

## 4

### **Aspectos Ergonômicos da Interação Humano-Computador**

O ser humano lida com uma enorme sobrecarga de informação no seu dia-a-dia e esse volume tem se tornado cada vez maior.

“Durante uma entrevista nos anos 50, Albert Einstein declarou que três grandes bombas haviam explodido durante o século XX: a bomba demográfica, a bomba atômica e a bomba das telecomunicações. Aquilo que Einstein chamou de bomba das telecomunicações foi chamado por Roy Scott (um dos pioneiros e principais teóricos da arte em rede), de “segundo dilúvio”, o das informações. (...) A quantidade bruta de dados disponíveis se multiplica e se acelera. A densidade de links entre as informações aumenta vertiginosamente nos bancos de dados, nos hipertextos e nas redes. Os contatos transversais entre os indivíduos proliferam de forma anárquica. É o transbordamento caótico das informações (...).”

Pierre Lévy, 2000

Podemos dizer que temos hoje muito mais informações disponíveis do que conseguimos assimilar. E o pior é que boa parte desse montante precisa ser absorvido de alguma forma. A busca pela informação desejada, a filtragem da informação objetivada, diante de um volume tão grande de coisas, precisa ser facilitada.

Como podemos verificar em MORAES E MONT’ALVÃO (2000), “a Ergonomia como ciência trata de desenvolver conhecimentos sobre as capacidades, limites e outras características do desempenho humano, que se relacionam com o projeto de interfaces, entre indivíduos e outros componentes do sistema. Desta forma a Ergonomia se torna relevante para o design, pois trata das habilidades, limitações e outras características humanas.” (MORAES E MONT’ALVÃO, 2000). Para então se entender essas capacidades e limitações, é preciso primeiro conhecer alguns aspectos fundamentais do Sistema Humano de Processamento de Informações.

“A Psicologia Cognitiva é o estudo de como as pessoas pensam e aprendem. Ela está para o trabalho em psicologia cognitiva durante várias décadas onde temos apreciado que nós não podemos simplesmente impor o design ao usuário. Pessoas são partes ativas do sistema e, porque elas são muito menos previsíveis

e menos bem compreendidas que os computadores e outras partes tecnológicas do sistema, elas requerem ainda mais estudo e entendimento. Usuários chegam a qualquer novo produto com idéias pré-concebidas baseadas em suas experiências anteriores. Eles interpretam o que vêem numa interface e delineiam suas próprias conclusões sobre como aquilo irá funcionar, o que pode ser diferente das intenções dos designers – os usuários pautam suas ações baseadas nas suas conclusões, não nas intenções dos designers. A psicologia cognitiva nos mostra que precisamos aceitar os usuários como uma realidade porque são eles e não os designers (nem os supervisores), que irão no final determinar como o produto será usado, ou não.”

JoAnn T Hackos e Janice C Redish, 1998

O objetivo deste capítulo é obter um panorama geral da Psicologia Cognitiva, numa abordagem ergonômica, entendendo o raciocínio humano em termos de usabilidade dentro do campo da Interação Humano-Computador.

## 4.1

### Sistema Humano de Processamento de Informações

A mente humana possui uma capacidade quase infinita de armazenar informações, mas a maneira como essas informações são guardadas (memorizadas) para serem posteriormente acessadas (lembradas) é que corresponde ao grande desafio dos profissionais que lidam com a Arquitetura da Informação.

MORAES e PEQUINI (2000) dividem o trabalho mental humano em duas categorias: o trabalho mental propriamente dito e o processamento da informação como parte do sistema homem-máquina.

1. Trabalho mental: exige um grau de criatividade, seja maior ou menor. A informação recebida deve ser combinada com o conhecimento já armazenado no cérebro e submetido à memória de uma nova maneira. São fatores decisivos do processo o conhecimento, a experiência, a agilidade mental e a habilidade para pensar e formular novas idéias;
2. Processamento de informações: de acordo com GRANDJEAN (1988), os elementos fundamentais do processamento da informação como parte dos sistemas homem-tarefa-máquina são: a percepção, a interpretação e o processamento mental da informação transmitida pelos órgãos sensoriais. Este processamento consiste na combinação de novas

informações com aquilo que já é sabido, fornecendo desta maneira as bases para tomada de decisão.

RASMUSSEN (1986, apud MONT'ALVÃO, 2001) apresenta o raciocínio humano e suas associações de organização de memória em três níveis, também utilizado por SUTCLIFFE (1995):

- Nível de Habilidade: Depois que alguma experiência foi adquirida – problemas sempre resolvidos – as regras e soluções começam a ser armazenadas na memória como processos. Existe um conhecimento dominado considerável numa forma extremamente estruturada da memória. O procedimento de nível de habilidade apenas requer reconhecimento e resgate do procedimento correto. Ex.: O acionamento do botão “Voltar” (*Back*) do navegador quando, numa interface web, o usuário não encontra o que procurava ou acessa a página errada.
- Nível de Regra: existe algum conhecimento do assunto ou o problema em questão, mas o conhecimento é fragmentado como fatos isolados e regras em tipos de formatos declarativos. Ex.: Num site universitário, quando a pessoa procura por links conhecidos como “Contato” para mandar um e-mail para alguém na universidade.
- Nível de Conhecimento: Existe um pequeno domínio específico do conhecimento na memória, a pessoa então precisa resolver problemas a partir de princípios primários, utilizando heurísticas e conhecimentos gerais. Este nível de raciocínio exige atenção consciente e é sempre difícil. Ex.: Num site universitário, quando o usuário busca por uma informação conhecida, como Datas do Vestibular.

Segundo MONT'ALVÃO (2001), de forma geral, no comportamento baseado em regras, o usuário quase sempre se pauta no conhecimento adquirido (*know-how*). Esse tipo de conhecimento é também chamado por NORMAN (1990) de conhecimento do “que”, ou declarativo. Ele é fácil de ser ensinado e escrito. Já no caso do desempenho baseado em habilidades, o usuário não é capaz de descrever como controla o sistema, nem em que se baseia para desempenhar esta interação. NORMAN (1990) chama de conhecimento do “como” ou procedural que, “sendo um tipo de conhecimento largamente subconsciente, é difícil ou mesmo impossível de ser ensinado”. É normalmente demonstrado e aprendido pela prática.

MONT'ALVÃO (2001) coloca que o desempenho baseado no conhecimento ocorre em situações nas quais o usuário não está familiarizado com o sistema, ou nas quais não há regras ou *know-how* previamente estabelecidos. "Este nível de conhecimento pode ser considerado como baseado em modelos" (Modelo Mental). "Nesta situação, o objetivo é formulado, estabelecido, e o usuário desenvolve um 'plano', baseado geralmente em tentativa e erro, no qual o desenvolvimento se pautará no modelo mental do usuário, frente àquela situação." Veja mais no item Modelo Mental, neste capítulo.

## 4.2

### **Memória: o Armazenamento Seletivo de Informações**

O ergonomista GRANDJEAN (1988, apud MORAES e PEQUINI, 2000) define a memória como um processo de armazenamento seletivo de informações que chegam ao cérebro. Não se sabe, entretanto, como ocorre esta seleção. No entanto, pode-se afirmar que o processo está sujeito às emoções do momento. Mais ainda, para que se armazenem informações, estas devem apresentar alguma relevância em relação ao estoque já existente.

O modelo atual de análise do Sistema Humano de Processamento de Informações sugere a existência de dois tipos de memória: a de Curta Duração (ou recente) e a de Longa Duração. A Memória de Curta Duração (MCD) depende em número de outros depósitos que podem ser categorizados, de um modo geral, como registros de inputs e outputs. O Modelo de Processamento da informação deverá ser usado para armazenar a memória numa perspectiva de percepção e cognição.

#### 4.2.1

##### **Memória de Curta Duração (MCD)**

De uma forma bastante genérica, pode-se dizer que Memória de Curta Duração é aquela que se refere a lembranças imediatas de acontecimentos instantâneos, de eventos que ocorreram há alguns minutos ou há uma ou duas horas.

Segundo GRANDJEAN (1998, apud MORAES e PEQUINI, 2000), no processamento ocorrido na Memória de Curta Duração, “a informação recebida deixa uma pista que continua a circular como um estímulo dentro de uma rede de neurônios e que, através de um *feedback*, pode ser recuperada na esfera da consciência a qualquer momento, num prazo de algumas horas.”

SUTCLIFFE (1995) compara a Memória de Curta Duração à memória RAM dos computadores, colocando-a, em outras palavras, como a “memória de trabalho do processador central”. Como a MCD precisa armazenar informações vindas de muitos lugares, sua capacidade torna-se pequena e perde seus conteúdos, a menos que seja refrescado frequentemente. Do contrário, o processo se dará por uma “regravação” constante.

Por este motivo o reservatório de Memória de Curta Duração é degradável. “Períodos de horas ou mesmo semanas podem ser perdidos da memória. Existe um período durante o qual as memórias estão sendo consolidadas ou gravadas no cérebro e, durante este período, elas estão vulneráveis e passíveis de destruição. Posteriormente elas se tornam mais estáveis e surpreendentemente resistentes e passam a constituir então a Memória de Longa Duração.” (MORAES e PEQUINI, 2000)

#### 4.2.2

#### **Memória de Longa Duração (MLD)**

Para rememorar eventos meses ou anos após a sua ocorrência, lança-se mão da Memória de Longa Duração: o principal depósito de arquivos do sistema humano. Segundo SUTCLIFFE (1995), a MLD possui quase que uma capacidade infinita, já que ninguém até hoje conseguiu demonstrar seu limite máximo.

THOMPSON (apud MONK, 1985) coloca que a Memória de Longa Duração emprega um código semântico e um material arquivado de maneira extremamente organizada. Falhas de memória parecem ser mais um problema de resgate do que já está armazenado, do que de registro de memória.

SUTCLIFFE (1995) coloca que o resgate de fatos da memória pode ser consideravelmente rápido, especialmente para itens e procedimentos usados com frequência, podendo ser lento, especialmente em pessoas mais velhas.

### 4.2.3

#### **Organização da Informação: O Sistema de Memorização**

Sabe-se que a mente humana possui um formato de rede de nós que se relacionam paralelamente como parentes irmãos, aproximando itens afins. Isso é uma evidência de que a rede humana de células nervosas muda suas propriedades de conexão durante o aprendizado. A memorização e o aprendizado então podem existir pela formação de caminhos complexos na rede neural. O esquecimento, de outro lado, acontece quando os links decaem com a idade ou encontram-se formados de maneira pouco consistentes (SUTCLIFFE, 1995).

Uma analogia é considerar a Memória de Longa Duração como um tipo sofisticado de rede de base de dados com caminhos de acesso como um encadeamento de indicadores para a informação. Conforme nos tornamos especialistas em um assunto, formamos um rico modelo interconectado para descrever o assunto e nos ajudar a resolver problemas.

