

# PUC

---

Série: Monografias em Ciência da Computação, N<sup>o</sup> 21/88

INTERFACES INTELIGENTES

Maria Helena B. Braz

Departamento de Informática

---

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

JÁ MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225 — CEP 22453

RIO DE JANEIRO — BRASIL

PUC/RJ - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Série: Monografias em Ciência da Computação, N° 21/88

Editor: Paulo A. S. Veloso

Dezembro, 1988

INTERFACES INTELIGENTES\*

Maria Helena B. Braz

\* Apresentado pelo Prof. Daniel Schwabe.

Trabalho parcialmente financiado pela FINEP.

Responsável por Publicações

Rosane Teles Lins Castilho  
PUC/RJ-Depto. de Informática  
Assessoria de Biblioteca, Documentação e Informação  
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea  
22453 - Rio de Janeiro, RJ

## RESUMO

Este trabalho discute o conceito de Inteligência quando aplicado a Sistemas Interativos, estabelecendo o seu significado relativamente a interfaces e modelos constituintes e sendo dada maior ênfase ao caso particular dos Sistemas de Apoio à Decisão. São também discutidas as principais características que permitem a classificação de uma interface como inteligente.

## PALAVRAS-CHAVE

Interfaces Inteligentes; Sistemas Interativos; Sistemas de Apoio à Decisão.

## ABSTRACT

This work discusses the meaning of "intelligence" in the context of Interactive Systems specially when applied to models and interfaces. The case of Decision Support Systems is used as an example. It also discusses some characteristics that may be used to classify an interface as "intelligent".

## KEYWORDS

Intelligent User Interfaces; Interactive Systems; Decision Support Systems.

## S U M Á R I O

I - INTRODUÇÃO.

II - CONCEITOS.

II.1 - Sistemas Interativos, Sistemas de Apoio à  
Decisão.

II.2 - Inteligência em Sistemas Interativos.

II.3 - Separação entre Inteligência de Interface e  
de Modelos.

III - ANÁLISE DO PAPEL DE "INTELIGENCIA" EM INTERFACES.

IV - CONCLUSÕES.

## I - INTRODUÇÃO

Atualmente o computador aparece como uma ferramenta indispensável para um crescente número de profissionais em diferentes áreas de atividade humana.

Esta penetração é fundamentalmente motivada pelo custo cada vez menor do Hardware e o aparecimento de sistemas interativos cuja interface para comunicação com o usuário facilita o seu uso por profissionais que, embora não treinados na área de computação, são capazes de os utilizar como ferramenta no seu dia a dia. São exemplos os sistemas de CAD usados em arquitetura e as planilhas de cálculo.

A crescente necessidade de satisfazer uma faixa cada vez mais larga de aplicações e usuários facilitando o acesso ao computador tornou indispensável o estudo dos aspectos relativos à interação Homem-Máquina.

O estudo desses aspectos é interdisciplinar envolvendo conceitos de Ergonomia, Psicologia, Linguística, etc... e até hoje existem apenas regras derivadas da experiência que orientam o projeto de interfaces.

Espera-se que o projeto e desenvolvimento de interfaces possa vir a utilizar os novos conceitos oferecidos pela quinta geração de computadores e constitua uma tecnologia onde se apoiarão as aplicações do futuro.

Neste estudo procuramos analisar o conceito "Inteligência" aplicado a Sistemas Interativos estabelecendo o seu significado quanto a interfaces e quanto a modelos constituintes dos sistemas, procurando ainda analisar as

particularidades próprias dos Sistemas de Apoio à Decisão.

Na seção II apresentaremos a atual concepção de Sistemas Interativos e Sistemas de Apoio à Decisão e as tendências de evolução esperadas. E discutido também, o significado de "Inteligência" aplicado a estes sistemas.

Na seção III são analisadas as características necessárias e desejáveis para classificar uma interface como inteligente e na Seção IV é apresentada uma síntese dos principais aspectos analisados neste estudo.

## II - CONCEITOS

### II.1 - Sistemas interativos, Sistemas de Apoio à Decisão.

Os Sistemas Interativos caracterizam-se pela constante troca de informações entre computador e usuário. Com o avanço tecnológico os canais de comunicações diversificaram-se e novos tipos de dispositivos de entrada e saída tornaram possível uma comunicação cada vez mais natural ao usuário.

Como estes sistemas procuram atingir uma faixa cada vez mais larga de usuários e aplicações, tornou-se necessário tratar tão separadamente quanto possível os problemas de comunicação com o computador, surgindo o modelo representado na figura 1 para os Sistemas Interativos.

Estudos em Engenharia de Software evidenciam a necessidade de tratar separadamente a interface para permitir um melhor atendimento em termos de fatores humanos e diminuir os custos associados ao desenvolvimento e manutenção dos sistemas.

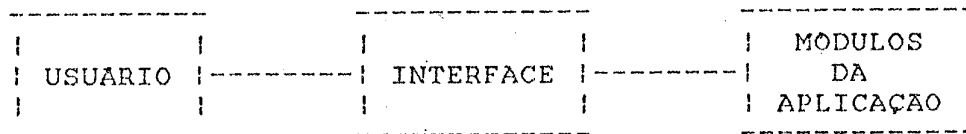


Fig. 1 - Estrutura de Sistemas Interativos.



Neste modelo as funções ligadas à comunicação são realizadas pela interface que controla, através dessa comunicação, a execução das funções próprias da aplicação:

Verificou-se ainda que essa interface é, em grande parte, responsável pela maior ou menor aceitação do sistema tornando-se portanto, justificável, não só pela necessidade de comunicação, como do ponto de vista comercial, investir no estudo dos aspectos que podem contribuir para aumentar o nível de satisfação do usuários, na verdade uma boa interface pode ser decisiva no Marketing destes sistemas.

Assim, aspectos de caráter ergonômico e psicológico tornaram-se importantes no desenvolvimento das interfaces e os principais objetivos a alcançar são geralmente:

- . facilidade de uso;
- . facilidade de aprendizagem;
- . robustez quanto a uso incorreto;
- . aumento de produtividade e do grau de satisfação dos usuários relativamente ao desempenho das tarefas suportadas pelo sistema.

O conceito de interface amistosa, ou amigável surge então como o estágio atual do desenvolvimento de interfaces abrangendo os objetivos anteriormente enunciados.

Dentro dos sistemas interativos existe um campo de atuação onde o objetivo é dar suporte a tarefas envolvendo tomada de decisões. Estes sistemas são geralmente designados por Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) e neles o apoio prestado pelo computador ao usuário pode ir desde a simples recuperação de

dados à realização de pesquisas seletivas complexas ou ainda execução de cálculos, comparações e previsões que sejam adequadas para a realização da tarefa em causa.

O conceito de SAD foi originalmente proposto por P. Keen e S. Morton [18] e as principais aplicações tiveram por cenário organizações comerciais sendo os usuários, geralmente gerentes e administradores, normalmente não treinados na área de computação o que aumentou a necessidade de recorrer a interfaces amistosas para estes sistemas.

