

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRICA

"SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXILIO AO
DIAGNOSTICO MEDICO DE ICTERICIA"

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA ELETRICA

Eng. Júlio Cesar Nievola

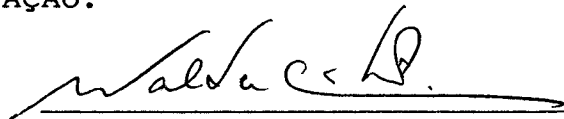
FLORIANOPOLIS, 19 DE ABRIL DE 1.988

"SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXÍLIO
AO DIAGNÓSTICO MÉDICO DE ICTERÍCIA"

JÚLIO CESAR NIEVOLA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA ELÉTRICA E APROVADA EM SUA FORMA FINAL
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.



PROF. WALTER CELSO DE LIMA, D.Sc., LD
ORIENTADOR

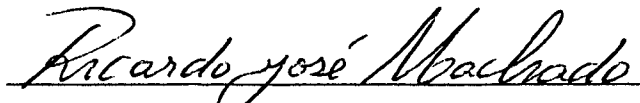


PROF. MÁRCIO CHÉREM SCHNEIDER, DR.
COORDENADOR DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA ELÉTRICA

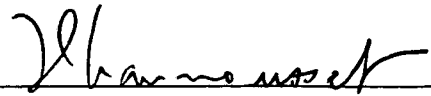
BANCA EXAMINADORA:



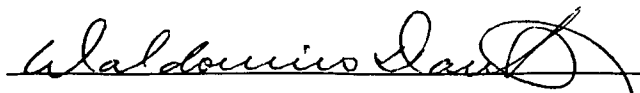
PROF. WALTER CELSO DE LIMA, D.Sc., LD
PRESIDENTE



RICARDO MACHADO, D.Sc.



PROF. HERVÉ GARNOUSSET, Dr. Ing.



PROF. DR. WALDOMIRO DANTAS, MD

DEDICATORIA

Aos meus pais e irmãos pelo constante apoio e carinho,

Aos amigos, pelo incentivo em todo o caminho,

Aos colegas, pela caminhada.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade a implementação de um sistema especialista para auxiliar o especialista da área de gastroenterologia no diagnóstico em pacientes ictericos.

O sistema é composto por um Base de Conhecimentos, onde estão contidos os principais pontos em que o especialista se baseia para poder determinar as prováveis causas da ictericia. Este conhecimento é, então, utilizado por um mecanismo de inferência, que procura estabelecer os graus de possibilidade de cada uma das doenças causadoras de ictericia.

Este sistema procede ao diagnóstico em duas etapas: primeiramente, ele consta de algumas perguntas comuns a todos os pacientes e então fornece um diagnóstico prévio. De acordo com o resultado desta primeira etapa, ele pode indicar já a provável causa ou passar a formular mais questões, a fim de poder melhor estabelecer um diagnóstico.

Os resultados do diagnóstico fornecido são sempre submetidos ao médico especialista, a fim de que este os analise e então determine o tratamento adequado.

ABSTRACT

The scope of this work is to implement an expert system to aid gastroenterology experts in the diagnosis of icteric patients.

The system is composed of a knowledge base and an inference engine. The knowledge base is based on the more relevant points in which the expert develop his work. Then, this knowledge is used for an inference engine in order to establish the possibility of every diseases considered. This knowledge base is composed of 74 rules.

The inference engine, with 103 kbytes, is implemented in Turbo Prolog's language, in a PC compatible microcomputer. The diagnose system works on the following steps: a preliminar diagnostic, and a final response. The system presents an initial menu, where the user choose one of the following aspects: General Information, Load Knowledge Base, Edit Knowledge Base, Consult, and Exit.

In the consult mode, the user answers questions about the patient historics, his phisical conditions and laboratorial examinations. After this, a ranking of possible diseases is obtained.

The result of the consult is analised by the expert, before the treatment is initiated.

SUMARIO

	PAGINA
1.Introdução.....	01
1.1-Diagnóstico Médico Automático.....	01
1.2-Cálculo da Confiança nos Resultados.....	02
1.3-Proposta do Trabalho.....	03
2.Sistemas Especialistas.....	04
3.Sistemas Especialistas para Medicina.....	07
4.Linguagens Usadas em Inteligência Artificial.....	12
4.1-Lisp.....	12
4.2-Prolog.....	12
4.3-Escolha da linguagem para o sistema ICTER.....	14
4.4-Estrutura de um Programa em Turbo Prolog.....	15
a)Seção Domains.....	16
b)Seção Predicates.....	16
c)Seção Clauses.....	16
d)Seção Database.....	17
e)Seção Goal.....	17
f)Seções Global Domains e Global Predicates.....	17
5.Determinação da Confiabilidade nos Resultados.....	18
5.1-Representação.....	18
5.2-Graus de certeza no sistema ICTER.....	19
6.Icterícia.....	21
6.1-Metabolismo da bilirrubina.....	21
6.2-Consequências fisiopatológicas.....	22
6.3-Diagnóstico Diferencial pela História.....	23
6.4-Diagnóstico Diferencial pelo Exame Físico.....	24
6.5-Diagnóstico Diferencial por Exames Laboratoriais.....	25
6.6-Causas da Icterícia.....	26
6.6.1-Antes da Conjugação.....	26
6.6.2-Na Conjugação.....	26
6.6.3-Após a Conjugação.....	27
6.6.4-Mecanismo Múltiplo.....	27
7.Descrição da Base de Conhecimentos.....	28
7.1-Predicado pergunta_inicial.....	28
7.2-Predicado pergunta.....	28
7.3-Predicado opção_de_resposta.....	29
7.4-Predicado regra.....	29
7.5-Predicado opção_de_escolha.....	29
7.6-Predicado doença.....	30
7.7-Arquivo Regras.DBA.....	30
8.Mecanismo de Inferência.....	31
8.1-Consulta.....	31
9.Desempenho do Sistema ICTER.....	35
9.1-Exemplos.....	35
9.2.1-Paciente que usou drogas.....	35
9.2.2-Paciente com anemia hemolítica.....	35
9.2.3-Paciente com doença de Gilbert.....	36
11.3-Comentários acerca dos resultados.....	36
10.Discussões e Conclusões.....	38
10.1-Aspectos Positivos.....	38
10.2-Aspectos Negativos.....	39
10.3-Trabalhos Futuros.....	39

APENDICES:

A1. Base de Conhecimentos.....41
 A1.1-Perguntas Iniciais.....42
 A1.2-Perguntas da Segunda Etapa.....43
 A1.3-Respostas Possiveis.....45
 A1.4-Doenças Analisadas.....46
 A1.5-Graus de Pertinência das Escolhas Possiveis.....47
 A1.6-Regras Utilizadas na Avaliação das Questões.....50
A2. Programa Fonte53
 A2.1-Máquina de Inferência.....54
A3. Funcionamento a nível de usuário.....69
A4. Tela Inicial do Sistema.....72
A5. Menu Principal do Sistema.....74
A6. Opção "Informações Gerais" do Menu Principal.....76
A7. Opção "Carregar Base de Conhecimentos" do Menu Principal.....78
A8. Opção "Listar Base de Conhecimentos" do Menu Principal.....80
A9. Opção "Fim de Uso" do Menu Principal.....82
A10. Opção "Editar Base de Conhecimentos" do Menu Principal.....84
A11. Opção "Consulta" do Menu Principal.....86

BIBLIOGRAFIA.....88

FIGURAS

1-Sistema Especialista Completo.....06
2-Processos da Atividade Médica.....09
3-Comunicação Médico-Paciente.....10
4-Funcionamento do Sistema.....32

1. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial fez o seu aparecimento na década de 50 e logo causou muito entusiasmo, principalmente com as previsões que eram feitas em relação ao seu desenvolvimento e às enormes possibilidades que se abriam. Entretanto, com o passar dos anos, verificou-se que as previsões eram por demais otimistas, pois embora a sua plausibilidade não fosse questionada, o prazo para atingi-las era maior que o estimado, devido à complexidade dos temas tratados [FIS 86].