Uma propriedade geral da memória é que guardamos apenas descrições parciais das coisas que serão lembradas depois, descrições que são suficientemente precisas para trabalhar no momento que alguma coisa é aprendida, mas que pode não funcionar mais tarde, quando novas experiências também deverão ser encontradas e adicionadas na memória.

Segundo DAS *et al* (2001), o cérebro não exatamente armazena lembranças, mas traços da informação que serão usados mais tarde para criar memórias, que nem sempre expressam uma imagem completamente verídica da realidade experimentada no passado.

### 4.2.4

#### **Lembrança: o Resgate da Informação**

A lembrança de fatos nunca é instantânea; ao contrário, ela aparece alguns instantes depois de um primeiro esforço de resgate. Segundo SUTCLIFFE (1995) no momento da intervenção, quando a atenção está dedicada a outras coisas, o processador de memória em “background” deverá ser convocado a efetuar uma difícil busca na Memória de Longa Duração. Itens usados freqüentemente ou recentemente são mais fáceis de ser resgatados, já que a memória parece ser ativada pelo uso.

A memória então parece ter um processo em duas fases:

- Identificação: a ativação inicial da memória é traçada por pistas
- Lembrança: o resgate da informação em si

Por isso muitas vezes parece que temos um fato na ponta da língua, mas não conseguimos lembrar.

Na memória usada freqüentemente, tanto a identificação como a lembrança são tão rápidas que não se percebe qualquer diferença. Os itens memorizados são localizados por um processo de ativação, um processo de busca. Existem também evidências de uma "ativação por difusão": a lembrança de um fato sempre ajuda a lembrar de outros itens relacionados. "É como uma grande rede de fatos interconectados que se tornam sensíveis pelo uso" (SUTCLIFFE, 1995).

As informações necessárias para operação de um determinado sistema são pinçadas da Memória de Longa Duração, conforme a necessidade e relevância. Para que um sistema seja de fácil uso deve-se assegurar que o modelo de construção do sistema seja compatível com o do próprio usuário, de forma que esse processo de decodificação seja fácil e coerente.

"A memória é a maior limitação quando se trata de desempenho humano e o desenvolvedor deve sempre pensar sobre como a carga do sistema desenvolvido sobrecarrega o usuário. Para diminuir essa carga é necessário permitir que as características de vários depósitos estejam envolvidas. Todavia, a Memória de Longa Duração apenas será efetivamente decodificada para o que for significativo para o usuário. Se um determinado material insignificante deve ser lembrado temporariamente, então o conhecimento das características da memória de Curta Duração também se torna relevante"

THOMPSON (apud MONK, 1985).

### 4.3

#### **Modelo Processador Humano**

CARD et al (1983) desenvolveu o Modelo Processador Humano (Figura 03) que foi também utilizado e aprimorado posteriormente por vários autores, como MAYHEW (1992) e SUTCLIFFE (1995). Este possui basicamente três subsistemas principais, sintetizados para sistemas de Interface Humano-Computador da seguinte forma:

Ler - Examinar	=>	Sistema Perceptivo (ou Processamento Sensório - SUTCLIFFE)
Pensar	=>	Sistema Cognitivo (ou Processador Cognitivo – SUTCLIFFE)
Responder	=>	Sistema Motor

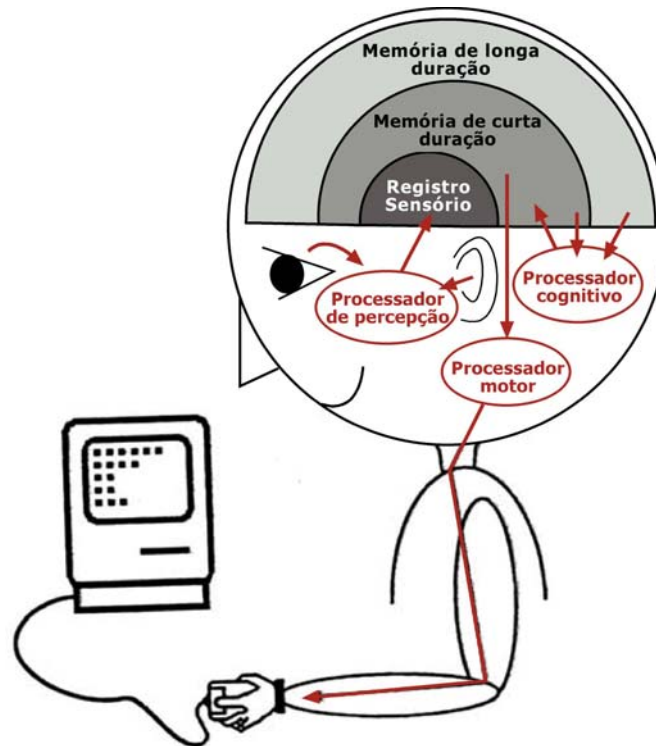


Figura 03: De CARD, "O Modelo Processador Humano: Um Modelo para fazer Cálculos de Engenharia da Performance Humana" (1981, apud MAYHEW, 1992)

Segundo CARD, MORAN e NEWELL (1983), em algumas tarefas (como pressionar um botão para ligar um computador), as pessoas precisam se comportar como um processador serial, agindo em seqüência. Em outras tarefas integradas (como escrever, ler, traduzir simultaneamente), é possível uma operação paralela dos três subsistemas, na forma de três processadores paralelos: a informação flui constantemente do *input* para o *output* com um característico pequeno atraso, mostrando que todos os três processadores estão trabalhando simultaneamente.

As memórias e os processadores são descritos por poucos parâmetros. Os mais importantes parâmetros de memória são:

- A capacidade de armazenamento de itens
- O tempo que cada item leva para entrar em decadência



- O tipo de código principal (físico, acústico, visual, semântico)

Os autores tomam como exemplo a utilização de um terminal de computador quando, ao interpretar um símbolo qualquer na tela de vídeo, o usuário aperta a barra de espaço do teclado. E descrevem o ciclo de interação, apresentando o Modelo em etapas, como mostrado na Figura 04.

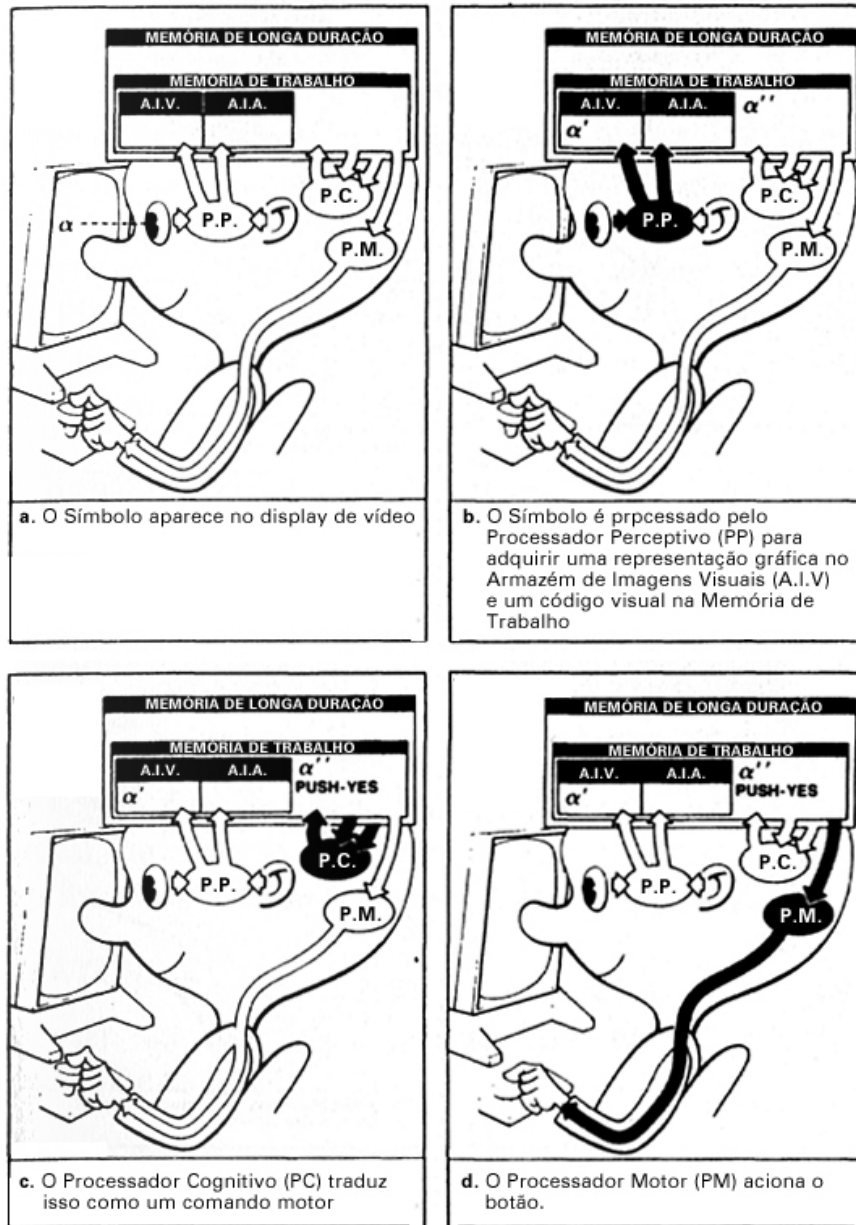


Figura 04: Análise da simples reação-tempo usando o Modelo Processador Humano (CARD, MORAN and NEWELL, 1983). A.I.V.: Armazém de Imagens Visuais; A.I.A.: Armazém de Informações Auditivas; P.P.: Processador Perceptivo; P.C.: Processador Cognitivo; P.M.: Processador Motor.

O usuário está prestando atenção à tela do computador (Figura 04a). Quando alguma descrição física da letra A (apresentada como ALPHA) aparece,

ela é processada pelo Processador Perceptivo (PP), elevando-a para uma representação fisicamente codificada do símbolo (apresentada como ALPHA´) no Armazém de Imagens Visuais (AIV) e pouco depois para um símbolo visualmente codificado (descrito como ALPHA´´) na Memória de Trabalho (Figura 04b). Esse processo requer um ciclo de Processamento Perceptivo. A ocorrência desse estímulo faz a conexão com uma resposta (Figura 04c), requerendo um ciclo de Processamento Cognitivo. O sistema motor então realiza o movimento físico de apertar a tecla (Figura 04d), requerendo um ciclo de Processamento Motor.

Este exemplo utiliza uma possibilidade simples, onde qualquer símbolo que apareça na tela deve disparar uma ação. Essa tarefa poderá envolver interpretação e raciocínio caso o usuário deva, por exemplo, acionar comandos diferentes para símbolos diferentes.

### 4.3.1

#### Sistema Perceptivo

O Sistema Perceptivo poderia ser descrito como inputs visuais e auditivos. Ainda de forma abstrata, sem nenhum significado, haveria uma Memória de Curta Duração associada a eles (Registro Sensório, segundo MAYHEW, 1995 ou buffers – espaços temporários para registros de memória - segundo CARD *et al*, 1983). Esta memória forma registros de input e output do sistema humano, armazenando imagens abstratas na memória visual de curta duração e sons na memória auditiva de curta duração. Os *inputs* registrados nesses depósitos (ou armazéns) irão constituir a Memória de Trabalho. Embora esses registros possam ter um alto nível de detalhe, sua memória possui uma vida muito curta: estarão ativadas enquanto em uso (em trabalho).