Os SAD apoiam os tomadores de decisão através do uso de dados e modelos para resolver problemas semi-estruturados ou não estruturados e a sua tecnologia distingue-se da tecnologia dos sistemas de informação, processamento de dados e pesquisa operacional, pois:

- a) Procuram dar suporte aos agentes de decisão em vez de os substituir;
- b) São descritivos em vez de prescritivos;
- c) Procuram ser efetivos em vez de eficientes;
- d) Tratam tarefas classificadas como não estruturadas ou semi-estruturadas, isto é, para as quais não se conhece todas as sub-tarefas a executar ou é desconhecida a melhor sequência de execução;
- e) São evolutivos, isto é, devem poder acomodar alterações no processo de decisão e devem ser flexíveis permitindo o uso personalizado e adaptação a diferentes tipos de usuários.

Representamos na figura 2 a estrutura destes sistemas. Os componentes principais são: a interface de diálogo - responsá-

vel pela comunicação com o sistema; a base de dados - que centraliza as ações ligadas a criação, validação e manutenção dos dados necessários; a base de modelos - que põe a disposição do usuário bibliotecas de modelos e funções para sua manutenção e gerência.

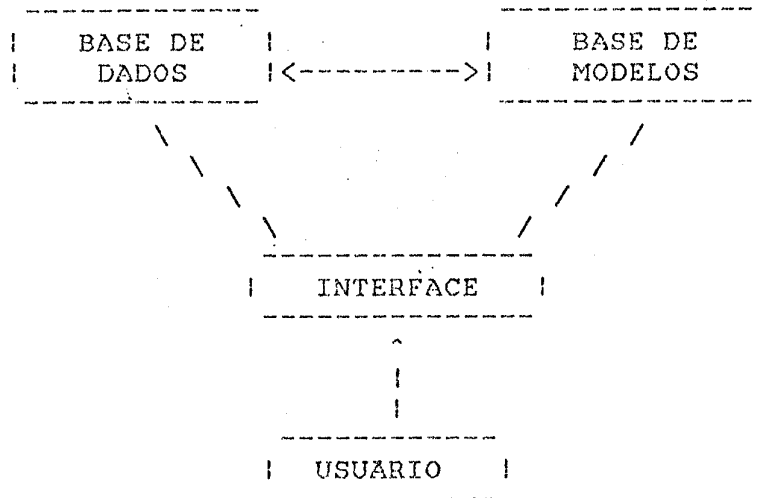


Fig. 2 - Estrutura de Sistemas de Apoio à Decisão

Recentemente os avanços na área da inteligência artificial proporcionaram o aparecimento de Sistemas Especialistas (SE) que tal como os SAD procuram melhorar a qualidade das decisões.

Um SE é essencialmente um programa que, através de um mecanismo para resolução de problemas e de uma base de conhecimento numa área especializada, oferece desempenho semelhante ao de um especialista nessa área. Estes sistemas compõe-se essencialmente de uma base de conhecimento relativo à área de aplicação, um mecanismo de inferência para resolução dos problemas e uma base de dados para manipular os dados necessários

a uma dada situação tratada pelo sistema. Geralmente possuem ainda um sistema para explicação das conclusões obtidas pelos sistemas, uma interface com o usuário e um sistema de gerência da base de conhecimento permitindo a sua validação, atualização e teste.

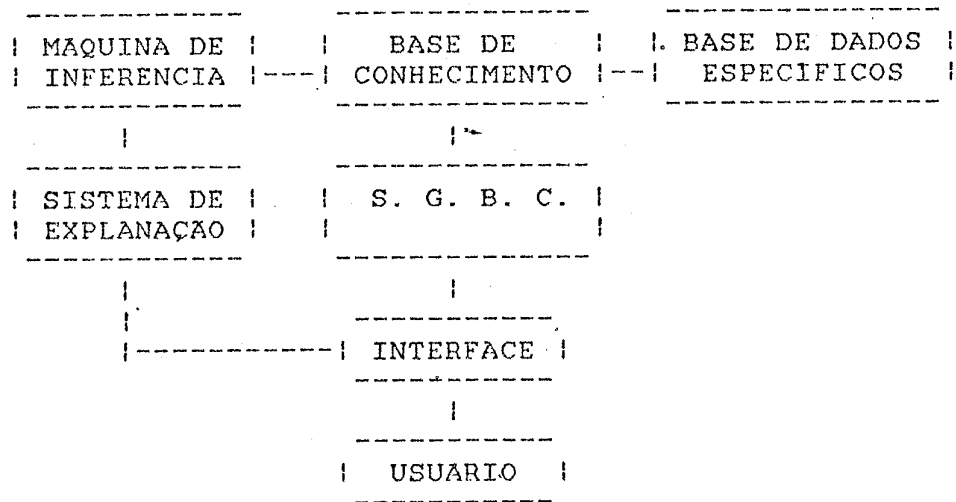


Fig. 3 - Estrutura de Sistemas Especialistas.

Estes sistemas diferem, no entanto, dos SAD pois, ainda que suportando um processo decisional, têm uma proposta um pouco diferente.

Na realidade os SAD procuram dar suporte na tomada de decisão pelo acesso fácil e rápido a dados e modelos que estão disponíveis para serem usados como pretendido. Os SE contêm o conhecimento necessário à área de aplicação e através do seu processamento são capazes de fornecer uma conclusão com um nível de correção próximo ou superior à de um perito da área sem que o usuário influa na obtenção dessa conclusão. Neste caso existe possibilidade de substituição ao contrário do suporte pois uma

solução possível é apresentada ao usuário, no entanto, este poderá ou não aceitá-la.

Atualmente alguns conceitos usados nos SE estão sendo transportados para os SAD que poderão incluir capacidade para inferência além de modelos e estruturas de decisão heurísticos.

A tendência natural dos SAD que se dirigem a áreas pouco estruturadas e complexas será então a de aumentar a sua capacidade de evolução e de resolução de problemas e uma forma de o conseguir será certamente o recurso a novas técnicas ligadas à Engenharia do Conhecimento e que foram empregadas nos SE.

Como nos SE o conhecimento é geralmente definido através de regras e fatos não ficando embutido no código do programa, será muito mais fácil a construção de SAD flexíveis e evolutivos uma vez que estas características assentarão fundamentalmente em alterações ou acréscimos de regras ou fatos no banco de conhecimento. Muitos problemas pouco estruturados serão mais facilmente modelados por análise das regras empíricas usadas pelos profissionais da área do que através da busca de modelos de caráter algorítmico.

## II.2 - Inteligência em Sistemas Interativos.

Em termos informais poderemos dizer que se procurará cada vez mais tornar "inteligentes" os sistemas interativos. O significado do adjetivo "inteligente", correntemente utilizado na literatura destas áreas, é de difícil definição e geralmente é utilizado quando se procura falar sobre níveis de atuação ou formas de comportamento dos sistemas semelhantes ou aproximados

aos humanos.

Este tipo de posição é seguida por Elaine Rich [10] quando define IA evitando entrar em discussões filosóficas sobre o significado de inteligência. Para ela IA é o estudo de como os computadores poderão realizar tarefas que até ao presente são realizadas pelos seres humanos.

Numa outra passagem a mesma autora refere que um dos resultados da pesquisa em IA foi a constatação que inteligência necessita de conhecimento.