A Inteligência Artificial tem como objetivo reproduzir em uma máquina o comportamento humano nos domínios da percepção, da compreensão e da decisão. A IA tem vários ramos, sendo que o de sistemas especialistas é um dos principais responsáveis pela sua popularidade [OLS 82], [QUE 87]. Os sistemas especialistas têm a função de resolver situações dentro de uma área específica do conhecimento, seja esta uma área que trabalha com elementos exatos (p.ex. matemática), seja uma área que trabalha com elementos incertos (p.ex. tomada de decisões). Os sistemas especialistas têm diversas categorias de aplicação, como por exemplo: interpretação, predição, diagnose, projeto, planejamento, etc. [BUC 84]. As suas aplicações se dão na área de diagnóstico médico, educação, indústria, etc. [ZWI 87]. Os sistemas especialistas foram desenvolvidos, no início, principalmente em Lisp. Foi criada então uma linguagem específica para o trabalho com lógica de primeira ordem, denominada Prolog. Atualmente, são as duas linguagens mais utilizadas na área de sistemas especialistas.

1.1-Diagnóstico Médico Automático

As disciplinas médicas constituem um campo de aplicação privilegiado para a inteligência artificial. Com efeito, a massa de conhecimentos necessários à sua prática é imenso e na maior parte das situações concretas o médico deve trabalhar com dados imprecisos e incompletos [KOM 79]. Além disso, os sistemas têm confiabilidade imperfeita: um dado sinal é talvez raro ou frequente em um dado mal; um mesmo sinal talvez esteja presente em vários males [GOM 81]. A forma de trabalho dos especialistas é, as vezes, afastada do conteúdo de seu ensino, pois o raciocínio médico é um raciocínio sobre incerteza, levando em conta imprecisão e ambiguidade que estão, de fato, na medicina. Muitos médicos permanecem ariscos às possibilidades que a informática oferece à prática corrente, embora desde 1960 existam autômatos capazes de efetuar um diagnóstico médico.

A ajuda à decisão médica está sendo apresentada e praticada sob a forma de sistemas estatísticos e probabilísticos. De fato, os primeiros programas calculavam a probabilidade de diagnósticos [PAU 76]. Ansi H. Warner, propôs em 1961 um sistema capaz de diagnosticar 32 males cardíacos congênitos através da presença ou ausência de cinquenta sinais: dadas as probabilidades respectivas de 32 males e a probabilidade de cada sinal em cada mal, o

sistema calculava, pelo teorema de Bayes, através da associação de sinais particulares, as probabilidades dos 32 diagnósticos. O método dito bayesiano, é um método de resolução de certos problemas indutivos.

Usando o modelo bayesiano, foi criado o Diaspar de F.T. de Dombal, no fim dos anos 60, para o diagnóstico de urgências abdominais (apendicite, oclusão intestinal, cólica nefrética, etc.), através de 50 características.

R.P. Knill Jones criou um sistema para diagnóstico das causas da icterícia. O programa selecionava para cada etapa os exames mais úteis para recolher informação. Já G. Gorry, tinha criado um sistema para casos de insuficiência renal aguda, dando para cada etapa os riscos e vantagens de cada estratégia de diagnóstico e terapêutica. Em 1978, haviam mais de 827 publicações sobre diagnóstico automático de bôcio, diversas afecções endócrinas, tumores ósseos, males pulmonares, diagnóstico neurológico (notadamente o programa de R. Salamon, Salpêtrière, Paris), etc.

Atualmente, procura-se simular o raciocínio médico, preocupando-se em atender um desempenho cientificamente aceitável, em lugar de imitar passo a passo a marcha da prática. Verificou-se que um sistema informático convenientemente programado, como certos sistemas especialistas, tem um desempenho similar ao dos melhores especialistas [HAR 85a]. Os médicos, entretanto, reclamam da perda de tempo com procedimentos de codificação e de cálculo que eles não compreendem.

1.2-Cálculo da confiança nos resultados

Além do conhecimento em si, os sistemas especialistas podem conter, para se obter uma maior aproximação com a realidade do raciocínio humano, um grau de certeza associado a cada elemento de sua base de conhecimentos. Existem, então, diversas teorias para o trabalho com os graus de certeza.

Técnicas de diagnóstico médico automático que simulam o raciocínio médico sobre incerteza podem utilizar:

- a-métodos estatísticos;
- b-métodos probabilísticos;
- c-métodos de lógica difusa.

O que mais tem ganho adeptos ultimamente é a chamada Teoria dos Conjuntos Difusos ("Fuzzy Set Theory"). Esta teoria trabalha basicamente com sistemas onde não se tem certeza absoluta da presença ou ausência de seus elementos constituintes. Isto a torna adequada ao emprego nas áreas de tomada de decisão como, por exemplo, no diagnóstico médico [MAY 85].

A simulação da lógica humana consiste em colocar nos microcomputadores um modo de raciocínio inexato, presumivelmente o modo de raciocínio humano habitual [WAT 79].

Segundo R. Moon: "Os médicos, utilizando conceitos vagos e aproximados, fornecem os diagnósticos aproximadamente corretos".

1.3-PROPOSTA DO TRABALHO

Considerando que os sistemas especialistas trabalham em áreas específicas do conhecimento, e que há condições de se obter o conhecimento da especialidade de gastroenterologia, propõe-se a construção de um sistema que, baseando-se em sinais e sintomas apresentados por um paciente icterico, forneça as possíveis causas da ictericia observada.

O sistema, a partir deste momento denominado ICTER, terá como objetivo realizar o diagnóstico em pacientes ictericos, procurando atender aos seguintes itens:

- a) o sistema deverá possuir o minimo tempo de resposta possível, a fim de poder ser utilizado em um consultório, durante a entrevista com o paciente;
- b) o sistema, ao realizar a consulta, deve procurar minimizar o custo da mesma, ou seja, deve reduzir o número de exames laboratoriais a serem realizados;
- c) considerar que a transição do estado normal ao estado patológico não é abrupta e sim gradual, através do uso de fatores de certeza nas relações entre sintomas e doenças.

2-SISTEMAS ESPECIALISTAS

A Inteligência Artificial torna-se muito difícil de ser definida, haja visto que ainda não há um consenso entre os pesquisadores e cientistas quanto à própria definição de inteligência. Desta forma, em termos de IA, existem apenas conceitos, os quais são aceitos por determinados grupos de pesquisadores.

Os sistemas especialistas são o resultado da automatização do conhecimento de pessoas experimentadas em um tema [AIK 83]. Um sistema especialista contém três componentes (figura 1) [FAR 87]:

- a) base de conhecimentos: ele contém o conjunto de informações específicas ao domínio do sistema especialista [CUE86] , [HAR 85b];
- b) base de fatos: (ou memória de trabalho) contém os dados do problema em questão e os resultados intermediários, conservando um traço dos raciocínios efetuados;
- c) motor de inferência: seleciona, usa e valida certas regras e heurísticas da base de conhecimentos para atingir a solução do problema proposto cujos dados estão contidos na base de fatos.

