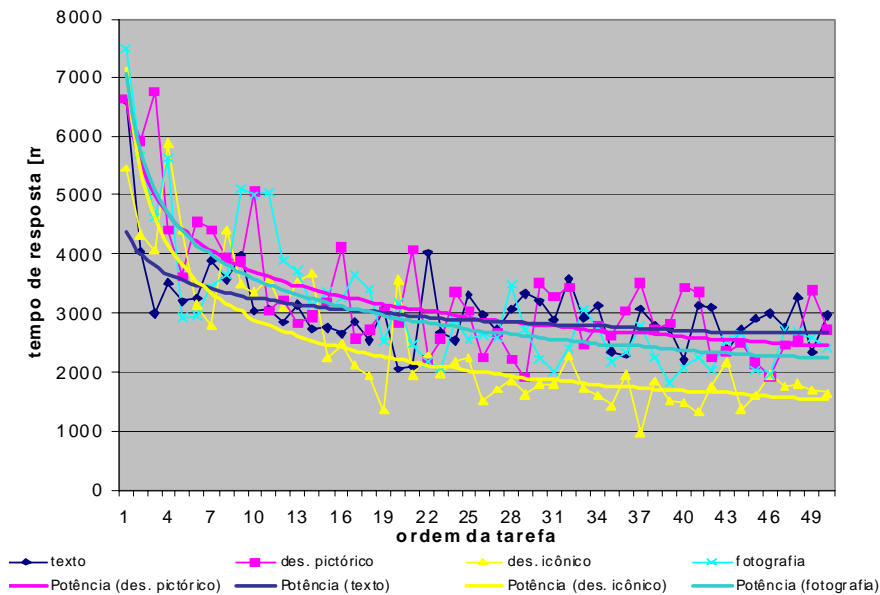


Figura 3.19 – Efeito da aprendizagem, ao longo das 50 tarefas, sobre o tempo de resposta médio dos 19 sujeitos em cada uma das tarefas nas quatro interfaces. As linhas de tendência foram obtidas por regressão de função potência.

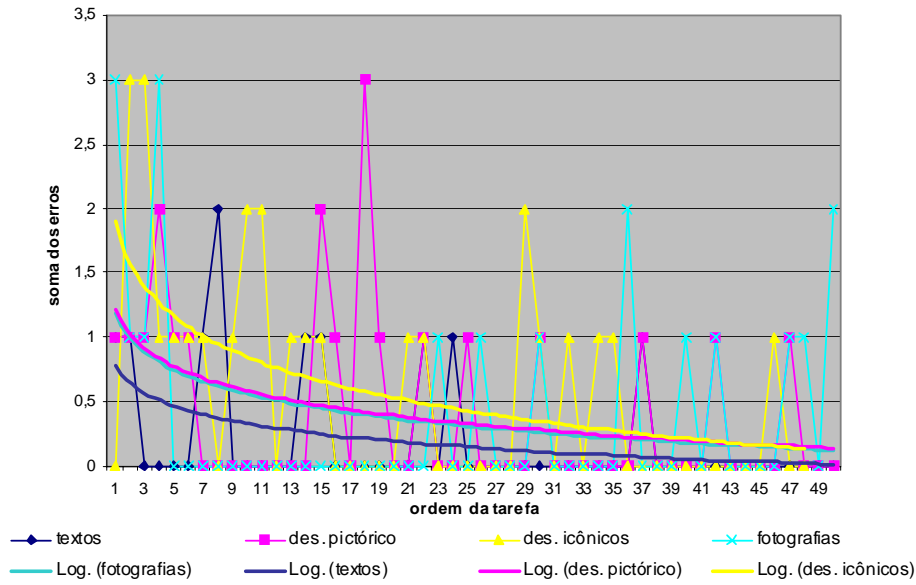


Figura 3.20 - Efeito da aprendizagem, ao longo das 50 tarefas, sobre as somas dos erros cometidos pelos 19 sujeitos em cada uma das tarefas, nas quatro interfaces. As linhas de tendência foram obtidas por regressão de função logarítmica.

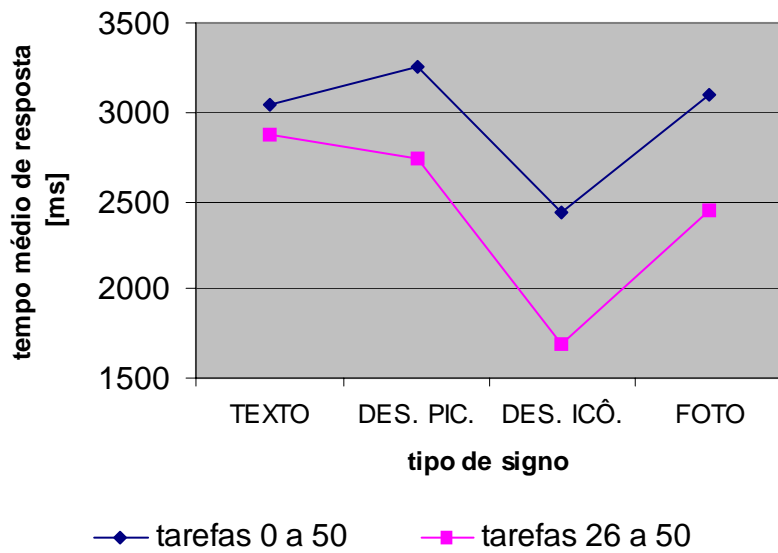


Figura 3.21 – Efeito da aprendizagem sobre as médias dos tempos de resposta percebido na diferença entre a curva das 50 tarefas e a curva das últimas 25 tarefas.