Também F. Hayes-Roth [12] indica que os pesquisadores em IA compreenderam que não basta um elevado QI para tornar alguém um especialista, é necessário que possua um largo conhecimento sobre a área. Assim, para que um computador possa resolver problemas numa área, com um desempenho próximo ao dos peritos dessa área, terá necessariamente que ter acesso a um conhecimento semelhante ao destes e isso, motivou o desenvolvimento da Engenharia de Conhecimento.

Os problemas de processar conhecimento de forma utilizável em sistemas computacionais, são estudadas nesta área e existem resultados notáveis de aplicação das técnicas atualmente disponíveis como são exemplos os SE DENDRAL e MYCIN [7].

O êxito dos SE já desenvolvidos resulta, então, fundamentalmente de ter sido possível representar e manipular o conhecimento relativo à aplicação e não de se ter conseguido um mecanismo geral de resolução de problemas que, no início das pesquisas em IA, aparecia como o centro de um comportamento inteligente [6].

Em minha opinião, os SE vieram provar ser possível desenvolver sistemas artificialmente inteligentes cujo cerne, situando-se na base de conhecimento, fortifica o binômio inteligência / conhecimento.

A divulgação dos resultados e tecnologia atualmente disponíveis na área de Engenharia do Conhecimento, irá certamente influenciar o desenvolvimento de Sistemas Interativos e dos SAD em particular. Estes, dirigindo-se a problemas não estruturados ou semi-estruturados, lidam por definição com situações onde o recurso ao conhecimento empírico da área, facilmente explicitado na forma de regras, associado às capacidades de explanação das deduções obtidas, facilmente contribuirão para uma aplicação cada vez mais abrangente e evolutiva dos sistemas.

Diminuirá, assim, a distância entre a capacidade decisional do usuário e do sistema e, por isso, este último será visto como um sistema mais "inteligente".

Ainda que exista incerteza em relação ao que constitui inteligência em relação aos próprios seres humanos, é possível, de um ponto de vista pragmático, considerar que esta qualidade para sistemas, será alcançável quando eles forem capazes de simular comportamentos que, sem atingir o nível sugerido por Turing com o seu teste para classificação de sistemas [8], possam resolver problemas em certas áreas e se comunicarem com os usuários de modo análogo, do ponto de vista de desempenho, ao de peritos ou profissionais da área.

Em minha opinião, a qualidade "inteligente" classifica sistemas, não de uma forma concreta e definitiva, mas de uma forma intuitiva tal como é usado entre seres humanos onde um

comportamento inteligente não tem uma definição precisa e corresponde a uma intuição criada experimentalmente. Nenhum dos autores pesquisados apresenta uma definição mais concreta do que seria inteligência em sistemas e acredito não ser possível encontrar uma definição precisa sem alterar bastante o significado corrente da palavra inteligente que na prática é usada de forma dinâmica.

Na realidade podemos considerar que "inteligente" qualifica comportamentos baseados em mecanismos não familiares ao observador. Quando tal mecanismo se torna conhecido, a tendência é deixar de o classificar como inteligente havendo portanto um certo dinamismo no uso do conceito que necessariamente se reflete na sua aplicação a sistemas e dificilmente poderá ser capturado numa definição.

Esse dinamismo é, em minha opinião, comparável ao apresentado pelo conceito de semi-estruturado ou não estruturado aplicado a problemas.

Também esta classificação evolui com o aumento do conhecimento sobre os problemas. Por exemplo, a Gerência de Estoques, antes de existirem modelos explicativos, foi considerada tarefa não estruturada realizada geralmente por profissionais experientes. Hoje em dia o aumento da compreensão sobre os fenômenos envolvidos e a criação de modelos matemáticos para controle de estoques, tornaram essa tarefa estruturada dissimulando a sua execução.

Resta no entanto a pergunta: Será que a evolução do conhecimento irá permitir estruturar todas as tarefas humanas ou existem tarefas intrinsecamente não estruturadas às quais sempre



estará associado o conceito de inteligente?

Seja qual for a resposta, ainda que não se consiga simular na máquina as potencialidades de resolução de problemas próprias do homem e que caracterizam os comportamentos inteligentes, poderemos, pelo menos recorrendo à tecnologia atualmente disponível para processamento automático de conhecimento, melhorar o desempenho dos sistemas.

Na realidade podemos considerar que inteligência apresenta várias dimensões e que processar conhecimento ainda que sendo apenas relativo a uma dessas dimensões já justifica a classificação de inteligente e pode contribuir para uma melhoria dos serviços oferecidos pelos sistemas computacionais.

Como exemplo, citaria a ferrameta proposta em [22] que permite ensinar o uso de um editor de texto tipo Wordstar através da apresentação, no momento oportuno, de mensagens explicativas sobre os comandos disponíveis, cuja exibição é função de regras envolvendo os comandos já executados.

A discussão do conceito "inteligente" e a definição dos objetivos a alcançar pela IA são motivo de discussão em aberto e, por exemplo, em [8], o tema aparece desenvolvido em vários artigos apresentando posições de autores de reconhecido mérito na área.

De um conhecimento cada vez maior sobre as formas de comunicação humanas e sobre os modelos usados na resolução de problemas, só poderão resultar sistemas mais naturais ao usuário. Assim, poderemos estabelecer que, no caso dos sistemas interativos, a classificação de "inteligente" será atribuível se no seu desenvolvimento forem considerados 2 fatores essenciais:

- a) o conhecimento relativo á área de aplicação,
- b) o conhecimento relativo ás formas comunicação usadas pelos usuários.

Nos sistemas até agora desenvolvidos tem sido prestada menor atenção a este segundo tipo de conhecimento e as interfaces criadas, ainda que em alguns casos recorram a linguagem natural, apresentam características que dificilmente permitem ser consideradas "inteligentes".

Existe, então, a necessidade de procurar estudar e aprofundar as formas possíveis de comunicação usuário/computador com o objetivo de alargar o conceito de interface passando de "amistosa" a "inteligente".

Uma interface "inteligente" deverá, então, atuar como um intermediário capaz de compreender as intenções ou objetivos dos usuários e executar ações relevantes ao cumprimento de tais objetivos. Tal intermediário deverá poder acomodar-se a diferentes tipos de usuários apresentando um comportamento natural compatível com o conhecimento destes sobre o uso do sistema e as suas potencialidades, corrigindo eventuais erros, dando tutoramento no seu uso etc...

Para incluir todas estas características E.Rissland [9] considerou necessário alterar o modelo apresentado na figura 1. De acordo com esta autora a interface tornou-se uma área envolvendo tanto o usuário como a aplicação.

Considerar a interface como um espaço onde o usuário e os módulos de aplicação e respectivos dados se encontram mergulhados, é a melhor forma de representar o papel futuro de

uma interface que deverá ter capacidade para manipular conhecimentos sobre:

- . o usuário,
- . as tarefas a executar,
- . o domínio de comunicação,
- . as ferramentas disponíveis para execução das tarefas e para interação,

pois só assim poderá responder a questões como:

- . "o que acontece se...";
- . "porque ocorreu y?";
- . "como é possível fazer x?";
- . etc...

dando uma explicação adequada ao tipo de usuário e usando os canais disponíveis dentro do contexto dinâmico de execução das tarefas.