Um sistema especialista pode conter dois outros módulos auxiliares:

- a) módulo de auxílio à aquisição de conhecimentos: encarregado de obter do especialista humano os conhecimentos necessários ao uso do sistema [DAV 80];
- b) módulo de interação com o usuário: realiza o intercâmbio de informações entre o usuário e o sistema.

Este tipo de estrutura apresenta vantagens em relação à estrutura tradicional em dois aspectos principais:

- a) Um mesmo conhecimento pode ser utilizado para obter respostas a distintos problemas, o que não ocorre com a estrutura clássica das aplicações algorítmicas, nas quais tanto o conhecimento quanto o procedimento estão integrados em um único programa orientado a uma classe mais restrita de problemas;
- b) A estrutura do conhecimento separada do mecanismo que a utiliza permite a formulação e interpretação usando lógicas não clássicas (lógica modal, lógica temporal, etc.). Com ela, pode-se utilizar conhecimento que não seria suficiente para formular algoritmos [GEV 83], [GEV 84], porém permite identificar não apenas uma solução de um problema, mas várias soluções com distintos níveis de certeza.

E interessante notar que esta estrutura resultou da convergência de duas linhas já clássicas no desenvolvimento da IA:

- a) a linha heurística, baseada na acumulação de uma série de restrições, as quais limitam os processos de resolução de problemas baseados na busca de soluções de espaços de estados ou espaço de problemas;

b) a linha de dedução automática, baseada na mecanização de teorias de interpretação de fórmulas lógicas.

Para conseguir estes tipos de sistemas, é preciso contar com [NIL 87], [PAS 85], [WIN84]:

- a) modelos de representação do conhecimento que sejam capazes de incorporar em sua estrutura um grau de complexidade suficiente para a classe de problemas a resolver para o sistema;
- b) procedimentos de interpretação, capazes de obter as respostas segundo modelos de raciocínio apoiados na representação anterior;
- c) métodos efetivos de aquisição do conhecimento.

Para tornar possível isto, é preciso selecionar os modelos não apenas baseados em seus valores teóricos de representação, mas também critérios que:

- a) incorporem conceitos suficientemente inteligentes e correlatos da forma de entender dos especialistas no tema e, ao mesmo tempo, deve poder ser construído de maneira incremental, quer dizer, por progressiva incorporação de conhecimentos sobre distintas versões sucessivas;
- b) sejam avaliáveis por um procedimento efetivo e com o máximo de conteúdo teórico para resolver a classe de problemas de que é objeto de representação do paradigma.

Há três fases na concepção de um sistema especialista:

- a) **Nível estrutural:** a determinação do nível estrutural permite determinar um formalismo de representação do conhecimento e um mecanismo de dedução apropriado;
- b) **Nível conceitual:** determina o conjunto dos conceitos operacionais utilizados pelo especialista;
- c) **Nível cognitivo:** corresponde ao conjunto de conhecimento no começo do trabalho através do especialista.

A base de conhecimentos e a base de fatos são próprias do domínio do sistema especialista em questão. Já o motor de inferência é geral, sendo utilizado (em princípio) para qualquer área de utilização [HAL 86].

Metodologia de concepção de um sistema especialista

- a) Em discussão informal com especialistas humanos, tentar delimitar o problema e os modos de raciocínio para se chegar à resolução;
- b) Com os conceitos, desenvolver o formalismo de expressão do conhecimento, escrevendo a base de conhecimentos e o motor de inferência apropriados;
- c) Enfim, de acordo com os especialistas, faz-se o teste com ajuda de exemplos. Posteriormente, passa-se a utilizar o sistema em situações reais.

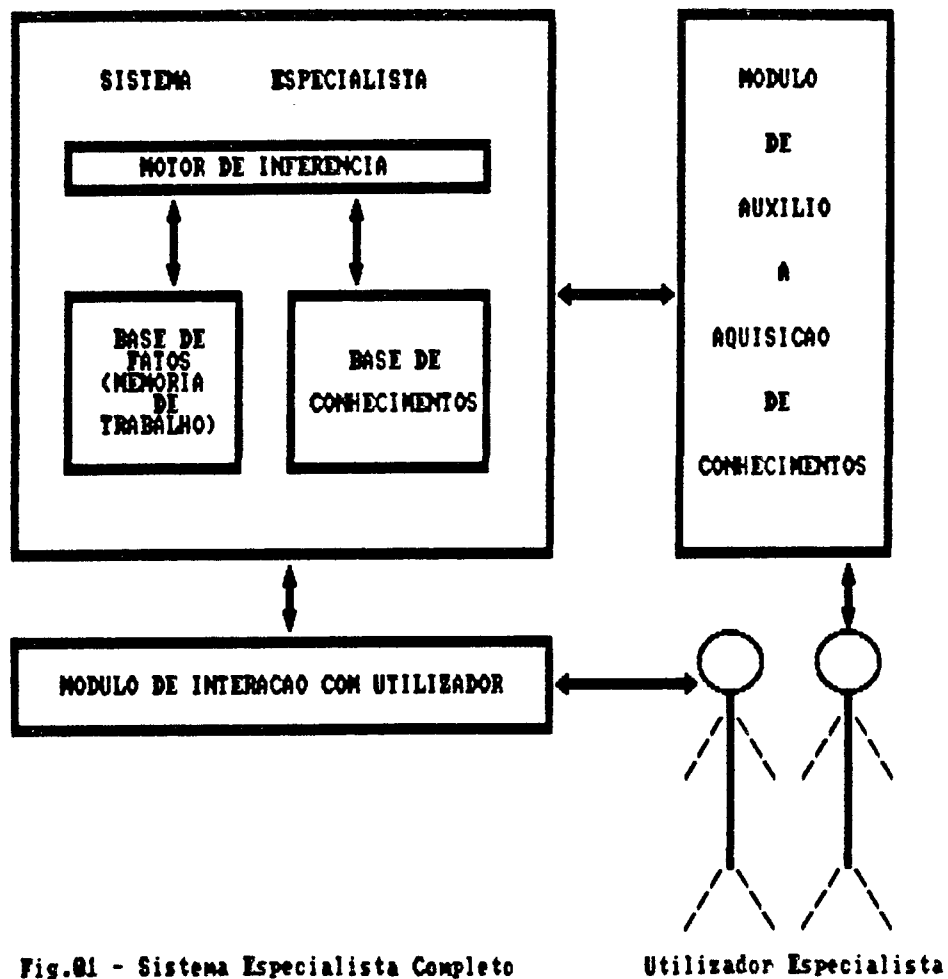


Fig.01 - Sistema Especialista Completo

Utilizador Especialista

3. SISTEMAS ESPECIALISTAS PARA MEDICINA

Uma das áreas em que os sistemas especialistas têm um campo próspero é a medicina, haja visto a grande quantidade de conhecimentos necessária para a realização de um diagnóstico ou prescrição de uma terapia [GON 87], [KAS 78].