Quando uma informação familiar ou reconhecível atinge a consciência, acontece um processo muito complicado de análise que pode ser chamado de reconhecimento padrão, que cria um poderoso uso de contexto e conhecimento. “É um alto tipo de processamento ativo e está apto a tolerar informações vindas, tanto ambíguas quanto incompletas” (MAYHEW, 1992). É um processo que envolve a Cognição.

### 4.3.2

#### **Sistema Cognitivo**

Quando essa informação é passada para uma Memória de Curta Duração central para interpretação, ela passa a figurar no Sistema Cognitivo, sendo a informação em uso armazenada temporariamente na Memória de Curta Duração. “Esta não é apenas um depósito de registro, mas também um processador; é nela que desempenhamos operações mentais conscientes, é lá onde pensamos” (MAYHEW, 1992). O Processador Cognitivo executa a maior parte das ações que são consideradas linguagens de pensamento de todos os dias.

CARD *et al* (1983) afirmam que o Sistema Cognitivo recebe a informação decodificada simbolicamente dos armazéns sensoriais de imagens na sua Memória de Trabalho e usa informações armazenadas anteriormente na Memória de Longa Duração (LTM) para tomar decisões sobre como responder.

Segundo MAYHEW (1992), existem quatro processos primários do Sistema Cognitivo que são de importância para a realização de tarefas computadorizadas: Atenção Seletiva, Aprendizado, Solução de Problemas e Linguagem.

#### 4.3.2.1

##### **Atenção Seletiva**

Nos permite selecionar informações que penetram através do Sistema Perceptivo. Como a Memória de Curta Duração possui uma capacidade extremamente limitada frente à imensa quantidade de informação que é recebida a todo instante pelo Sistema Perceptivo, o nosso sistema deve possuir uma forma de selecionar o que armazenar e processar ou a MCD ficará rapidamente sobrecarregada. Segundo MAYHEW (1992), “a atenção seletiva é um mecanismo adaptativo bastante poderoso, que permite concentrarmos nossos recursos cognitivos em um único e mais importante canal enquanto monitoramos nosso entorno atentos a sinais que tenham maior prioridade.” Segundo a autora, isso não quer dizer que não estejamos recebendo outras informações de outros canais, mas sim que estejamos processando inconscientemente tudo o que está acontecendo no ambiente em um nível semântico.

#### 4.3.2.2

##### Aprendizado

Nos permite memorizar e aprender novas informações. Segundo MAYHEW (1992) o termo aprendizado “engloba uma grande variedade de fenômenos, desde a simples memorização até o complexo aprendizado de regras para aquisição de habilidades mentais ou motoras”.

O aprendizado e memorização constituem um processo de esforço freqüente. Muitos aprendizados se dão por associação, onde os fatos são agrupados para prover um caminho de acesso na rede neural. Segundo SUTCLIFFE (1995), existem evidências experimentais que mostram que a lembrança se dá mais facilmente quando existe um bom número de caminhos separados de acesso à informação, ou quando um caminho de acesso é usado com freqüência. Esse fenômeno se dá pelo raciocínio executado durante a memorização, que irá criar mais *links* e portanto, ajudará a lembrança no futuro.

É importante citar também AUSUBEL (1963, 1968 e 1976 apud MOREIRA, 1999) que, dentro do contexto educacional, postula Aprendizagem Significativa como “um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”. Este conceito (que AUSUBEL chama de “subsunçor”), já existente na estrutura cognitiva, é capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira um sentido para o sujeito e, assim, ele tenha condições de atribuir significados a essa informação. Essa informação então é aprendida significativamente na medida em que outras idéias, conceitos, proposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem para os primeiros.

“Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos significativamente sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações significativas em atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material. Há, pois, um processo de interação no qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o; porém, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.”

Marco Antônio Moreira, 1992

### 4.3.2.3

#### **Pensamento e Solução de Problemas**

Solução de problemas é algo que nós fazemos todos os dias de nossas vidas quando nos deparamos com algo inesperado. Ela está intimamente relacionada ao aprendizado; entretanto, envolve não apenas o armazenamento da informação na Memória de Longa Duração, mas também a aplicação do conhecimento já armazenado na MLD para tarefas e problemas específicos. Pode ser definido como “a combinação de idéias existentes para formar novas idéias”. Os problemas aparecem quando existe uma discrepância entre uma situação desejada e a situação atual e não há um método óbvio para mudar essa situação.

“A primeira vez que nos deparamos com uma situação desconhecida, tendemos a utilizar experiências análogas já vividas anteriormente. As estratégias utilizadas tendem a ser uma função das experiências particulares de cada um.”

Stephania Padovani, 1998

NORMAN (1990) atesta que “a dificuldade de lidar com situações novas está diretamente relacionada ao número de possibilidades.” O usuário avalia a situação e tenta descobrir quais partes do dispositivo podem ser operadas e quais operações podem ser feitas. Segundo o autor, os problemas começam a aparecer quando existem mais de uma possibilidade. Quando um dispositivo apresenta apenas uma parte que pode ser operada com apenas uma possibilidade de ação, não há dificuldade.

### 4.3.2.4

#### **Linguagem**

Segundo MAYHEW (1992), “a linguagem humana possui uma propriedade estrutural particular que está relacionada às características básicas do sistema de processamento de informação humano. Primeiramente, ela é baseada em regras.” Isso significa que em vez de precisarmos lembrar de palavras diferentes para expressar uma pluralidade de significados, nós precisamos apenas lembrar de uma palavra básica e a regra para gerar essa pluralidade.

Mais do que a estrutura semântica de uma frase ou sentença, o que é registrado é o significado daquilo que está escrito, de forma que as palavras-

chave, dentro de um determinado contexto, são fundamentais nessa compreensão.

#### 4.4

#### **Modelo Mental**

Segundo HELANDER *et al* (1997) “modelo propriamente dito é uma aproximação de um objeto ou processo que mantém algum aspecto essencial com o original.”

Para entender como funciona o processo de desenvolvimento de um dispositivo, precisamos primeiro definir o que é um Modelo Conceitual. NORMAN (1990) afirma que formamos um Modelo Conceitual que nos permite simular mentalmente a operação de um dispositivo. Bons Modelos Conceituais nos permitem prever os efeitos de nossas ações num dado dispositivo. Sem um bom modelo nós operamos por rotina, cegamente. Executamos as operações simplesmente como nos foi ensinado, não podendo compreender completamente por quê, quais efeitos esperar, ou como proceder se alguma coisa der errado. A menos que tudo corra bem, não poderemos gerenciar as ações. Quando o modelo apresentado a nós é inadequado ou errado (ou, pior, inexistente), temos dificuldades. Isso acontece porque as partes não são visíveis ou as implicações não são claras.

SANTOS (2000) aprimorou o Modelo Conceitual desenvolvido por PREECE (1993) e NORMAN (1990), apresentando os modelos envolvidos no processo de IHC e suas interrelações (Figura 05).

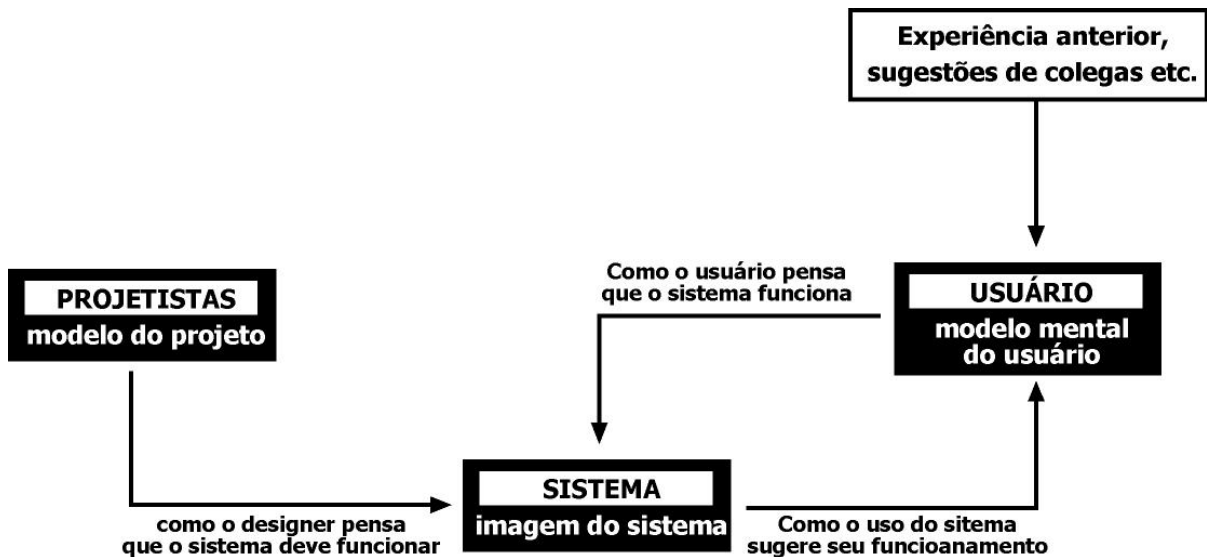


Fig. 05: Modelos envolvidos no processo de IHC (SANTOS 2000)

Na figura acima, temos então:

- Modelo do Usuário do sistema: é o Modelo Mental formado pelas pessoas através da experiência durante a interação com o sistema, do treinamento e instruções. É freqüentemente incompleto e sempre inexato. É como o usuário pensa que o sistema funciona, através de suas experiências anteriores, através do uso do próprio sistema, de dicas de colegas etc.;
- Modelo do Projeto: é o modelo conceitual do desenvolvedor, o modelo abraçado por ele a respeito da tarefa do usuário e outras informações relevantes. É a idéia que o desenvolvedor tem sobre o que está na cabeça do usuário e sobre como ele acha que o sistema deve funcionar;
- Imagem do Sistema: resulta da estrutura física construída (incluindo documentação, instruções etc.), como o uso do sistema sugere seu funcionamento, ou ainda, segundo HELANDER et al (1997), como o computador “espera” que os usuários ajam. É uma manifestação externa do sistema implementado na qual o usuário vê e interage. Segundo NORMAN (1990), esse modelo fecha o ciclo, isso é, a Imagem do Sistema que o usuário irá adquirir para formar seu Modelo do Usuário para uma nova aplicação.

“O Modelo Mental de um dispositivo é formado, em grande parte, pela interpretação das suas ações percebidas e de sua estrutura visível, ou seja, pela Imagem do Sistema”. Desta forma, NORMAN (1990) coloca o assunto Modelo

Conceitual como um importante conceito em design: Modelo Mental, o modelo que as pessoas têm delas mesmas, de outras, do ambiente e das coisas com as quais interagem.