Só através da manipulação destes conhecimentos será possível transformar a interface num agente executando as tarefas descritas. No entanto, no atual estado tecnológico, esperar que todos esses tipos de conhecimento possam estar presentes e, sejam integrados no sistema, é demasiado ambicioso pois, o conhecimento, embora indispensável, é geralmente volumoso, difícil de caracterizar precisamente e evolui constantemente obrigado à determinação dos aspectos mais relevantes a incluir em cada caso.

Por exemplo, dispor de facilidades para comunicação em linguagem natural apesar do ganho esperado em termos de naturalidade, pode ter um custo proibitivo em muitas situações e o recurso a uma comunicação baseada numa linguagem visual pode

garantir um nível aceitável com um custo muito inferior. Este tipo de balanço deverá ser feito para cada aplicação fazendo análises de custo-benefício relativamente às facilidades que se pretendem na interface, e o nível de sofisticação com que os vários tipos de conhecimento serão definidos.

Um dos problemas na definição do conhecimento necessário para uma interface é a não existência de dados precisos sobre os usuários, suas preferências e seus comportamentos. O conhecimento atual da área assenta essencialmente em regras derivadas da experiência com o desenvolvimento de Sistemas Interativos e que tratam sobretudo de aspectos de caráter ergonômico como formatação de telas, uso de dispositivos para entrada de dados, etc...

Outro aspecto que é necessário considerar são os limites da interface. Na realidade ela pode passar a incluir com o novo modelo apresentado, muitos aspectos que até hoje seriam necessariamente da responsabilidade da aplicação ou do usuário. A divisão entre os aspectos que deverão ser incluídos e controlados na interface, e aqueles que deverão ficar sob a alçada das ferramentas responsáveis pela execução das tarefas e que compõem a aplicação, não é clara pois, a inclusão de conhecimento sobre as ferramentas na interface, pode permitir que tenham um papel passivo no que respeita, por exemplo, a forma de apresentação de resultados, a sequência de apresentação, etc...

Essa separação deverá ser estabelecida em cada caso e certamente será função dos objetivos, tarefas e usuários envolvidos no sistema e área de aplicação.

### II.3- A Separação entre Inteligência de Interface e de Modelos.

Para clarificar a separação que deverá existir entre Inteligência das Interfaces e dos Modelos, iremos dar um exemplo baseado no sistema descrito em [21]. Neste artigo é apresentado um sistema de apoio à decisão para análise estatística.

A proposta do sistema é apoiar o usuário na escolha das ferramentas estatísticas apropriadas a um dado problema e fornecer resultados sob uma forma que não induza erradamente o usuário na sua tomada de decisão.

A apresentação dos resultados é fundamental pois, verifica-se a existência de situações onde a forma de representação é responsável pela distorção da realidade e assim favorece uma deficiente interpretação dos dados.

Por exemplo, se existir um conjunto grande de informações relevantes a uma dada situação verifica-se que a ordem de apresentação delas é importante pois, há tendência para valorizar excessivamente a última informação recebida ainda que esta não seja realmente a mais importante. Outro exemplo que caracteriza este tipo de problema será a apresentação de gráficos com dados onde o usuário poderá reconhecer padrões que na realidade não existem como, por exemplo, correlação entre variáveis não estatisticamente verificada.

Em [21] são apresentados vários aspectos cognitivos que deverão ser levados em conta para evitar este tipo de problema. Será cada vez mais importante para os projetistas de interfaces conhecer os aspectos cognitivos já definidos para poder definir

de forma mais completa o conhecimento sobre o usuário. Na literatura pesquisada existem muito poucas referências ([13] e [21]) sobre o tema não permitindo maior aprofundamento do tema.

No sistema proposto procura-se então apoiar a escolha de ferramentas estatísticas evitando os erros mais correntes de manipulação e interpretação de dados. Os autores procuram elucidar o que entendem por apoio inteligente através da apresentação de casos.

O primeiro caso refere a seguinte situação: " O usuário pretende ver e fazer previsão sobre as vendas da empresa "

Se o sistema se limita a apresentar um gráfico com os valores das vendas, ainda que estes dados estejam corretamente apresentados, há possibilidade do usuário ver uma sazonalidade que na realidade não existe ou ajuste mentalmente uma curva que não se adapta aos dados.

Assim os autores consideram que um sistema inteligente deverá possuir heurísticas, que em função dos dados, executem automaticamente o cálculo dos parâmetros da curva, ou a verificação da sazonalidade fornecendo explicitamente estes dados ao usuário e diminuindo a possibilidade de erros de interpretação.

Esta situação irá servir para analisar a separação entre inteligência, isto é, capacidade de manipular conhecimento da interface e dos modelos.

Se a interface tiver conhecimento sobre as ferramentas disponíveis poderá, face a solicitação do usuário, invocar a pesquisa de dados, apresentar o respectivo gráfico ou tabela e,

de acordo com os dados em questão, decidir sobre a invocação de ferramentas estatísticas para adaptação de curvas, testes de sazonalidade, etc... que possam se aplicar à situação, exibindo tais resultados.

Para poder tomar este tipo de iniciativa a interface deverá então, conhecer o estilo do usuário, para poder selecionar a forma de apresentação de valores (tabela ou gráfico), possuir conhecimento sobre as formas de tratar a variabilidade dos dados (média, variância, moda, etc) e conhecimento sobre a invocação das ferramentas adequadas à adaptação de curvas (regressão linear, modelo exponencial, etc), à execução de testes de significância, etc....

Terá ainda de possuir conhecimento para interpretar os resultados fornecidos pelas ferramentas e apresentá-los de forma compatível com a situação estabelecida (exibição dos parâmetros ou do gráfico).

Uma outra possibilidade será limitar a atuação da interface e torná-la apenas responsável pelas funções diretamente relacionadas com a comunicação, deixando nos modelos o que diz respeito ao conhecimento específico relativo ao tratamento estatístico.

Assim, a interface limitar-se-ia a acionar a pesquisa de dados decidindo sobre a forma de apresentação e acionar o modelo para previsão.

Este modelo analisaria então os dados, tomaria as decisões necessárias sobre a chamada das suas funções estatísticas e devolveria à interface os resultados obtidos para que esta pudesse organizar a sua apresentação. Em ambos os casos

o sistema apresenta um comportamento semelhante apesar da sua organização interna ser diferente.

No primeiro caso a interface manipula todo o conhecimento e os modelos são meras rotinas estatísticas cuja execução é controlada pela interface. No segundo caso a distribuição do conhecimento é mais equilibrada pois é o modelo de previsão que inclui o conhecimento de caráter estatístico para além das rotinas necessárias às diferentes análises.

Em minha opinião esta segunda situação deverá ser a mais realista pois particiona de forma mais racional o conhecimento necessário ao sistema e evita que o projetista da interface tenha de lidar com conhecimento que em nada se relaciona com a funcionalidade da interface e que será específico a cada área de aplicação.

Na realidade um sistema possuirá certamente outras funções envolvendo novas áreas e a centralização do conhecimento, na interface, certamente dificultará ou impossibilitará a sua gerência e validação pois, com a tecnologia disponível, a eficiência do processamento do conhecimento é muito dependente da dimensão do conhecimento envolvido.