A primeira etapa de uma consulta consiste na anamnese, que é a fase em que o paciente descreve ao médico os sinais e sintomas observados até o momento da consulta. Em seguida, o médico realiza os exames clínicos, a fim de poder obter mais dados. Na figura 2 vê-se que após as primeiras hipóteses, o médico aconselha um plano de tratamento provisório e sintomático, e, com frequência, prescreve a realização de alguns exames laboratoriais (radiológico, bioquímico, etc.). O médico vai sempre buscando as informações que lhe permitam estabelecer a etiologia, quer dizer, a causa última que provoca o mal; quando isto é possível (caso de infecções, avitaminoses, etc.), propõe uma terapia anticausal (antibióticos, vitaminas, etc.). Se não pode encontrar a etiologia, mas sim a patogenia, quer dizer, não as causas últimas, mas as que sendo consequência delas, são por sua vez causas das manifestações (tumores, alergias, etc.), busca terapias antipatogênicas (citostáticos, corticóides, etc.). Porém, em muitos casos, a ciência médica não permite saber nem uma nem outra coisa (enfermidades psicossomáticas, hipertensão essencial, etc.), e então atua com terapias antisintomáticas (tranquilizantes, hipotensores, etc.).

Associado ao diagnóstico vai sempre um prognóstico sobre a evolução plausível do processo patológico, e ambos, juntos com outros conhecimentos, determinam o tratamento ou terapia. Tanto nas decisões diagnósticas como nas terapêuticas intervêm muito frequentemente, junto com os modos de raciocínio dedutivo e indutivo, outro método chamado de **abdutivo**. Por exemplo: "quase todos os pacientes com hepatite manifestam icterícia; dado que este paciente tem icterícia, talvez tenha hepatite".

Na tabela 1, tem-se uma lista de alguns sistemas especialistas desenvolvidos para alguns campos da medicina.

Há estudos epistemológicos que demonstram que quanto maior sua experiência, mais direcionados se tornam os sinais e sintomas que o médico busca durante a anamnese e o exame físico. Por isso durante esta etapa são realizados cerca de setenta e cinco por cento dos diagnósticos. A dificuldade de análise é dupla: por um lado o conhecimento fornecido pela experiência é dificilmente explicitável [HUN 84]; por outro na comunicação médico-paciente estabelecem-se mecanismos de interação que influem na qualidade da informação que se recolhe e na sua interpretação, como se pode observar na figura 3.

Na metade dos anos 60 dois fatos mudaram este panorama. O aparecimento dos microcomputadores tirou muito da hesitação, já que o médico isolado ou uma equipe podia de

forma fácil, fazer o lançamento de suas rotinas de diagnóstico ou terapêutica. Além disso, os informáticos passaram a construir sistemas interativos, cujo comportamento parecia-se com o do médico. Estes sistemas, chamados sistemas especialistas médicos, faziam diferença entre o conhecimento efetivo (chamado base de conhecimento) e o programa que o usa (chamado motor de inferência). Portanto, sistema especialista é todo aquele sistema informático que imita o comportamento de um especialista, isto é, uma pessoa competente em uma dada disciplina, com uma determinada linha de raciocínio [RIC 83].

TABELA 1 - SISTEMAS ESPECIALISTAS PARA A AREA MEDICA

SISTEMA	DOMINIO DE APLICAÇÃO	MODELO
ABEL	Problemas eletrolíticos	RS
AI/Rheum	Reumatologia	RS
ANTICIPATOR	Prescrições de antibióticos	RP
APES	Dermatologia	RP
CAA	Eletrocardiografia	RS
CADIAG	Medicina Interna	RP
CADUCEUS	Medicina Interna	RS e F
CASNET	Oftalmologia	RS
CENTAUR	Pneumologia	RP e F
CLOT	Problemas de coagulação	RP
GAITSPERT	Neurologia	RP
GUIDON	Ensino	RP
HEAMED	Psicofarmacologia	RP
INTERNIST	Medicina Interna	RS e F
IRIS	Oftalmologia	RP, RS e F
LOCALIZE	Neurologia	RP
MEDIKS	Medicina Geral	RS
MYCIN	Enfermidades Infecciosas	RP
NEOMYCIN	Ensino	RP
NEPHROS	Insuficiência Renal	RS
NEUROLOGIST	Neurologia	RP
ONCOCIN	Oncologia	RP e F
PATREC	Colecistite	F
PIP	Nefrologia	F
PUFF	Pneumologia	RP
RADEX	Radiologia	F
RX	Reumatologia (Indução de Conhecimento)	RP
SAM	Neurologia	RP
SEEK	Reumatologia (Indução de Conhecimento)	RP e RS
SPE	Eletroforese	RP
SPHINX	Sistema Essencial	RP e F
TOUBIB	Medicina Geral	RP e F
VM	Monitorização Respiratória	RP

Nomenclatura:

RP - regras de produção
 RS - redes semânticas
 F - frames

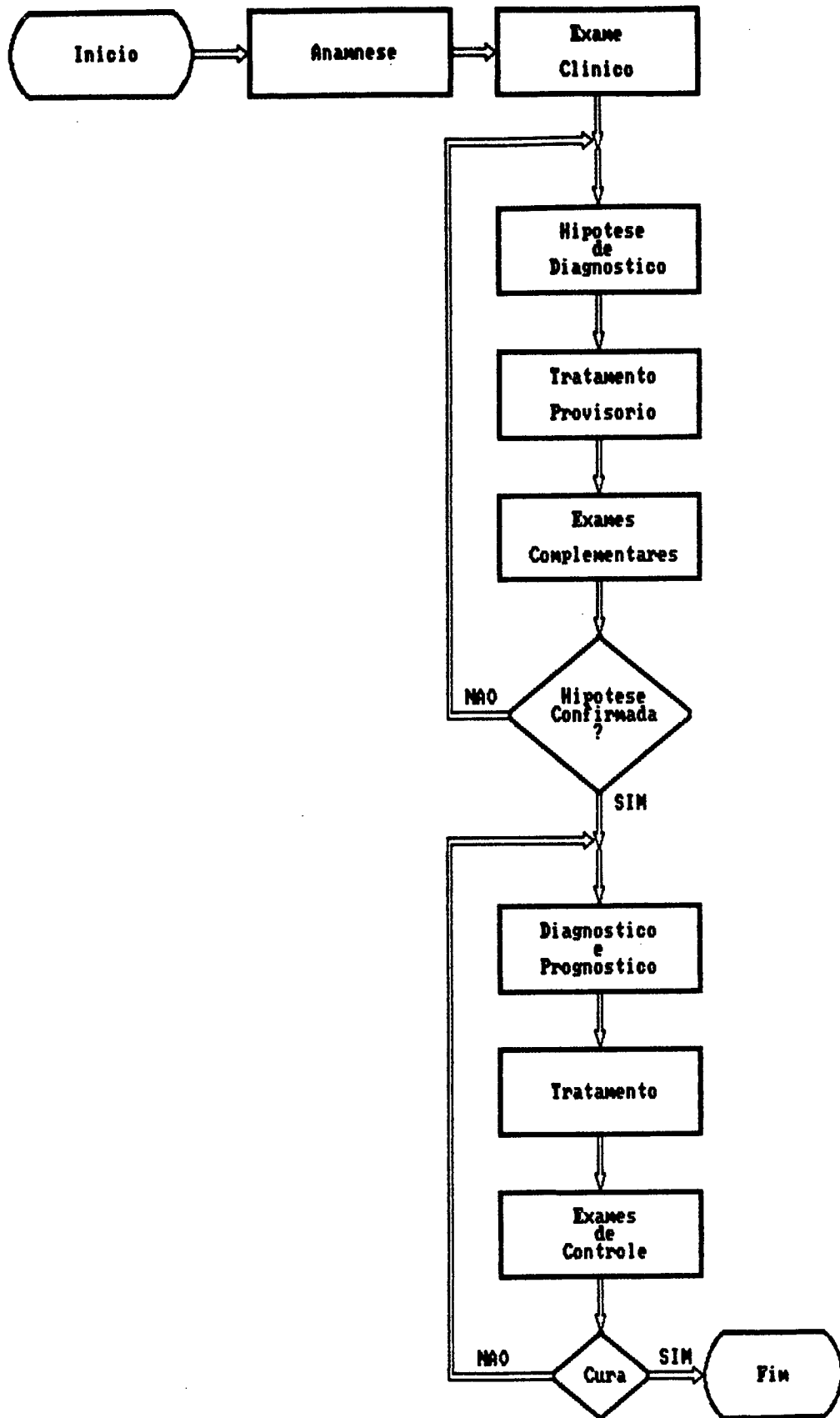


Fig. 82 - Processos da atividade medica

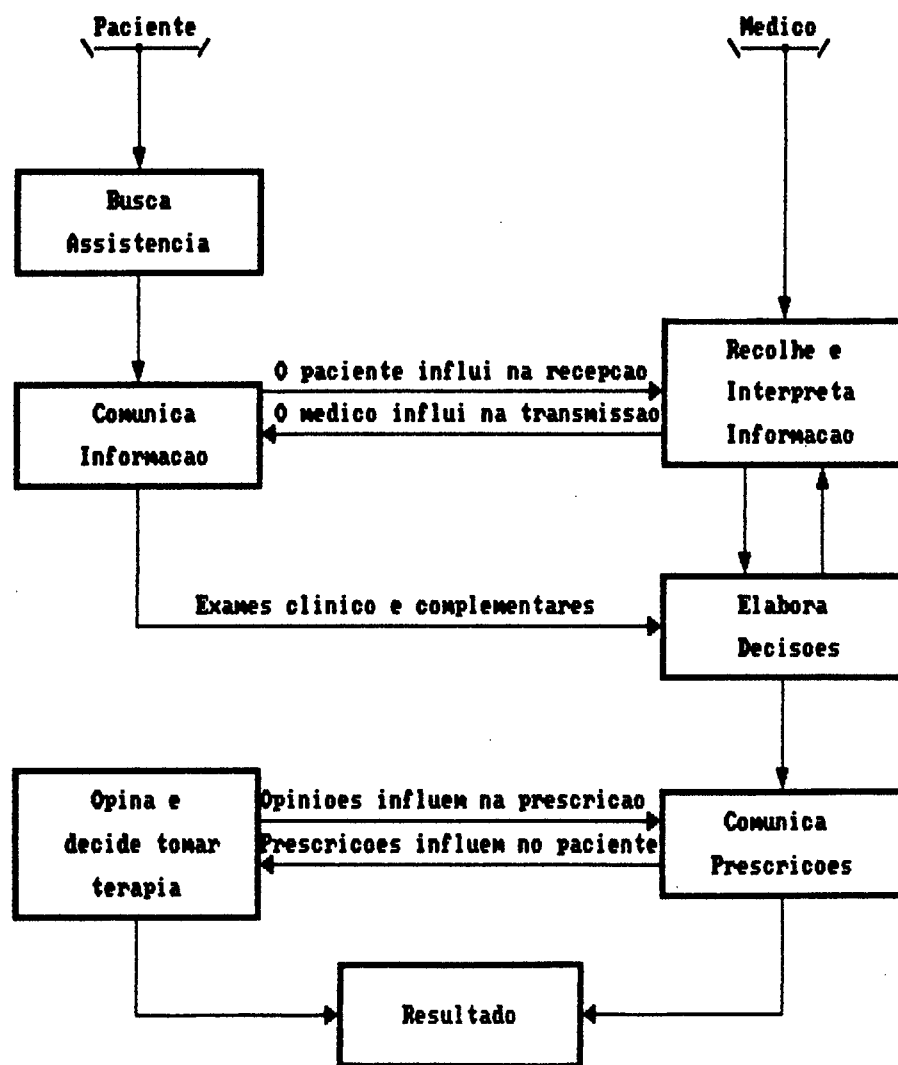


Fig. 03 - Comunicacao medico-paciente

Desta forma, os sistemas especialistas em medicina simulam o comportamento do médico na medida em que, tendo o conhecimento de uma determinada especialidade médica formalizado em sua base de conhecimentos, estão aptos a fornecer diagnósticos e/ou terapias. Para tanto, procuram seguir alguns passos adotados pelo médico quando de uma consulta. Estes passos são os seguintes:

- a) recolhe sinais e sintomas;
- b) determina possíveis hipóteses;
- c) testa hipóteses através de informações adicionais, p.ex. exames de laboratório;
- d) escolhe uma atitude terapêutica.

Convém ressaltar que os dois primeiros passos são interligados, pois durante a obtenção dos sinais e sintomas o médico já formula possíveis hipóteses, descartando algumas e reforçando outras através de outros dados que vai colhendo, a fim de reduzir a quantidade de hipóteses a serem testadas em etapas posteriores do diagnóstico.

Na maioria dos sistemas, os dados são entrados pelo próprio médico. Excepcionalmente, como é o caso do monitoramento cardíaco, o recolhimento do dado é confiado ao sistema. Um caso interessante é o do hospital de Glasgow: um paciente acometido de dispepsia é colocado diante de um Apple II, para um interrogatório. Ao final do mesmo, o microcomputador dá uma lista dos diagnósticos com suas probabilidades estimadas. Os organizadores do sistema determinaram que 40% das consultas são desnecessárias, além de que a maioria dos pacientes disseram preferir o microcomputador ao médico. O grande problema é o vocabulário simplificado ao extremo.

Existem dois tipos de problemas: o direto, no qual dado o mal, deve-se descrever os sinais que se manifestarão, e o problema inverso (paciente diante do médico), no qual tendo-se os sinais, deve-se descobrir o mal causador.

Sistemas especialistas simples incluem uma base de conhecimento formada por regras de produção do tipo

Se ... então...

refletindo o conhecimento do especialista no domínio considerado. O motor de inferência capaz de, a partir dos dados obtidos, fornecer as conclusões acerca do problema considerado, é denominado de motor de inferência com raciocínio para frente ("forward chaining"). Se o motor de inferência formula hipóteses e as testa é denominado de motor de inferência com raciocínio para trás ("backward chaining").

4.LINGUAGENS USADAS EM INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para o trabalho em sistemas especialistas, um dos pontos fundamentais é o manejo do conhecimento obtido de um especialista humano. Assim sendo, é necessária e indispensável a capacidade de armazenar este conhecimento, bem como ter condições de trabalho com o mesmo. Isto faz com que se necessite de quantidades relativamente grandes de memória, as quais dificilmente são encontradas em microcomputadores de oito bits. Isto conduziu ao uso de um microcomputador IBM-PC compatível.

Existem diversas linguagens sendo utilizadas no trabalho com computadores. Cada uma delas tem suas vantagens e desvantagens, sendo mais indicada para um trabalho específico, como por exemplo, Prolog para o trabalho com lógica. Desta forma, para que se possa escolher uma linguagem para o trabalho com um determinado sistema deve-se saber quais são as opções disponíveis e suas principais características.