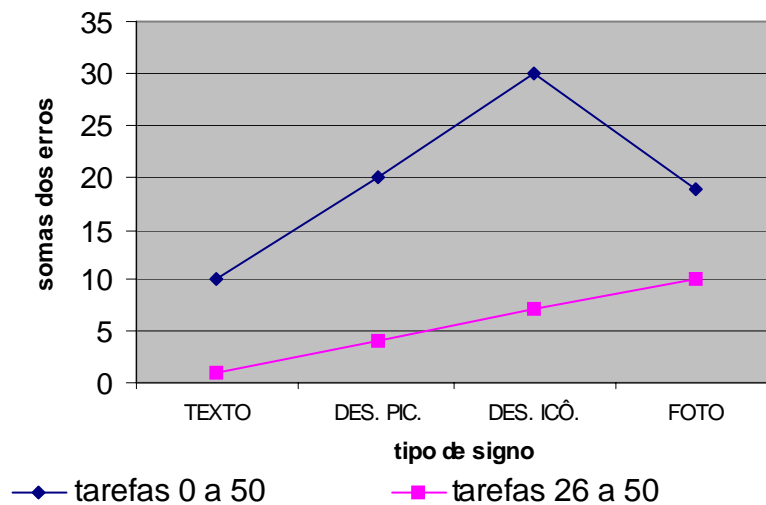


Figura 3.22 - efeito da aprendizagem sobre a incidência de erros cometidos pelos sujeitos em cada uma dos 4 tipos de interface, percebido na diferença entre a curva das 50 tarefas e a curva das últimas 25 tarefas.

3.3.6 Discussão

Os desempenhos em termos, tanto de tempo de resposta quanto de incidência de erros de operação, devem ser entendidos como médias não só das tarefas e dos sujeitos do experimento, mas também, como uma média dos 16 signos utilizados para rotular cada uma das 4 interfaces. O acúmulo de escolhas mais ou menos acertadas dentre signos de um mesmo tipo para compor a rotulagem de uma interface podem levar à melhora ou deterioração do desempenho da interface. As médias dos tempos de resposta e incidência de erros sobre a totalidade das tarefas obteve significância estatística com $Rao R(6,142) = 2,95; p < 0,0096$.

Como pode ser visto no gráfico da figura 6.16, as médias dos tempos de resposta por tipo de signo são significativas com $F(3,72) = 2,77; p < 0,0475$, enquanto que as médias dos erros cometidos mostradas na figura 3.17, não alcançam o α de 5% ficando com $F(3,72) = 2,22; p < 0,0931$, podendo ser significantes apenas se fosse considerado um α de 10%. Esta diferença pode ser explicada por dois motivos principais, o primeiro é o fato dos erros serem, por si, de caráter aleatório e de baixa frequência de observação; o segundo, que também afeta a significância do efeito “signo” sobre a incidência de

erros - como pode ser percebido comparando-se as tabelas 3.10 e 3.11, é o fato do experimento não diferenciar erros devidos a interpretações equivocadas dos signos, dos lapsos de operação, como cliques involuntários, por exemplo. Os testes de Tukey mostraram, nas tabelas mencionados acima, que o efeito signo produz médias de tempo de resposta reciprocamente diferenciadas, em relação ao efeito signos, entre interfaces rotuladas com desenhos icônicos e interfaces rotuladas com desenhos pictóricos com significância de $p = 0,0441$; enquanto que, na comparação de incidência de erros, obteve-se significância marginal com $p = 0,0577$ entre interfaces rotuladas com desenhos icônicos e interfaces rotuladas usando-se textos alfabéticos. A falta de significação estatística do efeito signos nas demais comparações é, provavelmente devida à variância intrínseca dos fenômenos observados, uma vez que as médias dos tempos de resposta foram significativas para $\alpha = 5\%$ e as médias da incidências de erros foi significativa para α de 10%, como pode ser comprovado nas figuras 3.17 e 3.18.

As funções preditivas do efeito da aprendizagem ao longo das 50 tarefas foram obtidas por regressão não linear. O tipo de função que melhor fitou a variância da série relativa ao tempo de resposta foi a potência, na forma $y = B_0x^{-B_1}$. A tabela 3.12 mostra as funções fitadas com os respectivos valores de R^2 – percentual de variância explicada. Para prever as incidências médias de erros ao longo das 50 tarefas as funções fitadas foram logarítmicas da forma $y = C_0 - B_1 \ln x$, vistas na tabela 3.13.