Outro argumento a favor da separação pode ser deduzido do princípio da Engenharia de Software que indica ser conveniente estruturar os sistemas de acordo com a funcionalidade desejada.

A interface deve então limitar-se a manipular o conhecimento diretamente relacionado à sua funcionalidade incluindo apenas um conhecimento sumário quanto aos modelos disponíveis. Quando uma tarefa obrigar o acionamento de uma ferramenta exigin-



do diálogo com o usuário a interface deverá então conhecer as características do mesmo para que este se realize de acordo com o perfil estabelecido (usuário novato, usuário experiente, etc...).

Em conclusão podemos estabelecer que "inteligente" caracteriza interfaces ou modelos quando estes incluam conhecimento permitindo a cada um executar as tarefas respectivas de forma comparável à de um agente humano especializado na área, isto é, caberá à interface manipular conhecimento sobre a comunicação como: uso adequado de cores, diagramação da tela, recurso a diferentes dispositivos de E/S, oportunidade de exibição de mensagens de auxílio e caberá aos modelos manipular conhecimento sobre condições de aplicação, níveis de precisão para parâmetros e resultados, alternativas sobre uso de algoritmos, etc...,

Desde que o conhecimento já existente relativo à comunicação e aos modelos seja incluído num sistema, permitindo um uso mais natural e uma eficácia global comparável à de um perito da área, poderemos, pelo que já foi dito, considerá-lo inteligente.

### III - ANÁLISE DO PAPEL DE "INTELIGENCIA" EM INTERFACES.

Vimos na seção anterior o que se entendia por "inteligência" no contexto de interfaces ou sistemas relacionando-a com a existência e manipulação do conhecimento atual e representativo de cada área.

Nesta seção iremos analisar quais as características externas que deverão ser observadas nas interfaces para que o seu comportamento face ao usuário seja qualificável de inteligente, isto é, se aproxime da naturalidade própria da comunicação humana.

Assim, como referencial para definição dessas características, iremos partir da análise da comunicação entre seres humanos em situação similar, isto é, onde um deles procura prestar assistência na execução de um objetivo definido pelo outro que por sua vez espera esse auxílio.

Gerhard Fisher [13] cita os seguintes aspectos como característicos em tais situações:

a) Não serem literais, isto é, a sua interpretação não é necessariamente ao pé da letra uma vez que existem comunicações implícitas e o interlocutor é capaz de juntar informação adicional que completa o significado.

b) Poderem utilizar a sua capacidade de resolução de problemas para completar detalhes quando os objetivos são especificados de forma genérica.

c) Poder interpretar significado e intenção quando confrontados com a informalidade e ambiguidade da linguagem

natural.

d) Poder articular a sua compreensão e incompreensão.

e) Poder dar explicações.

As características enunciadas pressupõem então que entre os interlocutores deve existir um conhecimento comum não só relativamente à linguagem usada (oral ou escrita) como também sobre os conceitos necessários ao entendimento e execução do objetivo fixado.

E óbvio que, sem estes dois aspectos, dificilmente poderá haver entendimento mútuo e eles são resultado do aprendizado a que ambos os interlocutores se submeteram durante a sua vida.

No caso da comunicação Homem-Máquina onde não foi seguido um processo de aculturação semelhante, será, então, necessário estabelecer uma plataforma de entendimento que, através da definição de uma linguagem, permita estabelecer a comunicação e a determinação do conhecimento necessário à área de aplicação do sistema e permita um entendimento ao nível dos conceitos. Não se pretende com isto dizer que a máquina terá de entender, no sentido humano, o conceito mas apenas saber manipulá-lo de forma a contribuir para a resolução do problema.

Como os canais de comunicação disponíveis num computador são diferentes dos humanos, o desenvolvimento da linguagem de comunicação necessariamente será condicionado por esses canais.

O estilo de linguagem que mais facilmente será entendido pelo usuário será um sub-conjunto da linguagem natural orientado para a aplicação. No entanto, como ainda não existem

comercialmente disponíveis dispositivos para reconhecimento de voz ou escrita, o recurso a esta forma de comunicação exige normalmente o uso do teclado como canal de comunicação dificultando-a e tornando-a pouco agradável, sobretudo para usuários frequentes que gostariam de poder se comunicar de forma mais sucinta.

O uso da linguagem natural para a comunicação é desaconselhada ainda por alguns autores [5,15,17] devido a se ter constatado que pode criar no usuário expectativas de funcionalidade além das realmente existentes no sistema.

Um exemplo desta situação é a criação em banco de dados de linguagens de consulta que pela sua naturalidade induzem o usuário a formular consultas fora das possibilidades de resposta do banco. Mais concretamente, no sistema LADDER, contendo uma base de dados sobre navios e uma interface em linguagem natural, os usuários começaram a formular consultas como: "Quanto tempo demora X a atingir a Italia" que obrigou à inclusão de procedimentos para realizar o cálculo. Posteriormente a dificuldade das consultas cresceu e foram formuladas questões como: "Qual o navio que deve ser enviado para Italia". Como os usuários dispunham de uma linguagem natural e desconheciam as limitações do banco esperavam dele respostas necessitando uma capacidade não existente provocando insatisfação.

Outro problema que existe com o uso desta linguagem é de caráter tecnológico pois, não sendo o seu processamento perfeitamente conhecido, o seu custo é, em muitos casos, proibitivo [11]. Para ultrapassar esta questão geralmente recorre-se a

sub-conjuntos da linguagem que obrigam ao aprendizado dos limites estabelecidos perdendo com isso a vantagem de utilizar uma forma de comunicação já conhecida.

A grande vantagem desta forma de comunicação é a sua proximidade relativamente ao usuário que assim poderá se comunicar na forma que lhe é mais natural. Este fato motiva então, a pesquisa na área de hardware para desenvolvimento de periféricos reconhecedores de voz e escrita e sintetizadores de voz. Na área de software a pesquisa incide sobre as estruturas adequadas à representação do conhecimento linguístico na resolução de ambiguidades ao nível sintático, ao nível das sentenças, anáforas, elipses etc....

Espera-se contudo que com o aparecimento da tecnologia necessária este estilo de diálogo seja utilizado num número cada vez maior de aplicações.

Outro estilo possível para o diálogo assenta em linguagens visuais [20], isto é, linguagens que manipulam representações icônicas de objetos do mundo real.

Este estilo será também natural para o usuário pois conhecendo o domínio da aplicação conhece necessariamente os objetos pertencentes e as operações a realizar e, através de analogia, é possível estabelecer a comunicação e a troca de informações com o sistema.

Também neste estilo existem problemas de sobre-valorização das expectativas relativas à funcionalidade do sistema e existe a possibilidade de ambiguidades resultantes de analogias mal compreendidas, por exemplo, uma operação de destruição de um documento representada pela chamada de um ícone

tipo cesta de lixo pode criar no usuário a ideia que ele ainda é recuperável não acontecendo isso na realidade.

Finalmente o último estilo de diálogo corresponde à definição de linguagens formais que sendo mais próximas do computador são facilmente implementáveis e conseguem evitar o problema de ambiguidades e sobre-valorização das capacidades dos sistemas.