Para NORMAN (1990), Modelo Mental é o nosso Modelo Conceitual particular da maneira como um objeto funciona, eventos acontecem ou pessoas se comportam, que resulta da nossa tendência de dar explicações para as coisas. Esses modelos são essenciais para nos ajudar a entender nossas experiências, prever reações de nossas ações e manipular ocorrências inesperadas. Nós baseamos nossos modelos no conhecimento que temos, real ou imaginário, ingênuo ou sofisticado.

Segundo NORMAN (1990), BOOTH (1992) e PREECE (1993), quando interagimos com qualquer coisa, seja o ambiente, outra pessoa ou artefatos tecnológicos, formamos Modelos Mentais internos de nós mesmos, interagindo com eles, e das próprias coisas com as quais estamos interagindo. Quando executados ou repetidos do início ao fim, esses Modelos Mentais propiciam as bases a partir das quais podemos prever ou explicar nossas interações.

BOOTH (1992) também afirma que os “Modelos Mentais são sempre construídos de evidências fragmentadas, com um entendimento pobre do que está acontecendo, e com um tipo de psicologia ingênua que postula causas, mecanismos e relações, mesmo quando elas não existem.” Segundo o autor, “todo mundo forma teorias (Modelos Mentais) para explicar o que está sendo observado. Na ausência de uma informação externa, as pessoas estão livres para deixar sua imaginação fluir, tanto quanto forem levados em conta os Modelos Mentais que elas construíram para os fatos, na medida que elas podem perceber.” (BOOTH, 1992).

Robert B. Allen (HELANDER et al, 1997) coloca que o foco no Modelo Mental e no Modelo do Usuário em IHC ilumina a intencionalidade da interação entre uma pessoa e a máquina. “Porque os Modelos Mentais estão dentro das cabeças das pessoas, eles não estão acessíveis para uma inspeção direta e é difícil então ter confiança sobre como um Modelo Mental é construído ou como pode ser modificado. Além disso, um reducionismo expressaria que não há Modelos Mentais em si, mas apenas generalizações de expectativas condicionadas de comportamento”.



Como Modelos Mentais não são diretamente observáveis, o autor aponta vários tipos diferentes de evidências que têm sido usadas para inferir nas suas características:

- **Predições:** os usuários podem prever o que irá acontecer num processo seqüencial e como mudanças em uma parte do sistema refletirão em outras partes. Todavia, o aspecto mais informativo das predições é sempre constituído de erros que vêm do modelo.
- **Explicações e diagnósticos:** explicações sobre as causas de um evento e diagnóstico das razões para um mal-funcionamento refletem nos Modelos Mentais dos usuários;
- **Treinamento:** pessoas que são treinadas para desempenhar tarefas com considerações coerentes dessas tarefas, são capazes de desempenhá-las melhor do que pessoas que não foram treinadas;
- **Outros:** evidências também podem ser obtidas a partir de tempos de reação do movimento dos olhos e respostas a perguntas sobre o processo.

## 4.5

### Habilidades e Erros

Em 1905, Ernst Mach (apud REASON, 1990) afirmou que “conhecimento e erro fluem de uma mesma origem mental, apenas o sucesso poderá diferenciar um deo outro”. REASON (1990) acrescenta que as noções de intenção e erro são inseparáveis. “Qualquer tentativa de definir o erro humano ou classificar suas formas deve começar com uma consideração das variedades do comportamento intencional.”

“O erro humano e sua prevenção e predição correspondem a uma importante função no design de sistema homem-máquina. Mais ainda, análises de erros humanos são importantes para a tentativa de validar modelos de performance humana. Sucesso em predições e simulações de interações humanas bem adaptadas não é prova da validade de um modelo; apenas análises de situações quando a adaptação falha serão informativas, na medida em que os aspectos dos recursos humanos e suas limitações deverão ser refletidos por um modelo. Modelos de comportamentos bem adaptados refletem características do ambiente de trabalho.”

James Reason, 1990

SUTCLIFFE (1995) destaca algumas características do raciocínio, modelo mental e habilidade:

- Nós raciocinamos pela aplicação de procedimentos para memorizar fatos e informações do ambiente;
- Os problemas são formulados como Modelos Mentais em uma coleção de fatos e suas relações organizadas na memória de trabalho;
- O raciocínio humano não é estritamente lógico; em vez disso, ele testa proposições e compara fatos que delineiam o Modelo Mental;
- O raciocínio é heurístico em situações quando o conhecimento é pequeno sobre o problema. Este tipo de raciocínio requer um esforço considerável;
- A experiência conduz aos resultados do raciocínio que foi armazenado, primeiro como declarativo, conhecimento baseado em regras, e então como procedimentos automáticos;
- Procedimentos automáticos, ou habilidades, devem ter condições adequadas. Uma combinação mal-sucedida de condições e procedimentos pode causar erros.

Segundo REASON (1990), mesmo quando as ações intencionais procedem como planejadas, elas ainda podem ser julgadas como errôneas se falham em alcançar os resultados esperados. Neste caso, o problema reside na adequação do plano, particularmente na conformidade das ações constituintes para alguma intenção prévia. Erros deste tipo são chamados de *falhas*.

Segundo REASON (1990), Donald Norman resumiu a distinção entre *falhas* e *deslizes* ou *lapsos* muito sucintamente: "Se a intenção não é apropriada, isso é uma falha. Se a ação não é como foi intencionada, isso é um lapso." Falhas envolvem má combinação entre a intenção prévia e as conseqüências objetivadas. Já nos lapsos, a discrepância está entre as ações intencionadas e aquelas que são realmente executadas.

Para REASON (1990) uma outra maneira de distinguir esses dois erros básicos são as falhas de planejamento (falhas) e falhas de execução (deslizes ou lapsos). "Falhas de planejamento são mais fáceis de aparecer num processo de alto-nível do que os deslizes ou lapsos."

O autor aponta alguns mecanismos por trás dessa combinação humano-máquina mal sucedida, baseados nos três níveis de raciocínio humano de RASMUSSEN (1980) (Figura 06):

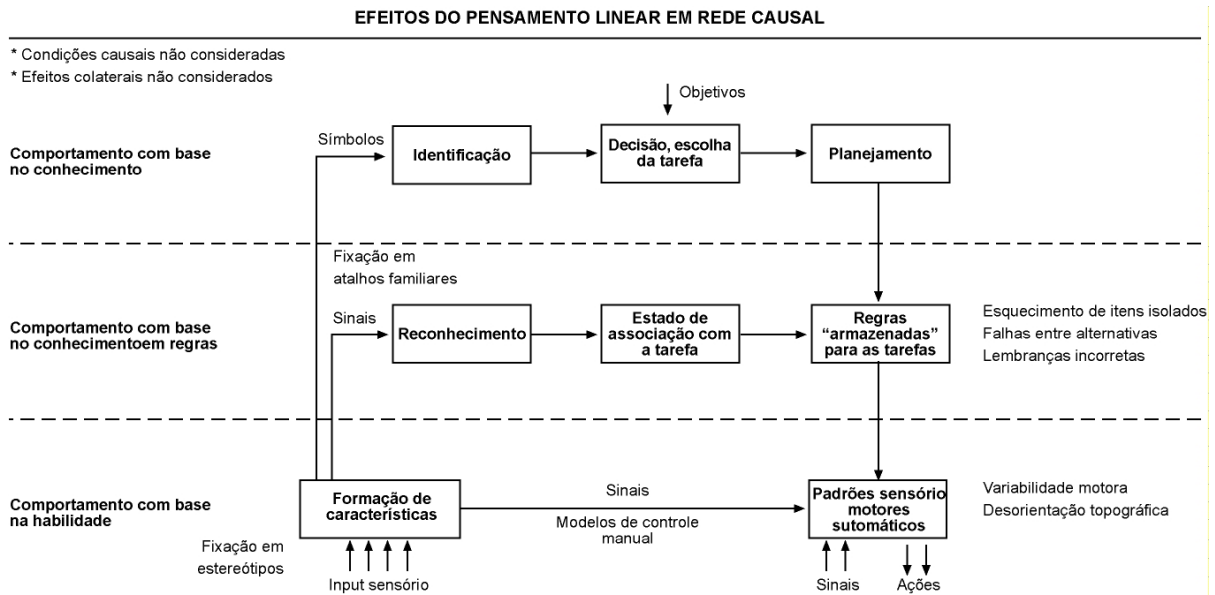


Figura 06: Mecanismos de erro humano típicos e suas relações para controle do comportamento (REASON, 1990, adaptado de RASMUSSEN, 1980)

#### 4.5.1

##### Erros provenientes de comportamentos com base na habilidade

Segundo SUTCLIFFE (1995), a identificação de objetivos em condições corretas evocam procedimentos (ou habilidades) automáticos que consomem menos esforços. "As pessoas tendem a minimizar esforços mentais sempre que possível, existindo então uma tendência natural em usar habilidades e automatizar novos procedimentos com a prática. É o equivalente humano à programação e compilação do conhecimento."

A aquisição de habilidade é um processo semelhante à memorização. Treinamentos e práticas freqüentes ajudam nesta aquisição e, por outro lado, intervalos sem prática favorecem o esquecimento. "Feedbacks positivos durante o desempenho da tarefa ajudam a automação e fazem com que se apresente um modelo claro da tarefa tornando os passos para a execução da mesma facilmente reconhecíveis. Já *feedbacks* redundantes apenas confundem." Os autores acrescentam que o contexto da situação auxilia a aquisição de habilidades, importante em ativações amarradas ao procedimento, habilitado em circunstâncias corretas.

A habilidade e processamento automático são importantes porque permitem o processamento paralelo e reduzem a necessidade de preocupar-se com estímulos externos e carregar a memória de trabalho. O problema é que

algumas vezes procedimentos automáticos são acionados em circunstâncias erradas, frente a pistas fornecidas pelo ambiente que contradizem obviamente o curso da ação. Isso é comum quando as pessoas encontram-se sob pressão ou estresse, quando elas tendem a usar os procedimentos mais freqüentes ou recentes que possuem. Muitas vezes o uso de comportamento automático apresenta um dilema em juntar as condições objetivadas aos procedimentos corretos.

Considerando o efeito da variabilidade em comportamentos com base na habilidade, REASON (1990) cita:

- Variabilidade motora: a precisão em tempo-espço de uma habilidade baseada num controle sensório-motor pode não ser adequada para a tarefa em questão, levando ocasionalmente a combinações erradas. Ex.: precisão inadequada em acionamentos através de clique do mouse de pequenos *links* na tela;
- Desorientação topográfica: é um outro mecanismo de combinações mal-sucedidas durante um desempenho sensório-motor, ocorrendo quando o modelo mental do usuário para alguma coisa causa a perda de sincronismo com o mundo externo. Ex.: o usuário aciona o botão “Voltar” (*Back*) do navegador, na tentativa de retornar à página onde ele estava, embora não sendo exatamente a página anterior a pretendida, acabando muitas vezes por repetir várias vezes a operação e não se localizar.