Tabela 3.12 – Funções de regressão usadas para predição de tendência de desempenho de tempo de resposta em cada uma das 50 tarefas dos testes, onde y é o tempo de resposta predito e x é o número de ordem da tarefa.

Aprendizagem - Tempo de Resposta			
Signo	Função fitada		Rquad.
fotografia	$y = 7061,8 \cdot xE(-0,295)$		0,685
desenho icônico	$y = 7144,5 \cdot xE(-0,392)$		0,728
desenho pictórico	$y = 6646,9 \cdot xE(-0,254)$		0,606
texto alfabético	$y = 4386,1 \cdot xE(-0,130)$		0,352

Tabela 3.13 – Funções de regressão usadas para predição de tendência de desempenho em incidência de erros em cada uma das 50 tarefas dos testes, onde y é o número de respostas erradas predito e x é o número de ordem da tarefa.

Aprendizagem - Incidência de erros			
Signo	Função fitada		Rquad.
fotografia	$y = 1,22 - 0,276 \ln x$		0,135
desenho icônico	$y = 1,90 - 0,457 \ln x$		0,278
desenho pictórico	$y = 1,19 - 0,272 \ln x$		0,103
texto alfabético	$y = 0,79 - 0,198 \ln x$		0,152

Os gráficos da figuras 3.18, 3.19, 3.20 e 3.21 permitem observar as mudanças na ordem de superioridade de desempenho dos quatro tipos de signos ao longo das 50 tarefas. Os desempenhos potenciais das interfaces baseadas nos 4 tipos de signos são observados nas últimas tarefas dos testes. A figura 3.18 mostra que os signos com maior efeito da aprendizagem são os desenhos icônicos, o que está de acordo o esperado, pois são os signos com maior espaço para a interpretação subjetiva. Um aspecto importante da figura 3.19 é a equalização da incidência de erros entre as interfaces rotuladas com os quatro diferentes tipos de signos ao final das 50 tarefas. Esta observação comprova a máxima peirceana de que “com o uso, os signos tendem a funcionarem como símbolos”, quando lacunas metafóricas são substituídos por mapeamentos diretos entre veículo e objeto.

CAPÍTULO 4 : CONCLUSÕES

4.1 QUANTO À HIPÓTESE GERAL

O estabelecimento de conexões entre as diferentes áreas estudadas e diferentes teorias e abordagens permite que se considere os produtos de base digital como sendo sistemas que operam segundo uma lógica formal, usualmente a lógica booleana, sobre um conjunto de símbolos puros, constituindo-se em sistemas simbólicos fechados, isto é, seus símbolos são símbolos puros desprovidos de ligação com o mundo físico e, portanto, semanticamente nulos. Como o ser humano só interage com o mundo físico, para que se possa estabelecer comunicação do usuário com o sistema digital, e vice-versa, há que se criar uma interface na qual as variáveis do sistema possam receber conteúdo semântico, constituindo-se, assim, numa espécie de janela do sistema no mundo físico, através da qual as pessoas podem perceber o sistema e entendê-lo. Pode-se, também, estabelecer as relações entre os processos cognitivos envolvidos nas diferentes etapas da interação usuário / interface. O diagrama da figura 4.1 propõe um modelo de interface em “camadas de cebola” no qual se procurou situar os diferentes níveis de abstração semântica e os conceitos advindos da Teoria da Relevância, do modelo de Rasmussen e do conceito de ancoragem. Neste modelo a interface é vista como um conjunto de três camadas através das quais se dá o processo de transformação de uma variável intangível pertencente ao mundo lógico em um ente perceptível como parte do mundo físico passando a estar acessível aos sentidos humanos em maior ou menor grau dependendo do nível de ostensividade do signo que a representa. Do ponto de vista do usuário, seus sentidos são despertados pela ostensividade de um signo da interface que lhe promete conteúdo informativo. Uma vez interpretado, o signo lhe torna manifesto determinado contexto mental. A adequação deste contexto mental à tarefa em execução será sempre dependente da escolha do signo, que é ligado por força de definição a uma certa variável interna ao sistema digital.