Este tipo de diálogo onde se enquadram as linguagens de comandos, os menus, o preenchimento de formulários, etc... é o mais geralmente utilizado apesar de ser menos natural ao usuário e exigir conseqüentemente um maior esforço de aprendizagem.

O recurso a este tipo de diálogo é atualmente motivado por razões de custo e economia de esforços no desenvolvimento. Muitas são as situações onde o treinamento dos usuários é menos oneroso que o desenvolvimento de uma interface baseada em linguagem natural ou visual o que justifica a grande utilização deste estilo, que, quando bem projetado, oferece interfaces com aceitação bastante elevada..

Para além do problema de adoção de um estilo para construção do diálogo, é importante considerar a diferença de canais de comunicação que obriga a que haja necessidade de suportar o uso do sistema através de funções de tutoramento.

O projeto adequado de facilidades "on-line" para suporte ao uso como tutoramento e "feedback", permite não só ultrapassar de forma acessível o desconhecimento inerente ao uso de novos canais de comunicação, como também consolidar o conhecimento mútuo (usuário-sistema) relativamente às tarefas da

aplicação.

Na realidade a inclusão de mensagens explicativas pode elucidar o usuário sobre, por exemplo, o uso de dispositivos, o significado de convenções de cores, etc....

As referências [1,2,4,16] abordam com maior profundidade a criação e desenvolvimento de ferramentas para tutoramento e assistência dando-se em [14] uma visão geral sobre a área e sobre questões para pesquisa.

Examinadas as vantagens e desvantagens dos tipos de linguagem para o diálogo e definida a necessidade de proporcionar tutoramento relativamente ao uso do sistema, com vista a criar uma plataforma de comunicação suprimindo a desigualdade de canais de comunicação entre homem e máquina, vamos agora analisar outras características desejáveis em interface inteligente.

E. Rissland [9] dividiu tais características em três grupos: (1) serviços; (2) estilo; (3) compreensibilidade.

Dentro do grupo (1) ela considera que uma interface inteligente deverá ser capaz de:

- . executar tarefas menores e automaticamente realizar tarefas rotineiras (Ex: Definir características do teclado e executar "backup" frequentemente).
- . permitir acesso fácil a ferramentas, dar assistência na execução de tarefas mais complexas e fornecer informações sobre os estados (Ex: Ter acesso a SGBD e acompanhar com mensagens a execução de uma cópia de arquivos).
- . dar assistência "on-line" e acesso à documentação .
- . permitir multi-tarefas ( Ex: execução em diferentes janelas de diferentes tarefas).

Quanto a estilo refere que deverão:

- . ser prestáveis, permissivas e não se manifestarem indevidamente (EX: capacidade para desfazer ações, compreender erros de sintaxe e não incomodar o usuário com mensagens inadequadas à sua experiência).
- . encorajar a experimentação (Ex: possibilitar a execução de seções hipotéticas).
- . minimizar erros (Ex: proteger com confirmação ações responsáveis por destruição de informação).
- . permitir a manipulação direta de objetos e tarefas (Ex: permitir o cancelamento de uma listagem durante a escrita).
- . permitir ver os resultados das ações de forma direta (Ex: atualização imediata da forma de representação de objetos quando estes são alterados).
- . ficar sob controle do usuário.
- . adaptar-se ao estilo do usuário, de preferência sem que este o defina explicitamente.
- . ser não ambíguas e consistentes (EX: usar sempre a mesma tecla para a mesma função).
- . possuir um conjunto variado de formas de apresentação como janelas e cores.

Finalmente, quanto à compreensibilidade sugere que:

- . sejam compreensíveis através de modelos conceituais e não só pela experimentação.
- . auxiliem a transição "usuário noviço" / "usuário" especializado (Ex: através da exibição de mensagens



indicando comandos mais eficientes).

permitam a construção de macro comandos e a personalização das tarefas.

Comparando estas características com as propostas por [9] para caracterizar a comunicação humana, e já citadas anteriormente, verificamos que :

a) A realização de tarefas automaticamente pode permitir completar detalhes de execução de tarefas estabelecidas genericamente.

b) Se forem permissivas, isto é, serem capazes de aceitar incorreções nas formas de entrada e desfazer ações incorretas poderemos considerar, de forma ainda limitada, que não serão literais.

c) Através das ferramentas utilizadas para minimizar erros e dar assistência "on-line" podem também dar explicação na ocasião mais apropriada e assegurar o crescimento do conhecimento do usuário face ao sistema.

Nota-se, no entanto, que várias das características indicadas são já oferecidas por interfaces amistosas e, portanto, apenas indiretamente ligadas a interfaces inteligentes (uma interface inteligente deverá obviamente ser também amistosa).

Repare-se que estes comentários são independentes do estilo do diálogo. Se considerarmos um diálogo recorrendo a linguagem natural será então necessário segundo A.Vickery [3] considerar:

. Análise gramatical flexível, isto é, capacidade para lidar com elipses, erros gramaticais, etc...

- . Mecanismos de focalização, isto é, capacidade de manter-se a par de um dado assunto.
- . Facilidade de explanação.
- . Identificação através de descrição, isto é, capacidade de reconhecer um dado objeto a partir da descrição incluindo a capacidade de estabelecer um diálogo esclarecedor.

Além destas específicas ao processamento de linguagem natural o mesmo autor identifica ainda como características de interfaces inteligentes:

- . Comunicação robusta, isto é, conjunto de estratégias para garantir que a informação é recebida e interpretada corretamente.
- . Mecanismos de aprendizagem, isto é, capacidade de adquirir novos fatos etc...
- . Conhecimento do usuário para determinar, por exemplo, níveis de ajuda a fornecer.
- . Correção de erros.
- . Amistosidade com o usuário.
- . Auxílios tutoriais ao usuário.
- . Controle dos tempos de resposta do sistema.

Procurando resumir estas idéias um outro autor [2] considera as seguintes características como as mais importantes para qualquer tipo de interface inteligente:

1. Auxílio ao gerenciamento da informação, isto é, mecanismos para filtragem seletiva e priorização de itens competindo pela atenção do usuário.
2. Feed back talhado e adaptado, ou seja sua distribuição por diferentes canais sensores (visuais e auditivos)

evitando a sobrecarga.

3. Comandos de alto nível e linguagens de consulta correspondendo ao nível de abstração do usuário.
4. Facilidades de explanação.
5. Alocação adequada de tarefas entre Homem e Máquina.
6. Respostas personalizadas.
7. Monitoramento da performance da tarefa e manipulação das contingências, isto é, capacidade de tratar situações de exceção.
8. Respostas default em situações estruturadas.

Analisando as características apontadas verifica-se que só recorrendo à manipulação de conhecimento se poderá conseguir dotar as interfaces com essas características confirmando-se de novo a ligação inteligência-conhecimento.

Gostaria ainda de acrescentar que, em minha opinião, um critério possível para valorar estas características do ponto de vista da sua contribuição para que a interface ofereça uma imagem inteligente, deverá atender à forma como elas garantem que a interface tenha as características de uma comunicação humana apresentadas no início desta seção.

Assim, apresento como fundamentais a existência de auxílio tutorial, de funções como desfazer ações que garantam a permissividade, prestatividade e não manifestação indevida, a existência de respostas personalizadas, "feedback" talhado, facilidades de explanação, e para permitir a evolução dos sistemas a inclusão de mecanismos de aprendizagem.