Dentro da área de Inteligência Artificial, duas linguagens são mais frequentemente utilizadas: Lisp e Prolog.

4.1-LISP

Teve seu aparecimento em 1956, projetada especificamente para facilitar a manipulação de dados não numéricos, trabalhando sempre com listas. É uma ferramenta poderosa em várias aplicações como demonstração de teoremas, reconhecimento de formas, programação heurística, análise linguística, tradução automática de linguagens naturais [BIE 80]. Como trabalha basicamente com listas, ela apresenta a dificuldade ao iniciante de leitura, devido ao enorme número de abertura e fechamento de parenteses. É muito utilizada na robótica, e foi a principal linguagem de desenvolvimento dos primeiros sistemas especialistas [VER 86].

4.2-PROLOG

A linguagem tem suas raízes na matemática, mais precisamente na lógica. Ela constitui-se de dois elementos: os fatos e as regras, as quais determinam relações entre os fatos. Criada em 1970, por Alain Colmerauer, é uma linguagem muito poderosa, mas, por ser muito rígida no seu mecanismo de controle, torna-se uma linguagem difícil de ser aprendida.

A linguagem Prolog é uma linguagem de programação em lógica de primeira ordem. Ela só aceita axiomas na forma de cláusulas de Horn, as quais são expressões que só admitem um literal afirmativo. Desta forma, ficam dela excluídas diversas situações. Por exemplo, uma consequência positiva não pode ser implicada por uma condição negativa ($- P1 \rightarrow P2$). Além disso, um

predicado pode levar a uma conjunção de condições, mas nunca a uma disjunção das mesmas (p. ex.: $P1 \rightarrow [P2 \text{ ou } P3]$). Não existindo a negação usual, só há a negação por falha, a qual pressupõe um domínio fechado.

Pode-se enumerar as principais características da linguagem Prolog como sendo [CAS 86]:

- a) orientada para processamento simbólico;
- b) representa uma implementação da lógica como linguagem de programação;
- c) apresenta uma semântica declarativa inerente à lógica;
- d) permite a definição de programas inversíveis, ou seja, programas que não distinguem entre argumentos de entrada e de saída. Como consequência, permite a definição de programas com mais de uma finalidade, que podem ser chamados com formas diferentes de entrada e saída;
- e) permite a obtenção de respostas alternativas;
- f) incorpora um mecanismo uniforme para passagem, análise, seleção e criação de estruturas de dados;
- g) suporta estrutura de dados que permite simular registros ou listas;
- h) permite recuperação dedutiva de informação;
- i) suporta codificações recursivas para descrição de processos e problemas dispensando os mecanismos tradicionais de controle, como o comando "goto" e laços "do", "for" e "while";
- j) permite aproximar o processo de especificação do processo de codificação de programas;
- k) representa programas e dados através do mesmo formalismo (cláusulas);
- l) incorpora facilidades computacionais extra e metalógicas.

As limitações atuais da linguagem

Prolog ocorrem devido a:

- a) existência de diferentes implementações (dialetos) divergindo entre si pela sintaxe e pelas facilidades oferecidas;
- b) inexistência, em diversas implementações, de facilidades para comunicação com programas escritos em linguagens de programação tradicionais;
- c) inexistência de ambientes e facilidades de programação adequados que permitam suportar o desenvolvimento e a utilização de programas de grande porte (editores potentes, facilidades gráficas e facilidades de depuração que considerem as particularidades inerentes a uma linguagem baseada em lógica);
- d) limitação do poder de expressão a cláusulas definidas (na linguagem básica);
- e) tratamento da negação lógica apenas através do conceito restrito de "Negação por Falha Finita".

A estrutura de um programa em PROLOG

consiste em:

- a) uma especificação de fatos iniciais, formada por fatos assumidos como válidos;
- b) uma especificação de fatos dedutíveis, a partir de outros, formados mediante regras de definição do tipo:

A <--- B , C , D

que deve ser lido logicamente: A se B C e D, ou, proceduralmente: para conseguir A é necessário conseguir primeiro que se cumpram B, C e D. Com este "programa", pode-se resolver problemas especificados como conjunção de objetivos:

$R \wedge S \wedge T$, onde \wedge representa o "e" lógico.

Tanto A, B, C, D, como R, S, T, são predicados que nas fórmulas aparecem referidos a constantes ou variáveis. Se, no momento da chamada, a variável não contiver um valor então ela é dita variável livre.

Resolver um problema em Prolog é interpretar um programa deste tipo para:

- a) comprovar se cumpre ou não o conjunto de objetivos, se neste não aparecerem variáveis livres; ou então,
- b) obter um ou todos os valores das variáveis livres na conjunção de objetivos desejados, que faz com que estes sejam satisfeitos.

4.3-ESCOLHA DA LINGUAGEM PARA O SISTEMA ICTER

Considerando as características do Prolog, optou-se pela utilização do mesmo no sistema ICTER. Dentre os vários dialetos disponíveis, utilizou-se o Turbo-Prolog por suprir algumas das deficiências citadas anteriormente, como por exemplo, um bom editor embutido e facilidades de depuração.

O Turbo-Prolog é uma linguagem para programação em lógica, como o Prolog, embora utilize-se de elementos da linguagem Turbo Pascal, tais como a definição de domínios, base de dados dinâmica, predicados, etc. Entretanto, ela torna mais fácil o aprendizado do Prolog para o iniciante que já conhece a linguagem Pascal, devido à sua semelhança com a mesma. Além disso, dois elementos a tornam interessante para o desenvolvimento de protótipos, quais sejam, um editor potente e de fácil manejo, e uma excelente capacidade de "tracing", ou seja, de seguir o fluxo do programa.

Um elemento de grande auxílio ao programador principiante em lógica, é a capacidade de acompanhar passo a passo a execução de um programa. Esta capacidade está embutida na linguagem Turbo Prolog. Ela pode acompanhar a execução completa do programa, ou apenas uma seção desejada. Isto faz com que se acompanhe a evolução de qualquer pesquisa realizada pelo sistema, ou ainda, determinem-se pontos de poda numa busca em árvore, motivos de se ter ultrapassado a capacidade do sistema ("overflow"), etc. Este acompanhamento realiza-se em cada predicado desejado, em uma cláusula específica, ou em busca dentro de uma base de dados dinâmica [SCH 87]. Entretanto, isto implica num aumento no código do programa, o qual pode ser tornar significativo, dependendo do tamanho do mesmo.

O Turbo-Prolog tem a possibilidade, não presente na linguagem descrita por Clocksin & Melish [CLO 84], de

ter um objetivo interno. O programa pode ser executado independente de um objetivo externo, como ocorre em outros Prologs. Um programa pode, portanto, ser executado sem que o usuário conheça os procedimentos padrões da linguagem. Quando necessária a introdução de dados, o próprio sistema indicará isto, bem como a forma como deve ser feita. Ou seja, pode-se ter, em princípio, alguém que não conheça a linguagem, trabalhando com o sistema.

O Turbo-Prolog apresenta elementos não encontrados em nenhum outro dialeto do Prolog, como por exemplo as declarações de domínios e de predicados. Estes elementos, entretanto, auxiliam ao programador novato em Prolog, mas conhecedor do Pascal, fornecendo-lhe uma referência sobre os argumentos com os quais está trabalhando em determinado predicado [ROB 87]. Com o passar do tempo, o programador torna-se melhor conhecedor da linguagem e dos limites da mesma, com o que, tais declarações perdem a sua utilidade inicial e passam a ser um elemento que apenas consome tempo.