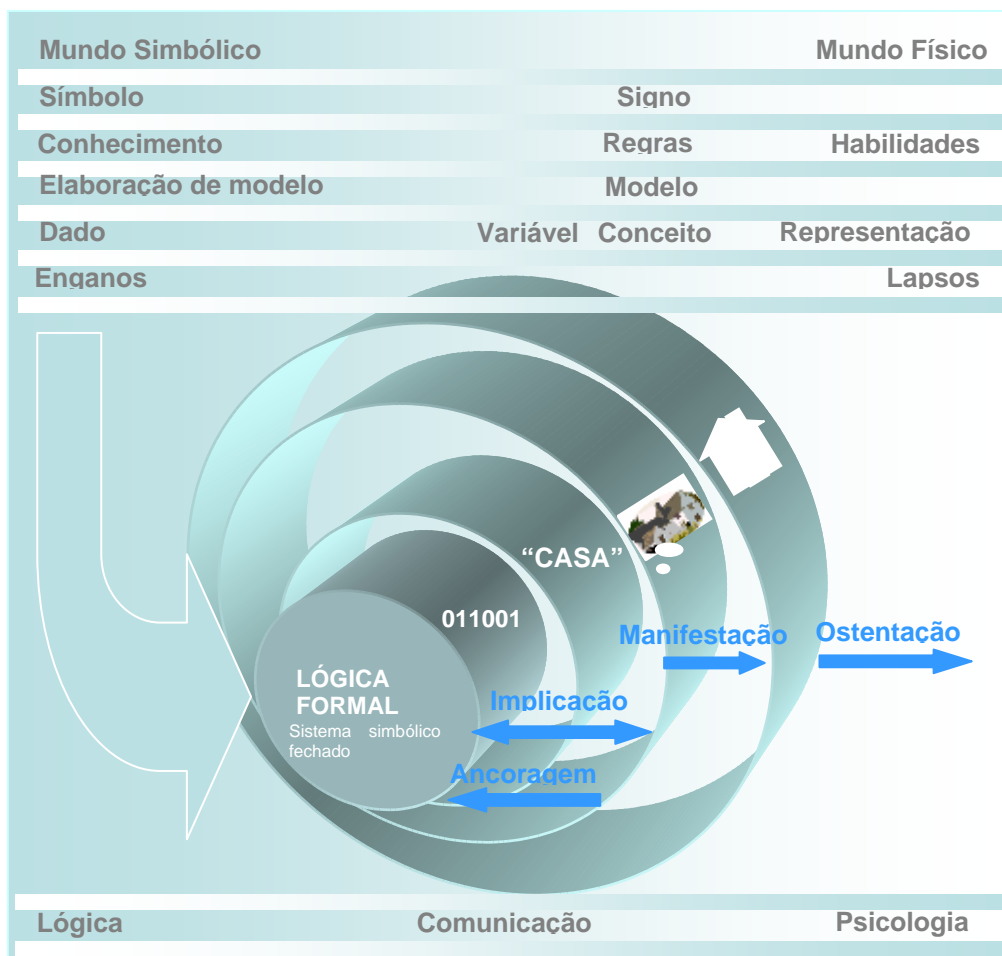


Figura 4.1 – Modelo de interface de usuário de um sistema digital com os processos cognitivos envolvidos.

4.2 QUANTO À HIPÓTESE H1.

Como os produtos baseados na tecnologia digital operam internamente segundo uma lógica formal, constituindo-se num sistema simbólico fechado, e por outro lado, o usuário humano acessa o mundo exterior através dos sentidos sensíveis apenas ao mundo físico, o qual ele estrutura e organiza através da linguagem. Dessa forma, a interface destes produtos é a maneira pela qual informações internas ao sistema simbólico podem emergir como parte do mundo físico a ser experimentado pelas pessoas, podendo, então, ser descritas pela linguagem natural. O levantamento realizado para verificação da hipótese H1 verificou a existência de efeitos do sexo e da idade dos

indivíduos e da própria função lógica a ser representada, sobre alguns aspectos da conversão lógica – linguagem natural, ou seja, da descrição textual de modelos lógicos.

De forma geral, independentemente de sexo e idade as pessoas tenderam a utilizar mais o termo condicionante “quando” do que o termo “se”, contrariando a expectativa. A interpretação dada é de que o termo “quando” tem maior carga semântica para expressão de causalidade física, trazendo atrelada, inclusive, a idéia de tempo. A incidência de erros de conversão, representação por formas textuais que não correspondem ao modelo lógico em questão, também não apresentou dependência significativa do sexo ou da idade dos indivíduos. Em sua maioria os erros consistiram em representações baseadas no modo *Ponendo Ponens*, típico do raciocínio prático humano que, por economia de esforço mental, preocupa-se apenas com as condições que tornam determinado evento verdadeiro. Por exemplo, ao descrever a função lógica E, o indivíduo diz apenas “a lâmpada acende quando as duas chaves estão ligadas” sem se preocupar em explicitar as condições nas quais a lâmpada não acenderá.

Embora estivessem diante de uma questão de lógica, logo, dissociada do mundo físico, as pessoas demonstraram apego à experiência do mundo físico para explicar as relações lógicas que lhes foram apresentadas. A lâmpada usada como signo para descrição do modelo lógico através da tabela verdade não foi tomada como simples argumento, mas sim como uma representação das lâmpadas do mundo físico. O apelo explícito à Física tem sua ocorrência influenciada tanto pelo sexo quanto pela idade do indivíduo. Indivíduos do sexo masculino e pessoas mais velhas têm maior tendência a procurar na experiência com o mundo físico a validação do modelo lógico com o qual se defrontam. Este aspecto pode ser aplicado pelo projetista de interface tanto no sentido de evitar modelos lógicos que contrariem a experiência do mundo físico como, aproveitar as analogias em favor do desempenho da interface.