No caso dos SAD que se dirigem, como vimos, à realização de tarefas semi-estruturadas ou não estruturadas contribuindo para uma tomada de decisão será extremamente importante a capacidade de explanação.

Qualquer tomador de decisão, sendo responsável pelas decisões tomadas com auxílio do sistema, necessitará ter confiança nos resultados apresentados. É isso que pode ser conseguido através da explicação, não só do modo da execução das tarefas, como também de resultados parciais e hipóteses que conduziram a determinado estado.

Também o tutoramento desempenha papel importante pois, permitirá auxiliar o usuário, geralmente não treinado, na chamada das ferramentas disponíveis devendo contribuir para o seu aprendizado através de guias que apoiam o uso otimizado das facilidades oferecidas. Por exemplo, se a chamada de uma dada função é efetuada por uma sequência de menus e existe um comando equivalente deverá alertar o usuário para este fato.

Esse tipo de informação deverá contudo poder ser inibido para usuários treinados ou apresentado com diferentes níveis de detalhe de acordo com a performance do usuário.

Para compreender melhor o suporte necessário à tomada de decisão podemos analisar o modelo referenciado em [19] para o processo de decisão e que se representa na figura 4.

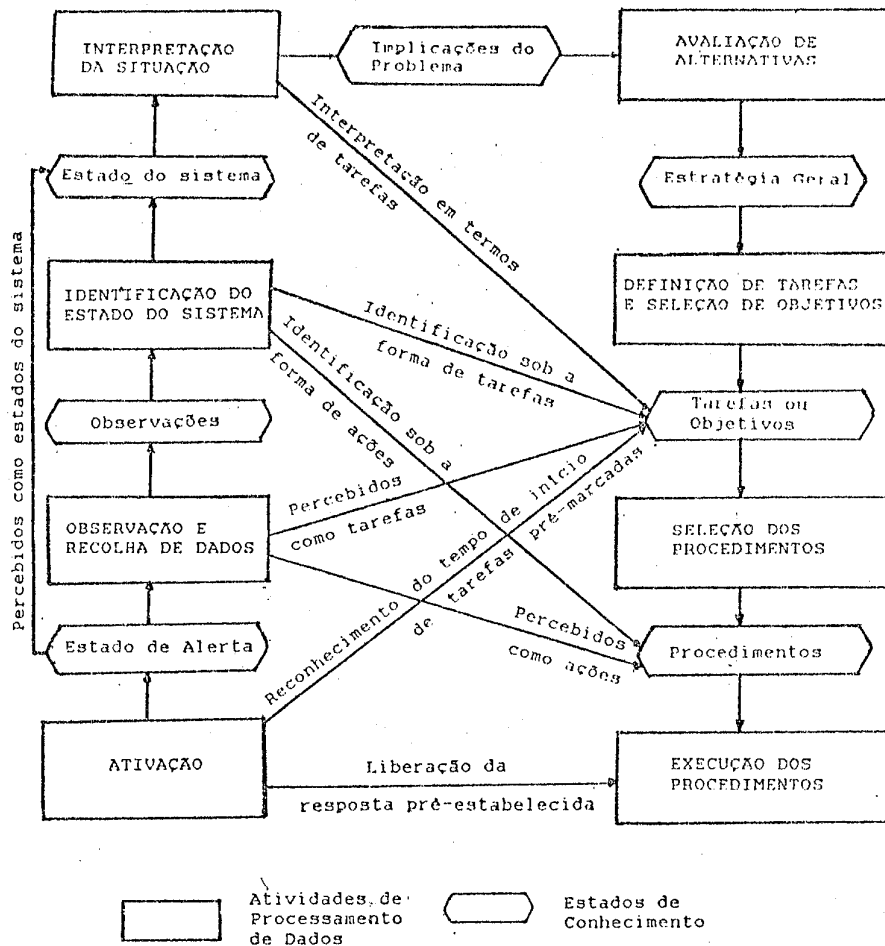


Fig 4 - Modelo do Processo de Decisão.

A característica mais interessante, do ponto de vista deste trabalho, apresentada pelo modelo, é a consideração da existência de curto-circuitos entre as fases do processo de decisão. Na realidade, e sem pretender validar o modelo, se nos detivermos sobre as fases de um processo de decisão, verificamos que, por exemplo, situações de premência de tempo ou vivência anterior da situação, conduzem geralmente a processos de decisão onde nem todas as fases consideradas são executadas. Esta situação ocorrerá certamente durante o uso de SAD onde diferentes tomadores de decisão ou diferentes situações circunstanciais exigirão diferentes capacidades no sistema.

Numa situação não premente o tomador de decisão poderá realizar chamadas a modelos mais sofisticados que em outras circunstâncias seriam substituídos por hipóteses aproximadas sobre os dados a analisar, por exemplo, chamada de um modelo de previsão para definir a inflação futura ou fixar esse valor de forma arbitrária com base na experiência do tomador de decisão.

Pelo que foi dito, resulta então evidente a necessidade de garantir que a interface seja suficientemente flexível para que em função do usuário acompanhe o seu processo de decisão tão de perto quanto possível, auxiliando nas fases de processamento de dados determinadas para cada área.

A dificuldade maior no desenvolvimento de SAD é exatamente a determinação de quais ferramentas será necessário criar para conseguir acompanhar e apoiar todas as fases. Se o problema é pouco estruturado a sua resolução pode recorrer a diferentes ferramentas e necessitar maior ou menor apoio dependendo do usuário. Como se viu algumas das fases do processo decisional poderão ser omitidas dependendo da experiência, conhecimento, existência de dados e urgência da situação.

O conhecimento existente nas áreas de atuação do SAD é geralmente baseado em regras derivadas da experiência e em alguns algoritmos que áreas como a Pesquisa Operacional e a Estatística conseguiram criar.

Contrastando com os Sistemas Interativos tradicionais os SAD geralmente não necessitam alcançar soluções ótimas mas sim respostas capazes de satisfazer as restrições do problema.

Um tomador de decisão usando um SAD procura geralmente uma solução satisfatória fazendo um compromisso entre o esforço

despendido e o nível de otimização da resposta.

A existência de uma interface adequada pode, então, estimulá-lo a procurar melhorar as suas decisões, não só diminuindo a possibilidade de abandono de alternativas mal avaliadas que podem ser promissoras para a resolução do problema, como também apresentando-lhe um diálogo que pela sua naturalidade diminui o esforço necessário à realização das tarefas.

Os SAD são, pela sua complexidade, exemplo de sistemas onde será adequado o uso de estilos mistos de diálogo recorrendo a linguagem natural e visual. A linguagem natural permitirá a formulação de questões complexas de forma fácil e natural ao usuário e a linguagem visual servirá de suporte ao acompanhamento dos estados dos modelos, que serão, em muitos casos, modelos de simulação da realidade a estudar.

Estas características dos SAD indicam então, em minha opinião, ser indispensável recorrer a interfaces inteligentes, para poder garantir o nível de sofisticação desejado para a interface destes sistemas. O recurso a modelos será também fundamental exigindo que a base de modelos possua alguma inteligência para garantir a escolha adequada dos modelos e uma integração maior com a interface.