#### 4.5.2

##### **Erros provenientes de comportamentos com base em regras**

Em um nível de comportamento baseado numa regra, a variabilidade humana durante o desempenho de tarefas normais e familiares é mais freqüentemente encontrada como lembranças incorretas de regras e conhecimentos.

Considerando o efeito da variabilidade em comportamentos com base na regras, REASON (1990) cita:

- Esquecimento de um item isolado que, por exemplo, não seja uma parte integrante da estrutura de memória. É típica a omissão de uma ação isolada que não seja uma parte necessária da seqüência principal da tarefa. Ex.: No caso de sites que exigem identificação, é muito comum a

pessoa se “logar” (efetuar a abertura da seção), desempenhar a tarefa desejada e sair da internet (ou desligar o computador) sem fazer o *logoff* (efetuar o fechamento da seção). Isso ocorre pelo fato desta ação isolada não fazer mais parte da tarefa ao final do procedimento;

- Lembrança incorreta de itens isolados, como figuras quantitativas, números etc. Ex.: lembrança incorreta do número de passos dados para chegar a um determinado ponto; lembrança incorreta da figura (link ou botão, por exemplo) que levava a um determinado ponto do website;
- Erro entre alternativas, nos quais freqüentemente aparecem como opções incorretas de um par de alternativas possíveis em uso, como opções direita-esquerda, em cima ou embaixo, mais-menos, A-B, etc. Ex. Botões “prosseguir” e “voltar” ao final de formulários ou páginas seqüenciais.

Segundo o autor, outros mecanismos levam a combinações erradas quando seres humanos falham ao adaptar inadequadamente as atividades da tarefa às variações e mudanças no ambiente.

### 4.5.3

#### Relações causais

Segundo NORMAN (1990), as pessoas tendem a determinar uma relação causal onde quer que duas coisas aconteçam sucessivamente. Se eu faço a ação A apenas antes do resultado R, então eu concluo que A deve ter causado R, mesmo se não houver relação entre as duas coisas. Como nossa mente trabalha menos com negações, a história se torna mais complexa quando pensamos que uma ação produz um resultado desejado e acaba por falhar. Os problemas invariavelmente ocorrem quando a ação foi ativada através de um mecanismo intermediário.

“Onde nós colocamos a culpa pela falha? A resposta não está clara. A psicologia da culpa (ou, para ser mais preciso, da atribuição) é complexa e não completamente entendida. Em parte, parece ter alguma relação causal percebida entre a coisa culpada e o resultado. A palavra “percebida” é crítica: a relação causal não tem que existir; a pessoa pode simplesmente pensar que ela está lá. Algumas vezes nós atribuímos a causa a coisas que não tem nada a ver com a ação. E algumas vezes ignoramos o real culpado”.

Donald Norman, 1990

NORMAN (1990) destaca que, quando ocorrem erros durante o uso de um sistema, as pessoas tendem a se culpar, acreditando não terem capacidade ou não serem boas com computadores, por exemplo. Errar é humano: é de se esperar que, na utilização de sistemas complexos, as pessoas cometam algum tipo de erro, mesmo que tenham recebido instruções. O desenvolvedor deve assumir que todas as possibilidades de erros irão ocorrer e deve desenvolver um produto que evite o erro ou que seus efeitos surjam, fazendo com que sejam o mais inofensivos possíveis. "Erros devem ser fáceis de detectar, devem ter conseqüências mínimas e, se possível, seus efeitos devem ser reversíveis."

O autor cita a "conspiração do silêncio" referindo-se ao fato das pessoas acreditarem sempre ser delas a culpa pelo não funcionamento de algum dispositivo, não querendo admitir que estão com problemas ou que o problema possa estar no produto. Esse comportamento não ajuda os usuários.

Por outro lado, quando as coisas vão bem para elas, as pessoas tendem a creditar à sua própria personalidade e inteligência. Quando vão bem para outras pessoas, elas creditam ao ambiente, muitas vezes a uma questão de sorte.

Em todos os casos, onde uma pessoa aceita inapropriadamente a culpa pela incapacidade de trabalhar objetos simples ou atribuem ao comportamento do ambiente ou personalidade, um Modelo Mental falho está em jogo.

NORMAN (1990) alerta para o fato de que "com Modelos Mentais falhos devido a objetos mal desenhados – construídos de forma que levam ao mal-entendimento – fazem com que a pessoa se sinta culpada quando encontra problemas usando-os, especialmente quando perceber (mesmo que incorretamente) que ninguém mais teve os mesmos problemas. O problema muitas vezes é uma falha inicial – num processo básico – que esconde futuros progressos, causando uma fobia. O círculo vicioso se inicia: se a pessoa falha com alguma coisa, pensa que é sua culpa. Pensa então que não pode efetuar aquela tarefa. Como resultado, na próxima vez que tiver que realizar aquela tarefa, acreditará que não conseguirá antes mesmo de tentar.

## 4.6

### Diferenças Individuais

Em seu livro “The Design of Everyday Things”, Donald Norman (1990) convoca os desenvolvedores a estudarem pessoas, para levar em conta, em seus projetos, as necessidades e interesses dos usuários. O autor afirma que a maior parte das falhas de desenvolvimento ocorre porque, mesmo os mais bem treinados e bem motivados desenvolvedores, seguem pelo caminho errado quando ouvem apenas seus instintos em vez de testar suas idéias em usuários reais.

#### 4.6.1

##### Perfil do Usuário

Segundo NIELSEN (1993), os dois tópicos mais importantes da usabilidade são as tarefas do usuário e suas características e diferenças individuais. Embora não seja o único, um dos fatores de diferenciação de usuários mais comuns é a experiência.

A experiência do usuário com determinadas interfaces está normalmente associada a quando tratar essa experiência. O que ocorre na maioria das vezes é que os usuários são normalmente considerados iniciantes ou experientes, ou alguma coisa entre os dois. No Cubo do Usuário de NIELSEN (1993) (Figura 07), porém, podemos observar em três dimensões ao longo do que a experiência dos usuários difere: com o sistema, com os computadores em geral e com o domínio da tarefa.

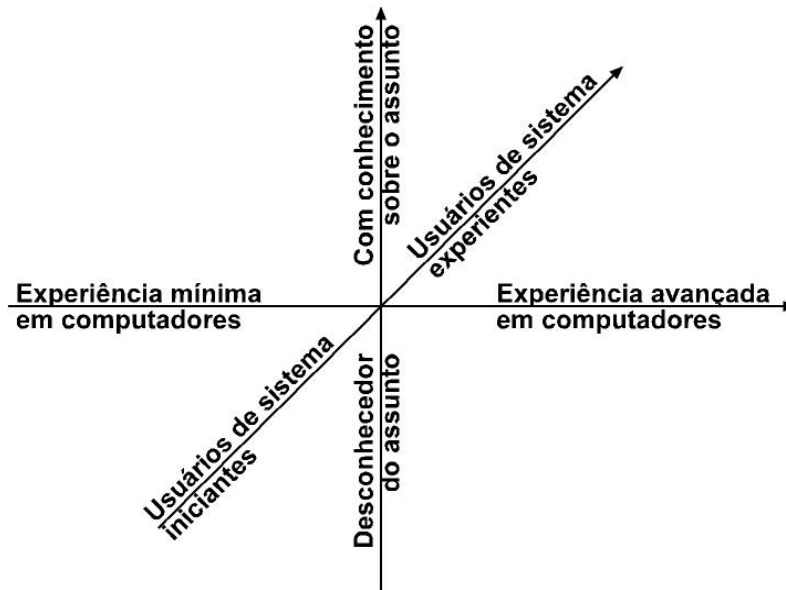


Figura 07: Cubo do Usuário de NIELSEN (1993)

NIELSEN (1993) afirma que, ao contrário da comum distinção simplista e generalizante entre usuários iniciantes e experientes, a realidade é que a maioria das pessoas não adquire uma compreensão de todas as partes do sistema, não importando quantas vezes usem. Frequentemente todos os sistemas de alguma complexidade possuem tantos atributos e tantas possibilidades de uso que não fornecem ao usuário apenas um uso extensivo de um pequeno subsistema. Desta forma, mesmo um usuário experiente pode ser quase iniciante com respeito a várias partes que não são frequentemente usadas por ele. Como consequência, mesmo usuários considerados experientes encontram dificuldades em partes do sistema.

Alguns outros fatores de diferenciação de usuários são fáceis de observar, como idade e sexo. Outros fatores são menos imediatamente óbvios, como diferenças em memória espacial e habilidades de raciocínio e leitura e estilo preferido de aprendizado, onde algumas pessoas aprendem melhor por meio de descrições abstratas e outras, de exemplos concretos.

PADOVANI (1998) enfatiza esses dois últimos fatores, destacando-os:

- Habilidade de leitura: leitores pouco habilidosos apresentam maiores dificuldades para a leitura dos textos e sofrerão uma interferência muito maior da tarefa operacional adicional de navegação em hipertextos, por exemplo, dificultando inclusive a integração da informação entre os diversos nós visitados;



- **Estilo Cognitivo:** algumas pessoas têm um excelente desempenho em pensamento verbal, enquanto outras são melhores em raciocínio espacial. Algumas pessoas possuem pensamento analítico, abordam os problemas de forma sistemática, enquanto outras são mais intuitivas. Segundo a autora, outras dimensões dos estilos cognitivos incluem a capacidade de abstração e habilidades da memória visual.

A atitude, como fator de diferenciação de usuários, pode também causar impacto em como as pessoas usam o computador. Por qualquer razão, algumas pessoas simplesmente amam usar computadores e irão a esforços extremos para aprender tudo sobre seus sistemas. Herbert e Benbasat (1994 apud LIAW, 2002) descobriram que 77% das variações da intenção de usar a tecnologia da informação são explicadas pelas atitudes frente aos computadores. "Em geral, não importa quão sofisticada e quão capaz é a tecnologia, sua implementação efetiva depende de os usuários possuírem uma atitude positiva com relação aos computadores."

TRIANDIS (1971 apud LIAW, 2002) sugere que a atitude consiste de componentes afetivos, cognitivos e de comportamento. O componente afetivo de uma atitude é a emoção ou sentimento que incluem relatos como "gosto" ou "não gosto" sobre certos objetos. O componente cognitivo de uma atitude é o relato de crenças. Em outras palavras, uma pessoa abraça uma idéia de que um certo objeto pode incrementar significativamente a qualidade do resultado de sua tarefa. E o componente comportamental da atitude é o que uma pessoa realmente faz ou pretende fazer com o objeto em questão.

Outras atitudes referentes ao uso de computadores são: ansiedade, segurança, afinidade e utilidade. A ansiedade está relacionada ao medo de computadores ou a tendência de uma pessoa de ser contrária, apreensiva ou ter fobia em relação ao atual ou futuro uso dos mesmos. A segurança está relacionada à habilidade de usar e aprender sobre computadores. A afinidade está relacionada ao gostar ou se divertir trabalhando com eles. E a utilidade está relacionada ao grau de percepção da utilidade dos computadores para um trabalho atual ou futuro.