A semântica usada para fazer referência ao estado das chaves apresentadas nas tabelas verdade do levantamento variou entre o rótulo (LIGA / DESLIGA) e a posição (para cima / para baixo) como decorrência da função lógica a ser representada e da idade do indivíduo. Pode-se estabelecer que diferentes funções lógicas levam as pessoas a diferentes graus de tendência ao uso de uma ou outra forma de representação textual do estado de atuadores de interfaces. O aumento da idade dos indivíduos aumentou a

tendência da menção dos rótulos para identificação dos estados dos atuadores podendo se tornar uma referência para o desenvolvimento de interface de produtos voltados a faixas específicas de idade dos usuários, aspecto que necessita ser testado para um espectro mais amplo de idades.

A forma de predicação, direta ou inversa, mostrou-se dependente da função lógica que está sendo descrita. Há necessidade de estudos complementares caso se deseje explicar esta relação.

A incidência de erros de descrição do modelo lógico não apresentou correlação significativa com qualquer uma das variáveis de independentes (idade, sexo, função) para a amostra estudada.

4.3 QUANTO À HIPÓTESE H2

A interação com interfaces acessadas por mapeamento direto (interfaces paralelas) e com interfaces por navegação (interfaces sequenciais) difere no uso que faz de diferentes recursos mentais do usuário. Enquanto a interação com interfaces paralelas requer do usuário atividade de busca visual e comparações iterativas com o item buscado sem a imposição de um modelo de busca, a interface seqüencial impõe ao usuário seqüências de decisões segundo um modelo hierárquico que deve ser por ele entendido na forma de um modelo de operação. Em interfaces com pequeno número de itens o tempo despendido com as sucessivas decisões de navegação e os respectivos tempos de clique, supera o tempo da busca visual necessário para que o usuário encontre o item certo na interface por mapeamento, mesmo na ausência de uma estrutura que oriente a busca. À medida que o número de itens das interfaces vai aumentando, no entanto, a rigidez da busca por navegação dá ao usuário possíveis rotas em direção ao item procurado, enquanto que na interface por mapeamento aumenta o desperdício de tempo com o vagueio pela interface em busca do item pretendido. Há, portanto, um número de itens a partir do qual a interface por navegação, com certa hierarquia de menu, passará a ter melhor desempenho, em termos de tempo de resposta do usuário do que uma interface por mapeamento com mesmo número de itens. Em

estruturas de menu com profundidade 3 e janela de texto de um item por vez, o número de itens da interface a partir do qual a organização sequencial, ou seja, operada por navegação se torna mais eficiente em termos de tempo de resposta do usuário é 141, como pode ser verificado no gráfico da figura 3.9.

Sendo a hierarquia do menu fixa e a janela de acesso de apenas um item, o tempo de resposta da ação do usuário torna-se, com boa aproximação, função do número de cliques necessário para navegar desde o topo do menu até o item selecionado.

O desempenho da interface depende do arranjo dos itens (funções) no menu. Para melhor desempenho, as funções mais utilizadas na execução das tarefas típicas da interface devem ser alocadas próximas à superfície do menu, onde podem ser acessadas com um número menor de cliques. Assim, os resultados encontrados são, em situação de utilização real, também dependentes das tarefas típicas realizadas através da interface.

O desempenho potencial da interface com 98 itens operada por navegação e, por conseguinte, das demais interfaces testadas, é inferior ao desempenho da interface com 98 itens operada por mapeamento, logo, o efeito da aprendizagem, em longo prazo, não fará com que os desempenhos se invertam, a exceção do caso de se usar a interface para a execução de algum tipo específico de tarefa onde a navegação seja a estratégia de acesso mais eficiente.

Nas interfaces com 98 itens testadas, a aprendizagem é mais efetiva nos menus por navegação até a décima tarefa, daí em diante o efeito da aprendizagem tende a ser semelhante em ambos os tipos de menu. Este deve ser o número médio de tarefas necessário para a formação do modelo da interface pelo usuário, daí em diante seu desempenho melhora apenas em função da memorização de posições de itens e marcos de referência nas trajetórias através do menu, bem como de aspectos motores, ambos de desenvolvimento mais lento. Depois de adquiridos os modelos das interfaces e das tarefas, a diferença de desempenho entre interfaces por mapeamento e por navegação com mesmo número de itens passa a ser constante e devida ao número de cliques necessários para atingir o item pretendido na interface por navegação.

O efeito da aprendizagem cessa para os dois tipos de interface a partir da tarefa de número 45 – figura 3.10.

A diferença da incidência de erros de operação do usuário nas interfaces por navegação testadas se mantém acima de 100% em relação às interfaces por mapeamento.

Esta diferença se deve ao fato da interface por navegação ser mais propensa a alguns tipos de enganos e lapsos de operação. A interface por navegação mostrou-se particularmente sensível aos lapsos de repetição automatizada – repetição da tarefa anterior, e de ativação indevida – ativação involuntária do botão “CONFIRMA” durante a navegação. A incidência de enganos pode ser creditada a dois fatores distintos, devido ao desconhecimento do modelo da interface nas tarefas iniciais, e devido a semelhanças conceituais ou fonéticas entre o item correto e o item selecionado. A interface por navegação também leva os usuários a um número maior de desistências na execução das tarefas por se perderem na hierarquia do menu, ou por acharem demasiado custosa a execução da tarefa.