Há que se considerar, entretanto, que o Turbo-Prolog não apresenta todos os predicados indicados por Clocksin & Melish, alguns especialmente interessantes e potentes. Este fato não é compensado pela facilidade de trabalho que se dispõe com operações na tela (gráficos, manipulação e edição de textos).

De uma forma resumida pode-se dizer que o Turbo-Prolog facilita o primeiro contato com a linguagem Prolog, embora tenha muitas deficiências para um programador mais experimentado e seja muito carente em termos de predicados já embutidos na linguagem, os quais lhe dariam uma maior flexibilidade em operações de pesquisa.

4.4-ESTRUTURA DE UM PROGRAMA EM TURBO-PROLOG

Para a utilização do TURBO-PROLOG é necessário que se disponha do seguinte:

- a) computador IBM-PC ou compatível;
- b) RAM mínima de 384kbytes (valor padrão mínimo necessário: 512kbytes);
- c) sistema operacional PC-DOS ou MS-DOS, versão 2.0 ou mais recente.

Um programa escrito em TURBO-PROLOG contém as seguintes seções: domínios ("domains"), domínios globais ("global domains"), base de dados ("database"), predicados ("predicates"), predicados globais ("global predicates"), objetivo ("goal"), cláusulas ("clauses").

a) Seção Domínios ("Domains")

Pode conter vários objetos, consistindo de elementos de um determinado tipo. Os tipos disponíveis são: inteiro ("integer"), caracter ("char"), real ("real"), cadeia de caracteres ("string"), símbolo ("symbol") e arquivo ("file"). Ela é usada para objetos que são sintaticamente semelhantes mas

e) Seção Objetivo ("Goal")

Nesta seção coloca-se o objetivo desejado, que é um predicado e deve ser único. Através dele, verifica-se a veracidade de alguma relação fornecida ou obtêm-se as condições para que uma situação seja verdadeira, sempre baseado nas regras e fatos presentes na base de conhecimento. O objetivo pode também ser fornecido externamente ao programa, não devendo então existir esta seção.

f) Seções Domínios Globais ("Global Domains") e Predicados Globais ("Global Predicates")

Estas seções contêm domínios e predicados que são comuns a vários programas. São usados quando um sistema é dividido em módulos, cada um dos quais corresponde a um programa. Neste caso, apenas um dos programas deve conter a seção goal.

Devido às suas características muito específicas (orientado para programação em lógica) o Prolog (e o Turbo-Prolog, conseqüentemente) apresenta uma estrutura diferente da existente em outras linguagens. Pode-se fazer uma comparação entre três linguagens muito utilizadas, supondo um programa genérico. Realizando isto, obtêm-se:

1. Natureza

- a) em Prolog : predicado
- b) em Lisp : função
- c) em Pascal : procedimento

2. Representação de dados

- a) em Prolog : cláusulas básicas
- b) em Lisp : lista como argumento de função
- c) em Pascal : estrutura de dados

3. Forma dos resultados

- a) em Prolog : valores assumidos por variável de consulta
- b) em Lisp : lista retornada como valor da função
- c) em Pascal : valores impressos pelo procedimento

4. Exploração de alternativas

- a) em Prolog : retrocesso
- b) em Lisp : recursão
- c) em Pascal : iteração

5. Argumentos no momento da chamada

- a) em Prolog : constantes e variáveis
- b) em Lisp : constantes
- c) em Pascal : constantes e endereços de variáveis

5.DETERMINAÇÃO DA CONFIABILIDADE NOS RESULTADOS

Em termos da teoria dos conjuntos, existem dois diferentes enfoques: o fornecido pela Teoria Clássica dos Conjuntos e o da Teoria dos Conjuntos Difusos.

Para observar a diferença entre ambas, considere-se um universo U. Pretende-se determinar se um elemento X, contido no universo U, pertence a um subconjunto A deste mesmo universo. Na Teoria Clássica dos Conjuntos, o conceito de um elemento pertencer a um determinado conjunto tem apenas dois estados possíveis: ou ele pertence ou não ao citado conjunto. Já na Teoria dos Conjuntos Difusos, proposta por L. A. Zadeh, em 1964, a idéia da pertinência não é absoluta, mas sim gradual: o elemento pode pertencer com certeza, não pertencer com certeza, ou ainda pertencer com um certo grau de certeza, chamado grau de pertinência, variável entre 0.0 e 1.0 [ZAD 64]. Desta forma, o modo de raciocínio humana assemelha-se muito mais com a segunda visão que com a primeira, haja visto que em muito poucos casos existem afirmações absolutas. No caso do raciocínio médico, esta premissa é mais fácil de ser observada, como se pode depreender do caso de um determinado sintoma que esteja possivelmente associado a uma certa doença. Pode ocorrer que o sintoma esteja presente em um paciente, mas não haja a doença, já que o mesmo sintoma pode estar presente em várias doenças. Ao mesmo tempo, o paciente pode apresentar a doença e não necessariamente possuir o sintoma.

Assim sendo, na Teoria Clássica dos Conjuntos cada conjunto possui limites definidos, com todos os seus elementos conhecidos a priori. Já na Teoria dos Conjuntos Difusos, os elementos podem ser indefinidos, já que o conjunto apresenta limites imprecisos. Isto acontece principalmente quando se trabalha com conceitos (pouco, bastante, alto, baixo, etc.) [FRE 80], [KAC 86], [TON 80].

5.1.REPRESENTAÇÃO

No caso da Teoria Clássica dos Conjuntos, cada conjunto é indicado pela relação de seus elementos componentes. Desta forma a representação de um conjunto A, com elementos x_i se faz da seguinte forma:

$$A = \{ x_1, x_2, \dots, x_n \}$$

Na Teoria dos Conjuntos Difusos a cada elemento de um conjunto difuso é associado um grau de pertinência:

$$x_i \rightarrow p_{A_i}(x_i)$$

, onde $p_{A_i}(x_i)$ representa o grau de pertinência de x_i ao conjunto A.

Tem-se as seguintes representações para conjuntos difusos [DUB 80]:

$$A = \frac{\sum_{x \in A} p(x)}{|A|}, \text{ para } A \text{ finito}$$

$$A = \frac{\sum_{x \in A} p(x)}{|A|}, \text{ para } A \text{ infinito}$$

5.2-GRAUS DE CERTEZA NO SISTEMA ICTER

Para o sistema ICTER considerou-se o paciente como sendo um subconjunto difuso do universo de sintomas, sinais e exames laboratoriais, já que o diagnóstico de cada enfermidade se dá tanto por sensações subjetivas percebidas pelo paciente como pela interpretação médica dos sintomas. Muitos destes elementos correspondem a apreciações não quantificáveis e, portanto, podem ser tratados como um conjunto difuso.

Do ponto de vista médico, duas influências estão associadas entre si quando ambas são necessárias para efetuar o diagnóstico e não estão associadas quando somente uma é suficiente. No sistema ICTER considerou-se que todas as influências são independentes, ou seja, que não existe associação entre os sintomas e sinais. Assim sendo, existe um grau de pertinência associando o paciente a cada um dos sinais e sintomas. Por razões de simplicidade, tal pertinência foi adotada como sendo simplesmente um coeficiente, em vez de uma curva, conforme é estabelecido em termos da Teoria dos Conjuntos Difusos.