WINOGRAD e FLORES (1986) destacam que outro ponto importante a se considerar no processo cognitivo é a "tradição, um fenômeno fundamental que pode ser chamado de 'modo de ser'". Isto vem a ser a maneira como

entendemos as coisas, um background no qual nós interpretamos e agimos. O termo, segundo os autores, “ênfatisa a historicidade da nossa maneira de pensar, o fato de nós sempre existirmos dentro de um pré-entendimento determinado pela história das nossas interações com outras pessoas que compartilham esta tradição.”

## 4.7

### **Informação Interna *versus* Informação Externa**

NORMAN (1990) afirma que nem todos os conhecimentos necessários para um comportamento preciso devem estar na nossa cabeça. Eles podem estar distribuídos – parte na memória, parte no ambiente, e parte no que se percebe desse ambiente. O comportamento preciso pode emergir de conhecimentos imprecisos, por 4 razões:

1. A informação está no ambiente: muitas das informações que uma pessoa precisa para fazer uma tarefa residem no próprio ambiente. O comportamento é determinado pela combinação da informação que está na memória com a que está no ambiente;
2. Não é necessária precisão absoluta: precisão, exatidão e eficácia do conhecimento, raramente são necessários. O comportamento preciso acontecerá se o conhecimento descrever a informação ou o comportamento, o suficiente para distinguir uma escolha correta;
3. Restrições naturais são apresentadas: O ambiente restringe o comportamento permitido. As propriedades físicas dos objetos restringem as possibilidades de operação. Cada objeto possui atributos físicos que limitam suas relações com outros objetos, operações que podem ser desempenhadas, quais podem ser anexados a outros etc.;
4. Restrições culturais estão presentes: Além de restrições naturais e físicas, a sociedade está envolvida em inúmeras convenções artificiais que governam o comportamento social aceitável. Essas convenções culturais devem ser apreendidas, mas uma vez apreendidas são aplicadas numa larga variedade de circunstâncias.

Devido a essas restrições naturais e artificiais, o número de alternativas para cada situação particular é reduzido, assim como o acúmulo de informações específicas necessárias na memória humana.

NORMAN (1990) acrescenta ainda que, em situações diárias, o comportamento é determinado pela combinação do conhecimento interno com informações e restrições externas. “As pessoas podem minimizar o conjunto de material que precisa ser aprendido ou sua totalidade, precisão, exatidão ou profundidade do aprendizado.” As pessoas podem deliberadamente organizar o ambiente para atender ao seu comportamento, de forma que, mesmo tendo alguma dificuldade para executar uma tarefa, façam com que o ambiente ou as pessoas que trabalham com ela lhes “ensinem”.

“Quando nós encontramos um objeto novo, como podemos dizer o que fazer com ele? A menos que tenhamos lidado com algo similar no passado e transferido conhecimentos antigos para o novo objeto, ou que tenhamos algum tipo de instrução. Neste caso a informação que precisamos está na cabeça (informação interna). Uma outra possibilidade é usar a informação do ambiente (externa), particularmente se o design do objeto novo tiver sido apresentado a nós com informações que podem ser interpretadas.”

Donald Norman, 1990

Para que o design sinalize ações apropriadas utilizando a informação externa (no caso, no próprio objeto), é preciso lançar mão de recursos como restrições naturais do objeto – restrições físicas que limitam as ações – e permissões, que conduzem uma mensagem através das possibilidades de uso, ações e funções.

#### 4.7.1

##### **Permissões, Restrições e Mapeamentos**

De acordo com NORMAN (1990), conseguimos conceber mentalmente um Modelo Conceitual, que simule a operação de um dado dispositivo, “porque suas partes são visíveis e as implicações, claras”, em particular sobre permissões, restrições e mapeamentos.

As permissões nos fazem deduzir para quê serve aquela parte do dispositivo e podem sinalizar como um objeto pode ser movido, o que ele irá suportar etc., sugerindo uma gama de possibilidades (ex.: num Sistema IHC, uma imagem no formato de um botão nos faz crer que seja para acionar algum

comando). As restrições da forma nos fazem perceber como usar e limitam o número de alternativas (usando o mesmo exemplo, um botão serve para ser apertado, não para ser arrastado ou puxado). O mapeamento é feito entre as permissões e as restrições e nos fazem entender o funcionamento do todo (ao apertar o botão, estaremos acionando um comando).

O autor cita quatro tipos de restrições que devem ser consideradas num Sistema IHC:

- Físicas: que restringem operações possíveis. Um botão não pode ser arrastado ou puxado – deve ser apertado;
- Semânticas: está relacionado com o significado da situação para controlar uma gama de ações possíveis, relacionando nosso conhecimento da situação do ambiente. Ex.: em interfaces convencionais de computadores as pessoas sabem que não podem falar com ele – a não ser que seja um dispositivo avançado de realidade virtual com reconhecimento de voz e interpretação de texto;
- Culturais: está relacionado com convenções culturais aceitáveis, mesmo que não afete a operação física ou semântica do dispositivo. Nós brasileiros sabemos, por exemplo, interpretar datas dispostas como dia/mês/ano imediatamente. Quando nos deparamos com datas inversas (por exemplo, em inglês, que dispõe as datas na ordem mês/dia/ano) com certeza isso levará a erros ou frustrações;
- Lógicos: Mapeamentos naturais trabalham provendo restrições lógicas. Não existem princípios físicos ou culturais aqui; apenas existe um relacionamento lógico entre o layout funcional e o espacial de componentes e das coisas que eles irão afetar ou serão afetados por elas. Ex.: Se numa tela inteira só existe um botão, é lógico que é o que se deve fazer: apertá-lo.

O design de objetos ou interfaces que leva em consideração permissões e restrições – deixando o usuário determinar seu próprio curso de ação, mesmo numa situação nova, não exigindo dele raciocínio para buscar informações internas e conhecimentos anteriores, nem mesmo treinamentos – certamente resultará em bons índices de usabilidade.

Mapeamento é o termo técnico que significa o relacionamento entre duas coisas, nesse caso entre os controles e seus movimentos e o resultado disso. Se o mapeamento é visível, diretamente relacionado ao resultado desejado e

provê um *feedback* imediato (no exemplo do botão, se a interface muda a imagem de forma que simule o botão apertado), o mapeamento é facilmente aprendido e sempre lembrado. Quanto mais natural o mapeamento – aqueles que tiram vantagem de analogias físicas e padrões culturais – mais imediato se torna o entendimento.

A visibilidade é outro princípio fundamental para o bom entendimento de um recurso de determinado dispositivo. Quanto mais escondida uma operação (através da combinação de códigos, de acionamentos camuflados), mais misteriosa e difícil se torna. “O bom relacionamento entre a localização de um controle e o que ele faz torna fácil encontrar o controle apropriado para uma tarefa. Como resultado, torna-se fácil lembrar” (NORMAN, 1990)

Para o autor, além da visibilidade de um recurso, o *feedback* é outro princípio fundamental – devolver ao usuário informações sobre qual ação foi realmente realizada, qual resultado foi obtido. Esse retorno deve ser sempre claro e imediato.

#### 4.7.2

### **O *Tradeoff* entre Informação Interna e Informação Externa para o design de interfaces**

Para NORMAN (1990), “porque sabemos que a informação está disponível no ambiente, a informação que é guardada na memória deve ser precisa o suficiente apenas para sustentar a qualidade do desempenho desejado.” Esse é o motivo pelo qual algumas pessoas conseguem desempenhar bem uma tarefa no seu ambiente, embora não consigam descrevê-la corretamente.

Por outro lado, quando a tarefa é executada com frequência ou exige um desempenho mais eficaz, valerá a pena gastar tempo fazendo um curso, lendo manuais etc. Segundo NORMAN (1990) o *tradeoff* desse (a compensação por esse) esforço valerá a pena, visto que a pessoa ganhará em velocidade de desempenho e, portanto, em tempo. No caso de guardar o caminho que percorremos pela cidade, a localização de itens numa loja ou em casa, ou trabalhar com maquinários complexos, esse “tradeoff” pode determinar o que precisa ser aprendido.

NORMAN (1990) acrescenta que o conhecimento externo age como nossa própria lembrança, dando pistas dos fatos, lugares e acontecimentos.

“Ele pode nos ajudar a recuperar estruturas que de outra forma esqueceríamos.”

Segundo o autor, o conhecimento externo é acessível, “lembrável” por si mesmo. Normalmente, ele está sempre lá, esperando para ser visto, para ser usado. O conhecimento na cabeça é efêmero: está aqui agora, sai depois. “Nós não podemos contar que alguma coisa estará presente na mente a todo momento, a não ser que a lembrança seja despertada por algum evento externo ou que nós a mantenhamos deliberadamente na mente através de constantes repetições.”

Então, uma das mais importantes funções e interessantes aspectos da memória externa é fazer lembrar – um bom exemplo da reciprocidade entre o conhecimento na mente e a no ambiente – permitindo o resgate da informação interna através de sinalizações externas.

NORMAN (1990) alerta, porém, que existem dois aspectos diferentes para uma lembrança: o sinal e a mensagem. “Praticando uma ação, nós podemos distinguir entre saber o que pode ser feito e saber como fazê-lo. Para que possamos lembrar, nós precisamos distinguir entre saber que uma coisa precisa ser lembrada e lembrar do que se trata.” Não basta então deixarmos uma pista que algo precisa ser feito, se a pista não mostrar como deve ser feito. Da mesma forma não adianta deixarmos uma pista de como fazer, se aquilo por si só não for suficiente para lembrar-nos de fazer algo.

Como nós podemos observar, o conhecimento do ambiente (informações externas) pode ser bastante válido. Mas também possui desvantagens. Se você está em algum outro lugar (em um ambiente diferente daquele onde está a informação), ou se o ambiente tiver mudado significativamente, o conhecimento terá ido embora. Neste caso, pistas e lembretes provenientes do ambiente (informações externas), utilizados como ajuda da memória, estarão ausentes, fazendo com que a tarefa ou item não possam ser lembrados.

## 4.8

### **O Raciocínio Humano para Solução de Problemas**

A todo instante nos deparamos com um momento de decisão sobre o que fazer em seguida, seja ao perceber que escureceu e precisamos acender a

luz do ambiente ou, durante a interação com um site, ao nos depararmos com uma tela que não é ainda o item desejado. Como não temos capacidade suficiente para armazenar detalhadamente todos os fatos e procedimentos presenciados em nossas vidas, para qualquer decisão a tomar formamos estratégias de raciocínio (a partir do conhecimento armazenado) que nos auxiliarão na solução de problemas.

Um dos modelos mais conhecidos para exemplificar como o processo de solução de problemas em IHC pode funcionar é o *GOMS (The Goals Operators Methods Selection Rules)*, proposto por CARD, MORAN and NEWELL (1983) e também muito utilizado por outros autores (SHNEIDERMAN, 1998 e SUTCLIFFE, 1995). Com este modelo, os autores postularam que os usuários formulam metas (p.ex., editar documentos) e submetas (p.ex., inserir palavras), cada qual alcançada pelo uso de métodos e procedimentos (mover o cursor para a localização desejada, seguindo a seqüência de indicações de movimentação), organizados num reservatório de problemas conceituais, chamado de espaço do problema.