4.4 QUANTO À HIPÓTESE H3

Os experimentos relativos à hipótese H3 deste trabalho permitem chegar a algumas conclusões aplicáveis no desenvolvimento de interfaces de usuário, como critérios de projeto quanto ao tipo de signos usados na rotulagem. Os diferentes tipos de signos demonstraram possuir diferentes características de desempenho quanto ao tempo de resposta, à incidência de erros de operação do usuário e quanto ao perfil de aprendizagem.

Assim, na rotulagem de interfaces de uso ocasional, como em alguns equipamentos públicos e dispositivos de emergência, nos quais seja importante um pequeno tempo de resposta na ação do usuário esporádico, a forma ideal de rotulagem é por texto alfabético, pois, pelo fato de ter interpretação simbólica, não há a necessidade do preenchimento de uma lacuna interpretativa, como acontece quando se recorre ao

uso de signos metafóricos ou metonímicos, o que dá maior segurança na interpretação e diminui os tempos de reação nas primeiras interações.

Quando o uso de um equipamento tende a ser continuado, podendo acomodar um estágio de aprendizagem durante o qual o tempo de reação do usuário inclui o tempo de interpretação, os signos que oferecem melhor desempenho em tempo de resposta, a longo prazo, são aqueles veiculados por desenhos icônicos. Isto, como previsto, ocorre devido à separação metafórica ou metonímica que recorrem a poucas características do veículo para suscitar o objeto pretendido, o que agiliza a sua identificação.

O desempenho social das interfaces quanto ao tipo de rotulagem, ou seja, o desempenho médio obtido com um conjunto de usuários distribuídos igualmente entre experientes e iniciantes, ocorre nas seguintes ordens crescentes de desempenho:

Quanto ao tempo de resposta:

- Desenhos pictóricos
- Fotografias
- Textos alfabéticos
- Desenhos icônicos

Quanto à incidência de erros de operação:

- Desenhos icônicos
- Fotografias
- Desenhos pictóricos
- Textos alfabéticos.

Nas interfaces através das quais sejam executadas tarefas sensíveis a erros, a maior segurança é obtida pelo uso de rotulagem por texto alfabético. Embora mais difícil de discriminar visualmente para identificação entre os demais elementos da interface, que funcionam como distraidores, os signos veiculados por textos alfabéticos produzem uma quantidade menor de erros de operação por não permitirem interpretação subjetiva, ou diminuírem o espaço da mesma característica que pode compensar a menor universalidade desta forma de representação.

Foi verificada a afirmação peirceana de que, com o uso, todos os signos tendem a serem tratados como símbolos, pois, encerrada a etapa de aprendizagem onde há interpretação metafórica ou metonímica, os tempos de resposta dos quatro tipos de signo tornam-se próximos, mantendo entre si apenas uma diferença provavelmente devida à tarefa de identificação visual inerente.

Rotulagens usando signos veiculados por fotografias coloridas ou desenhos pictóricos em preto e branco têm o mesmo desempenho social, ou visto de outra forma, mantêm desempenhos semelhantes ao longo de toda a curva de aprendizagem. Uma explicação possível para tal, é o fato de que a cor, se por um lado diminui a distância interpretativa entre veículo e objeto, por outro lado, agrega informação extra a ser processada, características com efeitos antagônicos em termos de tempo de resposta do usuário.

De forma geral, conclui-se que os objetivos motivadores das hipóteses foram alcançados, tendo os resultados experimentais convergido para o esperado. Apenas as análises da incidência de erros de operação em função do tipo da interface, sua quantidade de itens e signos usados na rotulagem, não alcançou o nível de significância p de 0,05, porém, no estudo da rotulagem, o valor de p se manteve abaixo de 0,1 em todos os casos, o que permite que os dados não sejam descartados como critério de projeto no desenvolvimento de interfaces.

4.5 SUGESTÕES DE CONTINUIDADE DOS ESTUDOS

4.5.1 Aspectos Lógicos

Uma forma imediata de expandir os estudos realizados sobre a relação entre os modelos lógicos e sua representação em linguagem natural é abrangendo uma maior faixa etária de participantes. Isto permitirá reforçar as conclusões já obtidas, bem como obter novas informações sobre intervalos não pesquisados, como idosos e,

principalmente, crianças, idade na qual dados atuais têm divergência sobre a capacidade de formação de modelos lógicos. Uma outra linha pode ser a pesquisa do processo inverso ao estudado neste trabalho, ou seja, o processo de formação de modelos lógicos a partir de uma descrição em linguagem natural. Como a descrição em linguagem natural pode ser feita usando uma quantidade de textos diferentes grande o suficiente para inviabilizar uma pesquisa exaustiva, um possível ponto de partida são as formas usadas pelos sujeitos para descrever os modelos usados no estudo já realizado.

Outra vertente que se pode considerar promissora para estudos é o desenvolvimento de sistemas tecno-lógicos com ancoragem no mundo físico, ou seja, sistemas que consigam operar sobre variáveis com algum conteúdo semântico. Este enfoque parece delinear-se como a solução para interfaces de sistemas de alta complexidade no futuro constituindo-se em amplo campo de pesquisa. As bases filosóficas para esta abordagem podem ser retiradas da obra Kantiana *Crítica da Razão Pura*, em especial na diferenciação entre conhecimento *a priori* e conhecimento *experencial*, enquanto que o suporte técnico virá das ferramentas de Inteligência Artificial.