#### IV - CONCLUSÕES.

As novas técnicas de Engenharia do Conhecimento viabilizaram a evolução dos Sistemas Interativos amistosos para sistemas ditos inteligentes. Essa evolução assenta essencialmente em dois vetores: aumento da inteligência da interface e aumento da inteligência dos modelos.

O aumento da inteligência da interface será possível através da definição adequada de diálogos usuário-computador suportados por conhecimento, o mais atualizado possível, sobre as formas de comunicação.

Aspectos cognitivos como a constatação de limitações quanto a memória de curto prazo, diferentes capacidades quanto a reconhecimento ou lembrança, induções motivadas pela forma de apresentação de dados, efeitos do uso de cores, etc..., deverão ser estudados e utilizados no desenvolvimento de interfaces. Simultaneamente será necessário encontrar formas de classificação dos usuários, por exemplo, a definição de perfis, que tornem possível às interfaces adequar, de forma satisfatória, o diálogo ao usuário.

O aumento da inteligência dos modelos será viabilizado pela inclusão de heurísticas e regras práticas utilizadas atualmente pelos profissionais das áreas de aplicação que com a tecnologia anterior dificilmente eram incluídas nos sistemas.

A perspectiva de aumento da inteligência em Sistemas Interativos é particularmente importante para a área dos SAD. As características e objetivos fixados para estes sistemas são agora



alcançáveis recorrendo ao processamento do conhecimento.

A inclusão, na interface de um SAD, de conhecimento sobre os usuários e sobre as formas adequadas de comunicação, e nos modelos de mecanismos para análise da sua aplicabilidade às situações em estudo, bem como, o recurso a regras geralmente utilizadas na área, abre novas perspectivas para atingir um suporte, uma flexibilidade e evolutibilidade cada vez mais próximas das esperadas para estes sistemas.

E, então, necessário analisar o conhecimento já adquirido relativamente aos aspectos psicológicos e cognitivos do homem, retirando os relevantes para o desenvolvimento de interfaces e, para cada área de aplicação, definir modelos, heurísticas e regras práticas que de forma tão completa quanto possível traduzam o conhecimento existente.

## R E F E R E N C I A S

- [1] -A. Aaronson, J. Carroll, "The Answer Is in the Question: A Protocol Study of Intelligent Help", RC 12034 IBM Research Division, 1986.
- [2] -A. M. Madni, A. Freedy, " Intelligent Interfaces for Human Control of Advanced Automation and Smart Systems", IEEE Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 1983.
- [3] -A. Vickery, "An Intelligent Interface for On-Line Interaction", Journal of Information Science Principles and Practice, Vol.9 N.1 Aug 1984.
- [4] -Alain Michard, "Reconnaissance et generation de Plans D'Actions: Application a la Realisation de Systemes Auto-Explicatifs", Cognitiva 85, Paris, Junho 1985.
- [5] -B. Gaines, M. Shaw, "Foundations of dialog engineering: the development of human-computer interaction. Part II", Int. Journal of Man-Machine Studies, N.24 1986.
- [6] -D. Lenat, "Computer Software for Intelligent Systems".
- [7] -E. A. Feigenbaum, "Knowledge Engineering the applied side" in Intelligent Systems the Unprecedented Opportunity ed. J.E. Hayes, D. Michie. Ellis Horwood Limited, 1983.
- [8] -E. Feigenbaum, J. Feldman. ed., "Computer and Thought" McGraw-Hill Book Company, 1963.
- [9] -E. Rissland, "Ingredients of intelligent user interfaces", Int. Journal of Man-Machine Studies, N.21 1984.
- [10] -Elaine Rich "Artificial Intelligence" . McGraw-Hill Book Company, 1983.
- [11] -Elaine Rich, "Natural-Language Interfaces", Computer, Setembro 1984.
- [12] -F. Hayes-Roth, "The Knowledge-Based Expert System: A Tutorial", Computer, Setembro 1984.
- [13] -Gerhard Fischer, "Symbiotic, Knowledge-based Computer Support Systems", Automatica Vol.19 N.6, 1983.
- [14] -J. Carrol, J. McKendree, "Interface Design Issues for Advice-giving Expert Systems" RC 11984 IBM Research Division, 1986.

- [15] -John C. Thomas, "Artificial Intelligence and Human Factors" RC 10823 IBM Research Division, 1984.
- [16] -L. Danlos, "Systemes D'Aide: Vous avez dit Intelligent?", Cognitiva 85, Paris, Junho 1985.
- [17] -M. Maguire, "An evaluation of published recommendations on the design of man-computer dialogues", Int. Journal of Man-Machine Studies, N.16 1982.
- [18] -P.Keen, S.Morton, "Decision Support Systems: An Organization Perspective", Addison-Wesley, 1978.
- [19] -R.Pew, S.Baron, "Perspectives on Human Performance Modelling", Automatica, Vol.19 N.6, 1983.
- [20] -S.Chang, "Visual Languages: A Tutorial an Survey", IEEE SOFTWARE, Janeiro 1987.
- [21] -W. Remus, J. Kottemann, "Toward Intelligent Decision Support Systems: An Artificially Intelligent Statistician", MIS Quarterly, Dezembro 1986.
- [22] -P. Guarany, "IN-edito, interface inteligente para um editor de texto", tese de mestrado, PUC/RJ, 1987.

## B I B L I O G R A F I A

- A. Christopher, "Artificial Intelligence and Computer Graphics", Computer Graphics World, Agosto 1985.
- A. Vilnat, G. Sabah, "Be Brief, Be to the point,...Be seated or Relevant Responses in Man/Machine Conversation".
- B.Gaines, M.Shaw, "From timesharing to the sixth generation: the development of human-computer interaction. Part I", Int. Journal of Man-Machine Studies, N.24, 1986.
- D. Norman, "Stages and levels in human-machine interaction" Int. Journal of Man-Machine Studies, N.21, 1984.
- F. Ford, "Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison ", Information & Management, N.8, 1985.
- J.Elam, J.Henderson, "Knowledge Engineering Concepts for Decision Support System Design and Implementation", Information & Management, N.6, 1983.
- J.Ramanathan, J.Rose, "TRIAD", ACM Sigsoft Software Engineering Notes, Vol.10 N.5, Outubro 1985.
- M.Chen L.Henschen, "On the Use and Internal Structure of Logic-based Decision Support Systems", Decision Support Systems, N.1, 1985.
- M. Maguire, "A Review of Human Factors Guidelines and Techniques for the Design of Graphical Human-Computer Interfaces", Computer & Graphics, Vol.9 N.3, 1985.
- R.H.Sprague, E.D. Carlson, "Building effective Decision Support Systems", Prentice Hall, 1982.
- R.Reichman-Adar, "Extended Person-Machine Interface", Artificial Intelligence, Vol.22 N.2, Março 1984.
- R. Williges, B.Williges, "Human-Computer Dialog Design Considerations", Automatica, Vol.19 N.6, 1983.
- T.Finin, A.Joshi, B.Webber, "Natural Language Interactions with Artificial Experts", Proceedings of the IEEE Vol.74, N.7, Julho 1986.