Segundo SUTCLIFFE (1995), durante a fase de busca do problema, as metas são quebradas em uma rede de sub-metas; a busca então procede pela travessia na rede, com teste de hipóteses para encontrar um nó. Cada dado desse nó de sub-meta é lido dentro da Memória de Longa Duração como um processo de busca para a próxima sub-meta. Se a rede de busca tiver sido bem construída e todos os fatos estiverem disponíveis para serem avaliados, e as sub-metas passarem nos testes, o nó final é alcançado, resultando na solução do problema. Essa operação é a estratégia familiar de raciocínio de solução de problemas por etapas e usa a decomposição do problema de cima pra baixo. Todavia, nem todos os problemas podem ser aproximados de maneira seqüencial.

SUTCLIFFE (1995) nos mostra que a mente humana utiliza estratégias elaboradas de raciocínio para solução de problemas. Um método comum é o raciocínio indutivo. Pela observação dos fatos nós concluímos um novo fato que descreve as observações iniciais. Se uma tela de computador fica azul, nós podemos deduzir que o sistema tenha travado, baseado nas nossas hipóteses sobre o que acontece quando não há *feedback* e na observação dos eventos. Nossa conclusão pode ser verdadeira mas, por outro lado, a tela azul pode ser apenas conseqüência de um longo tempo de resposta.

Uma outra estratégia de raciocínio comum é a dedução. Raciocínios dedutivos começam com afirmações e descobrem novos fatos pela examinação lógica do relacionamento entre as propriedades que as afirmativas descrevem. Esse procedimento é para padronizar itens relacionados e condições verídicas amarradas entre si, de onde novas combinações de fatos podem ser feitas.

Todos os animais com asas podem voar		Proposições ou fatos conhecidos
Morcegos são animais		
Morcegos possuem asas		
Logo morcegos podem voar		Uma nova conclusão baseada nas proposições

Enquanto nós raciocinamos bem em termos de associações positivas, quando termos negativos são introduzidos nosso raciocínio se torna ilógico. Nós quase sempre tendemos a procurar uma evidência confirmadora em vez de caminhos que desaprovem nossas crenças. SUTCLIFFE (1995) então alerta que “essa ‘indução confirmativa’ pode levar a vários erros porque, enquanto a evidência confirmar nosso curso de ação, nós não iremos procurar por evidências que desaprovem nossas crenças”. Pior ainda, nós sempre ignoramos evidências contraditórias, mesmo quando elas estão evidentes.

Numa interface podemos observar isso quando é dado mais ênfase ao contexto do problema do que à sua estrutura lógica, visto que a solução de problemas, aplicada na situação, pode estar errada por ter sido influenciada por um contexto aparentemente semelhante.

#### 4.8.1

##### **Os Estágios do Raciocínio Humano para Solução de Problemas**

No processo de Interação Humano-Computador, boa parte da Solução de Problemas é precedida por uma intenção. A natureza das intenções prévias, conhecimento adquirido de ações que foram ou não realizadas com sucesso, estão potencialmente disponíveis à consciência. De fato, uma das funções primárias da consciência é nos alertar, no momento de uma ação originária de uma intenção, para a probabilidade das atuais ações planejadas no processo não alcançarem seu objetivo desejado.



NORMAN (1990) apresenta o Modelo dos Sete Estágios de Uma Ação, desenvolvido principalmente para design de produto, mas amplamente utilizado como referência para entendimento de Sistemas de Interação Humano-Computador. O autor mostra que, para se fazer alguma coisa, é preciso iniciar com alguma noção do que se quer – do objetivo que deve ser alcançado. Então, deve-se tomar uma ação no ambiente para se mover ou manipular alguém ou alguma coisa. Finalmente, deve se verificar se o objetivo foi atingido. Então, há quatro diferentes itens a considerar: o objetivo, a ação no ambiente, o ambiente em si, e a verificação do ambiente. A ação em si possui dois aspectos importantes: fazer alguma coisa e verificar. O autor chama isso de execução e avaliação.

Tarefas reais não são absolutamente tão simples. O objetivo original pode ser especificado imprecisamente, genericamente, de forma que o objetivo não declara precisamente o que fazer – onde e como mover, o que pegar etc. “Para levar a ações, os objetivos precisam ser transformados em instruções do que é para ser feito, instruções essas que chamaremos de intenções. Um objetivo é alguma coisa a ser alcançada, sempre vagamente declarada. Uma intenção é uma ação específica, tomada para atingir um objetivo. Ainda que intenções não sejam específicas o bastante para controlar ações.” Execução envolve fazer alguma coisa. Avaliação é a comparação do que aconteceu no ambiente com o que se quer que aconteça (nosso objetivo).

Temos então o ciclo da ação em sete estágios para realização de uma tarefa (Figura 08), que acabou influenciando vários autores:



Figura 08: Modelo Sete Estágios de uma Ação (NORMAN, 1990)

O autor mostra que o Processo de Sete Estágios de uma Ação pode se iniciar em qualquer ponto. “As pessoas nem sempre se comportam como organismos com raciocínio lógico, completo, iniciando com objetivos de alto nível e trabalhando para alcançá-los. Nossos objetivos são sempre mal-formados e vagos. Nós respondemos aos eventos no ambiente, em vez de pensarmos em planos e objetivos (chamado de comportamento guiado pelo dado).”

Em seu artigo, NORMAN (1990 e BOOTH, 1992) forneceu algumas definições de termos usados nessa sua teoria:

- Formação do objetivo: é o objetivo que a pessoa espera alcançar;
- Formação da intenção: é a decisão de ação para atingir o objetivo;
- Especificação de uma seqüência de ação: é o processo psicológico de determinação da representação psicológica das ações que serão executadas no mecanismo do sistema;
- Mapeamento a partir de objetivos psicológicos e intenções para seqüência de ação: no sentido de especificar a seqüência de ação, o usuário precisa traduzir os objetivos e intenções psicológicos dentro do estado desejado do sistema e determinar quais rumos do mecanismo de controle devem levar a esse estágio, para então deduzir quais manipulações físicas do mecanismo serão requeridas. O resultado é uma especificação interna de ações que deverão ser executadas;
- Situação física do sistema: determinada pelos valores de todas as suas variáveis físicas;
- Mecanismos de controle: o dispositivo físico que controla as variáveis físicas;
- Mapeamento entre mecanismos físicos e situação do sistema: o relacionamento entre a disposição dos mecanismos do sistema e a situação do sistema;
- Interpretação da situação do sistema: A relação entre a situação física do sistema e os objetivos psicológicos do usuário podem apenas ser determinados pela tradução de situações físicas em situações psicológicas (percepção), para então a interpretação da situação do sistema percebido em termos de variáveis psicológicas de interesse;

- Avaliação e resultado: essa avaliação do sistema requer comparação da interpretação do sistema percebido com os objetivos desejados. Isso sempre leva a um novo grupo de objetivos e intenções.

SUTCLIFFE (1995) apresenta um modelo de Raciocínio para Solução de Problemas semelhante ao Sete Estágios de uma Ação de NORMAN, porém mais simples, em quatro estágios:

- Preparação ou formulação: a finalidade da situação é definida e as informações necessárias para uma solução são reunidas
- Incubação ou procura: soluções antecipadas são desenvolvidas, testadas e possivelmente rejeitadas, levando a maiores informações reunidas e ao desenvolvimento de hipóteses alternativas.
- Implementação: a solução correta é realizada
- Verificação: a solução é conferida para assegurar que as metas foram atingidas e é consistente com a informação disponível.

Segundo ainda o autor, o sucesso na solução de problemas pode freqüentemente depender do uso de estratégias originais, assim como a visualização do problema em termos espaciais ou o tratamento matemático disso. As pessoas são naturalmente conservadoras em suas aproximações para resolver problemas e adotam os métodos que elas estão acostumadas, tendendo a criar procedimentos (habilidades).

#### 4.8.1.1

##### **Questões de Design**

O modelo de Sete Estágios de uma Ação de NORMAN (1990) leva a questionamentos que o usam para fazer perguntas de design (Tabela 03), fundamentais no processo de desenvolvimento de um produto ou sistema:

QUÃO FÁCIL PODE UMA PESSOA:	
Determinar a função de um dispositivo?	
Dizer quantas ações são possíveis?	Dizer se o sistema está num estado desejado?
Determinar o mapeamento a partir de intenções para movimentos físicos?	Determinar o Mapeamento a partir do estado do sistema para interpretação?
Realizar a ação?	Dizer em qual estado o sistema está?

Tabela 03: Questões de Design baseadas no Modelo Sete Estágios de uma Ação (NORMAN, 1990)

#### 4.8.1.2

### Os Abismos do Raciocínio para Solução de Problemas na Interação Humano-Computador

É importante observar que os Sete Estágios de Uma Ação formam um modelo aproximado, não uma teoria psicológica completa. Muitos comportamentos não requerem percorrer todos estágios em seqüência, e muitas atividades não serão satisfeitas com uma única ação. Devem existir então numerosas seqüências e a atividade toda pode gastar horas ou mesmo dias. Isso ocorre com constantes *feedbacks*, em um *loop* contínuo, no qual os resultados de uma atividade são usados para direcionar outras futuras, onde objetivos levam a sub-objetivos, intenções levam a sub-intenções e assim por diante. Existem até mesmo atividades nas quais os objetivos são esquecidos, descartados ou reformulados.

SUTCLIFFE (1995) alerta que, mesmo sendo um dos modelos que mais influenciam os estudos de interação de pessoas com computadores, os Sete Estágios de Uma Ação acabam por engessar alguns pontos-chave dessa interação. A Figura 09 mostra os ciclos da interação ressaltando, no entanto, os Abismos apontados pelo próprio NORMAN (1990) e SUTCLIFFE (1995).