4.5.2 Aspectos de Estrutura

Os estudos comparativos de eficiência de diferentes estruturas de menu das interfaces podem ser ampliados de forma a disponibilizar mais informações sobre o processo de navegação em interfaces seqüenciais. Isto pode ser conseguido adaptando-se o ambiente computacional já desenvolvido para rastrear toda a trajetória realizada pelo sujeito até sua escolha final, no menu. Também pode ser explorado o uso de interação usando acordes – acionamento simultâneo de mais de um atuador da interface – buscando estabelecer sua eficiência em comparação às demais formas de interação. A análise do desempenho das várias formas de menu e de interação também pode ser feita testando-se a realização de tarefas típicas, buscando-se estabelecer as formas de menus e de interação mais interessantes em cada caso.

4.5.3 Aspectos de Comunicação

Quanto aos aspectos de comunicação e semiótica, pode-se sugerir a realização de estudos que busquem isolar efeitos que, nos estudos realizados, aparecem de forma acoplada, como, por exemplo, os efeitos de ostensividade e manifestação dos diferentes signos, e as características de desempenho do usuário ligadas ao processamento mental em relação àquelas de caráter motor. Ainda, quanto às características de comunicação, pode-se estudar como se dá e como evolui a apreensão de um novo símbolo por um operador humano acompanhando seu desempenho ao longo de uma curva de aprendizagem.

4.5.4 Refinamento do modelo teórico

Pode-se, finalmente, sugerir o refinamento do modelo da figura 4.1 explorando ainda mais as ligações entre as teorias envolvidas e suas aplicações na ergonomia de interfaces de usuário no que toca à questão cognitiva. Tal refinamento pode configurar oportunidade de pesquisa que gere conhecimento novo, aplicável ao entendimento da relação homem / sistemas automáticos e, por consequência, no projeto de interfaces de usuário a partir de bases teórico-científicas. A partir da aplicação do modelo proposto, a interface de usuário passa a ser entendida não como uma instância única, mas como uma série de camadas onde ocorrem diferentes etapas da interação homem – sistema, dando a oportunidade de que cada uma destas etapas possa ser melhorada.

REFERÊNCIAS

- ARNASON, D.** Semiotics: The System of Signs. Disponível em http://130.179.92.25/Arnason_DE/Saussure.html Acessado em 15/03 /2002.
- BARBOSA, Simone D. J. e Souza, Clarisse S. de.** Extending Software Through Metaphors and Metonimies. **Proceedings of The ACM International Conference on Intelligent User Interfaces – New Orleans, 2000, 13 – 20.**
- BERNARD, Michael.** Examining the Effects of Hypertext Shape on User Performance. *Usability News*, 4.2, 2002. Disponível em <http://psychology.whichita.edu/surl/usabilitynews/42/>. Acessado em 22 / 10 / 2204.
- BOOLE, George. 1847.** The Mathematical Analysis of Logic. **Bristol: Thoemmes Press, 1998.**
- BOOLE, George. 1854.** An Investigation of the Laws of Thought. **New York : Dover, 2000.**
- BOOLE, George. 1848.** The calculus of logic. Cambridge and Dublin Mathematical Journal. Vol III, p 183-198. Disponível em www.maths.tcd.ie/pub/HistMath/People/Bolle/CalcLogic/CalcLogic.html, acessado em 06/09/2001.
- BRONCKART, Jean-Paul.** Teorias da ação, da fala, da linguagem natural e do discurso. **WERTSCH, James V. et ali.** Estudos Socioculturais da Mente. **Porto Alegre: Artmed, 1998.**
- BUYUKKOKTEN, Orkut et all.** Accordion Summarization for End-Game Browsing on PDAs and Cellular Phones. **Proceedings of The ACM Conference on Human Aspects in Computing Systems 2001, 113 – 220.**
- CHAIB-draa, B. e LEVESQUE, P.** Hierarchical Model and Communication by Signs, Signals and Symbols in Multiagent Environments. **Ulaval Departement d'informatique, and autom.vol. 2, 1986, pp. 14-23. 3**
- CHANDLER, Daniel.** Semiotics for Beginners. Disponível em www.aber.ac.uk/media/Documents/S4B Acessado em 14/03/2005.
- CHAU, Marilena.** Convite à Filosofia. São Paulo: Ática, 1995.
- CHEN, Chaomei.** From Latent Semantics to Spatial Hypertext – An Integreted Approach. **The 9th Conference on Hypertext - Pittsburg, ACM Press, 1998, 77 – 86.**

CHEN, Chaomei e Czerwinski, Mary P. Empirical Evaluation of Information Visualizations: An Introduction. **International Journal on Human – Computer Studies**, 53, 2000, 631 – 635.

CHEN, Chaomei. Footprints of Information Foregers: Behaviour of Visual Exploration. **International Journal on Human-Computer Studies**, 57, 2002, 139 – 163.

CRIBBIN, Timothy e CHEN, Chaomei. **A study of navigation strategies on spatial-semantic visualisations.** Proceedings of the 9th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International '2001). August 5-10, 2001. New Orleans, Louisiana, USA. LEA, v. 1. pp. 948-952.

CRIBBIN, Timothy e CHEN, Chaomei. **Exploring cognitive issues in visual information retrieval.** Proceedings of the 8th IFIP TC.13 Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT' 2001). Hirose, M. (Ed.) July 9-13, 2001. Tokyo, Japan. IFIP, pp. 166-173.

DAVENPORT, David. Symbols, Signs and Cognition. **Technical Report Bilkent University – CEIS 18, 1994.**

HOGARTH, Robin. **Judgement and Choice.** New York: John Wiley & Sons, 1988.

HOCHHEISER, H. e SHNEIDERMAN, B. **Performance Benefits Over Sequencial Menus as Task Complexity Increases.** International Journal of Human Computer Interaction, 2000.

JONES, Matt *et all.* **Improving Web Interaction on Small Displays.** Proceedings of The 8th International World Wide Web Conference, 1999, 51 – 59.

JOHNSON, Steven. **Cultura da Interface.** Rio de Janeiro: Jorge Zagar, 2001.

JORDAN, Patrick W. **An Introduction to Usability.** Londres: Taylor e Francis, 1998.

KÖCHE, José C. **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo: Vozes, 2001.

LAGE, Nilson. Fundamentos cognitivos da informação - Notas de aula. 2001.

LEECH, Geoffrey. **Principles of Pragmatics.** New York: Longman, 1995.

LIN, L., e LEVIN, J. **Consistency vs. Multiplicity in Interface Design: Limitations of Single Interface Design.** The CHI Conference – Seattle, 1990. Disponível em <http://www.Irs.ed.uiuc.edu/Papers/Lin-Levin/Lin-Levin.html>. Acessado em 05/07/2002.

MARTEL, Adrian. Application of Ergonomics and consumer feedback to product design at Whirpool. STANTON, Neville. **Human Factors in Consumer Products.** Southampton: Taylor & Francis, 1999.

MILLER, Craig S. e REMINGTON, Roger W. **Modeling Information Navigation: - Implications for Information Architecture**. Disponível em <http://www.facweb.cs.depaul.edu/cmiller/hci2004.pdf>. Acessado em 05/10/2004.

MILLER, George, A. **The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information**. *The Psychological Review*, 1956, 63, 81 – 87. Disponível em <http://www.well.com/users/smalin/miller.html>. Acessado em 14/10/2004.

NORMAN, Donald. **The Psychology of Everyday Things**. United States: Basic Books, 1988.

PECKHAUS, Volker. **19th century logic – between philosophy and mathematics**. Disponível em http://www.phil.uni-erlangen.de/~p1phil/personen/peckhaus/texte/logic_phil_math.html. Acessado em 12/04/2003.

PEIRCE, Charles S. **Semiótica - Estudos**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

PREM, Erich. **Dynamic Symbol Grounding, State Construction and the Problem of Teleology**. 1995.

PREM, Erich, **Symbol Grounding and Transcendental Logic**, in Niklasson L. & Boden M.(eds.), *Current Trends in Connectionism*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1995, 271-282.

RASMUSSEN, Jens. **Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Others Distinctions in Human Performance Models**. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, smc13, 1983.

ROTH, Emilie M. *et all*. **Cognitive Engineering: Issues in User-Centered System Design**. In J. J. Marciniak, *Encyclopedia of Software Engineering*, 2a ed. Nova Yorque: John Wiley & Sons.

SAUSSURE, Ferdinand de. 1910. **Third Course of Lectures on General Linguistics**. Disponível em www.marxiists.org/reference/philosophy/works/fr/sassure.htm , acessado em 15/04/2003.

Souza, Clarisse S. de. **The Semiotic Approach of Human – Computer Interaction**. Disponível em <http://www.peirce.inf.puc-rio.br/chi2000ws6/ppapers/>, acessado em 14/10/2004.

SPERBER, Dan e WILSON, Deirdre. **Relevance – Communication & Cognition**. Blackwell, 1986.

STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

VASILESCU, Raluca. 1997. **Metaphor understanding – a cognitive science perspective**. Disponível em www.cs.cmu.edu/~ralucav/ , acessado em 15/05/2003.

TSUNODA, Tadanobu. Uma abordagem sobre um sistema sensório-motor integrado ao cérebro central humano e um computador subconsciente. In : WERTSCH, James V. et ali. Estudos Socioculturais da Mente. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAPHIRIS, Panayiotis *et all*. **Expandible Indexes Versus Sequential Menus for Searching Hierarchies on the World Wide Web**. Behaviour and Information Technology, 2002, 185 – 201, Taylor and Francis, Londres.

ZAPHIRIS, Panayiotis e MTEI, Lianaeli. **Depth vs Breadth in the Arrangement of Web Links**. Proceedings of the 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, HFES. San Diego, 2000.