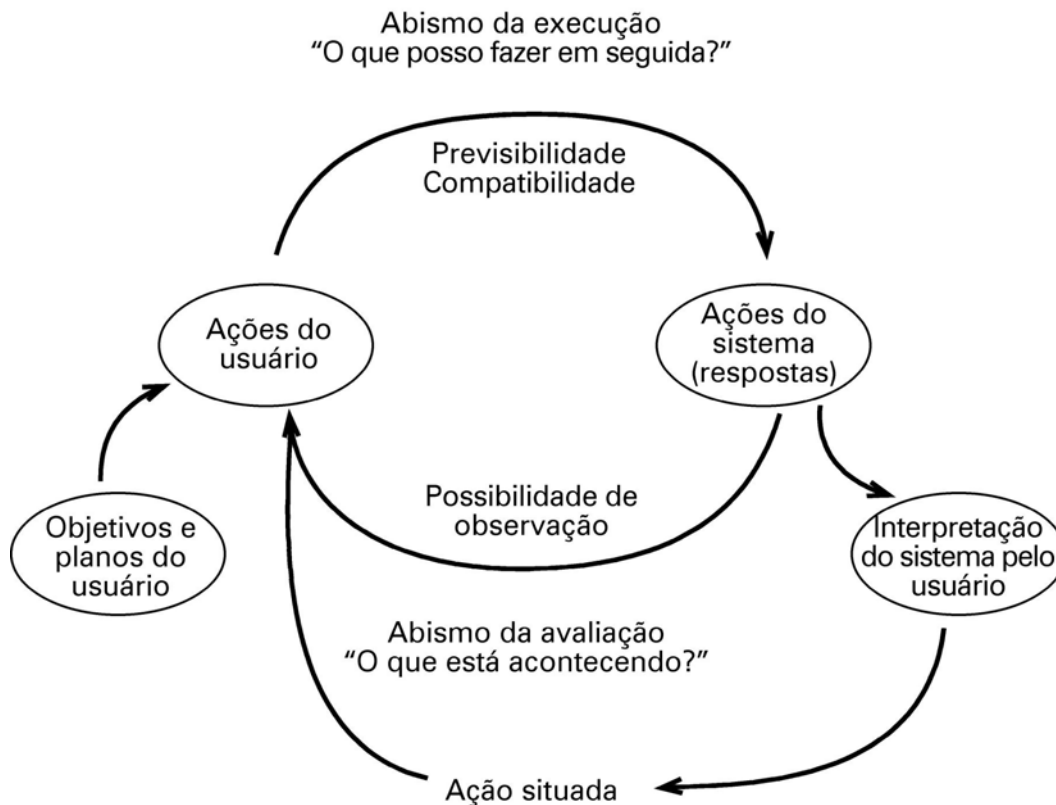


Figura 09: Ciclo da interação humano-computador e seus abismos (NORMAN, 1990 e SUTCLIFFE, 1995)

#### O abismo da execução

O sistema oferece ações que correspondem às intenções dos usuários? O Abismo da Execução é a diferença entre intenções e ações permitidas. Ocorre quando o usuário é defrontado com questões do que fazer em seguida. "Para ajudar a transpor esse abismo a interface deve sugerir e apontar ao usuário ações possíveis" (SUTCLIFFE, 1995).

#### O abismo da Avaliação

O sistema oferece uma representação física que pode ser diretamente percebida e interpretada em termos de intenções e expectativas do usuário? O Abismo da Avaliação ocorre depois da ação do usuário e a conseqüente resposta do sistema, no momento em que os usuários precisam compreender o que está acontecendo. Reflete o total do esforço que a pessoa deve exercer para interpretar o estado físico do sistema e determinar quão bem suas expectativas e intenções se encontram. Segundo SUTCLIFFE (1995), o design

aqui deve ajudar apresentando claramente os caminhos da ação que o usuário deve realizar e fornecer uma representação clara do estado do sistema.

## 4.9

### O Sistema Cognitivo e Suas Limitações

Pessoas utilizando computadores estão sempre fazendo no mínimo duas tarefas: tarefas funcionais e tarefas operacionais. As tarefas funcionais estão relacionadas ao conteúdo do problema em si, ou conhecimento declarativo, o conhecimento de fatos e regras. As tarefas operacionais, estão associadas ao conhecimento procedural, às maneiras de se resolver o problema.

O ato de mensurar e analisar a fadiga e o trabalho mental é bastante difícil. Entretanto as pesquisas continuam porque, em muitos ambientes de trabalho, os problemas de desconforto e doenças não se podem separar dos aspectos psicológicos da tarefa (MORAES e PEQUINI, 2000).

#### 4.9.1

##### Sobrecarga Cognitiva

Existem limitações dos recursos cognitivos, como a capacidade da Memória de Trabalho e vários processos de informação (por exemplo, atenção e recuperação de memória). Estes recursos são limitados e, na maioria das vezes, quando mais de uma tarefa são apresentadas simultaneamente, a performance em uma ou mais tarefas diminui devido à competição entre os recursos críticos. No caso de sistemas hipertextuais, MAYHEW (1992) inclui a interação e navegação. “Essas duas tarefas competirão por recursos cognitivos e, se ambas requererem demais, irão interferir uma com a outra, degradando a performance para uma ou ambas e da interação em geral.” Segundo PADOVANI (1998), isso é chamado de interferência.

Segundo a autora, a capacidade humana de armazenamento vai depender ainda do nível de familiarização do usuário em relação ao conteúdo e às estruturas de manipulação e acesso à informação fornecidas pela interface. “O

nível de familiarização também influencia as estratégias de navegação adotadas e a compreensão topográfica do material que está sendo navegado.”

PADOVANI (1998) categoriza os problemas de navegação em quatro grupos, de acordo com sua origem provável:

1. problemas que surgem da não-familiaridade com a estrutura ou organização conceitual do sistema. Neste grupo encontram-se os problemas de desvio;
2. problemas relacionados à demanda de cognição exigida do usuário. Neste grupo, problemas associados aos desvios do usuário quando opta por um outro caminho que o distraia da sua tarefa principal por ser interessante ou perde as pistas devido ao excesso de informação.
3. problemas relacionados à digressão associativa, quando o usuário, ao seguir uma seqüência de pensamentos, acaba por perder o seu objetivo original, “à semelhança do que às vezes se sucede quando se consulta uma enciclopédia sobre um termo com múltiplas referências cruzadas.”
4. problemas relacionados às dificuldades de recordação por parte dos usuários. “Este grupo de problemas é causado por inexperiência geral e de aprendizado na navegação, o que dá margem a dificuldades de lembrança, de consolidação e compreensão do conteúdo semântico dos nós, resultando em uma interferência na memória e uma incapacidade de resumir e agregar à memória aquilo que está sendo aprendido. Um exemplo dentro desse grupo é o problema de sobrecarga cognitiva.”

“A sobrecarga cognitiva se dá quando o usuário é confrontado com a situação de, a qualquer momento, ter que tomar decisões sobre o caminho a seguir, a maneira de encontrar o que procura, o interesse das decisões que tomou, etc.” (PADOVANI, 1998). O problema é agravado por pressão de tempo para realização da tarefa em si, onde a navegação é apenas o meio e não o fim.

## 4.10

### Conclusão Parcial

O ser humano possui uma grande capacidade para realizar tarefas simultâneas; não é à toa que a tecnologia tem se valido cada vez mais de recursos que exigem simultaneidade de operações dos usuários. Porém, é importante que se saiba dosar as forças e fraquezas do ser humano numa Interação Humano-Computador, atribuindo responsabilidades na máquina que amparem as fraquezas do homem (cálculos exatos e precisão de raciocínio em ações repetitivas), fornecendo pistas (informações externas) para identificação e lembrança da informação necessária (informação interna). Entretanto, o sistema deve lançar mão adequadamente das forças dos seres humanos (principalmente capacidade de contextualização e percepção através de dados fragmentados e até mesmo incompletos).

Percebeu-se neste capítulo que o ser humano procura sempre padronizar funções no sentido de criar habilidades. Principalmente em tarefas operacionais – o “como” proceder – que são apenas o meio para se realizar as tarefas funcionais – o “quê”, o objetivo em si. Quanto menos o ser humano necessitar raciocinar a respeito das tarefas operacionais, mais facilmente realizará suas tarefas funcionais.

A maneira como a estrutura do sistema hipertextual é construída, deve tomar como base o Modelo Mental dos usuários e o tipo de conhecimento em jogo. Uso de informações externas para o acionamento do processo de identificação e lembrança no homem, que traduzam corretamente a funcionalidade do dispositivo, auxiliarão os bons índices de usabilidade.



**Referências Bibliográficas do Capítulo**

- BOOTH, Paul. **An Introduction to Human-Computer Interaction**. 3a Ed. LEA Ltd. 1992. 268p.
- CARD, Stuart K., MORAN, Thomas P. and NEWELL, Allen. **The Psychology of Human-Computer Interaction**. LEA Ltd. 1983. 469p.
- Das, A.; Franca, J.G.; Gattass, R.; Kaas, J.H.; Nicoletis, M.A.L.; Timo-laria, C.; Vargas, C.D.; Weinberger, N.M. and Volchan, E. **The brain decade in debate**: VI. Sensory and motor maps: dynamics and plasticity. In: Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 2001. 34: 1497-1508
- HACKOS, JoAnn T.; REDISH, Janice C. **User Task Analysis for Interface Design**. Wiley (New York) New York, 1998. 488p.
- HELANDER, Martin G.; LANDAUER, Thomas K.; PRABHU, Prasad V. **Handbook of Human – Computer Interaction**. 2<sup>nd</sup> Edition. Elsevier, North-Holland. 1997, 1.582p.
- LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 2a Edição. São Paulo. 2000, 260 p.
- LIAW, Shu-Sheng. **An Internet survey for perceptions of computers and the World Wide Web**: relationship, prediction, and difference. In: Computers in Human Behavior, 18 (2002), p. 17-35.
- MAYHEW, Deborah J. **Principles and Guidelines in Software User Interface Design**. Englewood Cliffs (New Jersey), PTR Prentice Hall. 1992. 619p.
- MONK, Andrew. **Fundamentals of Human-Computer Interaction**. Academic Press Inc. (Londres). 1985. 293p.
- MORAES, Anamaria de e PEQUINI, Suzi Mariño. **Ergodesign para trabalho com terminais informatizados**. Rio de Janeiro (Rio de Janeiro), 2AB, 2000, 115 p.
- MORAES, Anamaria e MONT´ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia, conceitos e aplicações**. 2a Ed. Rio de Janeiro, 2AB, 2000, 132p.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa**. Editora UNB, Brasília, DF, 1999.129p.
- NIELSEN, Jakob. **Usability Engineering**. San Francisco (California), Morgan Kaufmann, 1993. 362p.
- NORMAN, Donald A. **The Design of Everiday Things**. New York (New York), Currency Doubleday. 1990. 257p.
- PADOVANI, Stephania. **Avaliação ergonômica de sistemas de navegação em hipertextos fechados**. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1998.
- PREECE, Jenny. **A Guide to Usability**. Human Factors in Computing. Harlow (England), Addison-Wesley, 1993. 144p.

REASON, James. **Human Error**. 4<sup>th</sup> Ed. New York, Cambridge Press, 1995, 302p.

SANTOS, Robson Luís Gomes dos. **Abordagem Heurística para avaliação de usabilidade de interfaces**. Dissertação de Mestrado em Design. Rio de Janeiro. PUC, 2000.

SHNEIDERMAN, Ben. **Designing the User Interface**. 3a Ed. Reading (Massachusetts), Addison-Wesley, 1998, 639 p.

SUTCLIFFE, A. G. **Human-Computer Interface Design**. 2a Ed. Hampshire (London), Macmillan, 1995, 326 p.

WINOGRAD, Terry and FLORES, Fernando. **Understanding Computers and Cognition**. A New Foundation for Design. Reading (Massachusetts), Addison-Wesley. 1986. 207 p.