Por convenção, todos os sintomas se interpretam em forma positiva, ou seja, o incremento de um sintoma influi de maneira a aumentar a possibilidade dos diagnósticos. Além disso, a cada um dos sintomas não examinados ou não disponíveis no momento da consulta não é assinalado nenhum valor, sendo que este elemento não será considerado para a obtenção dos graus de possibilidade no momento do diagnóstico.

Também foi considerado que a presença de vários sintomas influi de forma cumulativa no diagnóstico de cada enfermidade. Portanto, procurando expressar tal incremento na possibilidade de uma enfermidade quanto maior for o número de sintomas observados que estejam associados à mesma, utilizou-se a fórmula seguinte para calcular o grau de possibilidade do diagnóstico A, quando se tiverem presentes dois sintomas X e Y com grau de possibilidade G_X e G_Y, respectivamente:

$$G_A = G_X + G_Y - G_X * G_Y$$

Um operador deste tipo considera para o estabelecimento do grau de possibilidade de uma enfermidade como sendo de maior influência a quantidade de sinais observados associados à mesma. Considera também que a variação em qualquer um dos sintomas alterará o valor final de uma tal enfermidade, conforme se encontra na prática.

6. ICTERICIA

Ictericia é a cor amarelada dos tegumentos, produzida pelo pigmento biliar, a bilirrubina, quando a sua quantidade no soro ultrapassa 2mg%. Neste caso, ela cora as mucosas e a esclerótica. A icterícia é um dos sintomas muito frequentes em medicina, e o conhecimento de seus mecanismos de produção é extremamente importante para o diagnóstico diferencial. A bilirrubina é o produto final da degradação da hemoglobina, sendo formada principalmente no sistema reticulo-endotelial [DAN 79].

6.1-METABOLISMO DA BILIRRUBINA

A principal fonte de bilirrubina é a destruição fisiológica das hemácias velhas, no sistema reticulo-endotelial. Em condições normais, este é um processo contínuo que produz cerca de 80% da bilirrubina. Os vinte por cento restantes, provêm de outras fontes.

Outra fonte de bilirrubina é a degradação prematura dos eritrócitos na medula óssea, a qual é denominada de bilirrubina precoce. A bilirrubina assim formada, conhecida como não conjugada ou de reação indireta, não é solúvel em água, apenas lipossolúvel. Desta forma, para circular no soro ela liga-se à albumina, tornando-se hidrossolúvel.

Nos sinusóides, a bilirrubina libera-se da albumina e atravessa a membrana, auxiliada por proteínas intracelulares específicas, descritas como Y e Z, por mecanismos ainda não suficientemente conhecidos. No retículo endoplasmático liso, a bilirrubina combina-se com algumas substâncias, passando a ser chamada de bilirrubina conjugada ou de reação direta [HEC 81].

Uma vez conjugada, a bilirrubina é submetida a um transporte intracelular, por mecanismos desconhecidos, seguido de excreção no canalículo biliar. Passa então ao duodeno e aos colons, onde é transformada em estercobilinogênio, eliminado nas fezes, corando-as de castanho. Parte do estercobilinogênio é absorvido no cólon direito sendo reexcretado pelo fígado. Uma pequena parte escapa à reexcreção hepática e é eliminado pelos rins, sob a forma de urobilinogênio.

A bilirrubina conjugada é hidrossolúvel, existindo em quantidades mínimas no soro. Quando a sua cifra ultrapassa 1,2 miligramas por cem mililitros de plasma, passa a ser excretada pela urina, dando-lhe uma coloração amarelo-canário, conhecida como colúria.

6.2-CONSEQUENCIAS FISIOPATOLÓGICAS DO ESTADO FÍSICO-QUÍMICO DA BILIRRUBINA

Bilirrubina não conjugada (denominada impropriamente bilirrubina livre, a bilirrubina não conjugada está ligada, no sangue circulante, à albumina.)

- a) Reação indireta de H. van den Bergh;
- b) Lipossolúvel: benzeno-extraível;
- c) Pode atravessar as membranas celulares (neurotóxica);
- d) Insolúvel na água: não pode ser eliminada pelo rim; ausência de pigmento biliar na urina (icterícias acolúricas)
- e) Inexistência de obstáculo à excreção hepática: as fezes são normalmente coradas; há excesso de estercobilinogênio, quando há excesso de produção de bilirrubina.

Bilirrubina conjugada

- a) Reação direta de H. van den Bergh;
- b) Não lipossolúvel: não benzeno-extraível;
- c) Não atravessa as membranas celulares;
- d) Solúvel na água: é facilmente excretada pelos rins (icterícia com urina escura);
- e) Obstáculo eventual à excreção hepática (mecânico ou funcional): as fezes frequentemente são descoradas.

Este resumo demonstra que a principal diferença entre as icterícias por bilirrubina não conjugada e por bilirrubina conjugada é de ordem físico-química. A partir deste dado, pode-se ramificar ainda mais o quadro, segundo determinadas características, chegando-se a causas várias conforme se observará a seguir.

Assim, tem-se estabelecidas três etapas para se proceder ao diagnóstico da icterícia: um diagnóstico diferencial pela história do paciente, um diagnóstico diferencial baseado em um exame físico e, finalmente, uma terceira etapa que envolve exames laboratoriais.

A seguir, apresenta-se um quadro contendo possíveis causas da icterícia em cada uma das etapas do processamento da bilirrubina pelo organismo. O sistema, entretanto, trabalha apenas baseado em oito possibilidades: hepatite, cirrose, colestases extra-hepáticas, colestases intra-hepáticas, doença de Gilbert, uso de drogas, doenças hemolíticas e tumor no fígado. Isto foi feito a fim de se limitar o número de casos envolvidos no protótipo.

Para se ter uma maior quantidade de possibilidades de diagnóstico, dentro da atual estrutura da base de conhecimentos, é necessário ter uma quantidade muito elevada de questões a serem formuladas numa etapa de diagnóstico preliminar, tornando desconfortável e entediante o uso do sistema, e a falta de condições de fornecer a resposta a várias das perguntas faria com que se tivessem uma menor confiabilidade no resultado.

Diante deste fato, e do dado prático de que as principais manifestações de icterícia em adultos são devidas às oito causas citadas, o sistema foi implementado baseado nas mesmas, considerando-se ainda que diversos dos sintomas considerados estão presentes em várias das doenças, com maior ou menor intensidade.

Em termos práticos, cada uma das doenças consideradas tem diversos sintomas associados. Assim sendo, cada doença tem vários sintomas, sendo que cada sintoma, quando presente, dá um grau maior ou menor de pertinência à doença em questão. Como, porém, um mesmo sintoma pode estar presente em mais de um diagnóstico, o sistema avalia cada um dos sintomas presentes em relação a cada um dos diagnósticos possíveis.

6.3-DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DA ICTERICIA PELA HISTORIA

- 1) Idade
- 2) Sexo
- 3) Profissão
- 4) História familiar de:
 1. hepatite
 2. icterícia
 3. colecistectomia
 4. esplenectomia
- 5) Sintomas prodrômicos:
 1. astenia
 2. anorexia
 3. náuseas e vômitos
 4. febre
 5. dor abdominal
 6. desinteresse por cigarro
 7. dor lombar
 8. emagrecimento sem anemia
- 6) Passado de:
 1. cirurgia (tipo, cronologia, anestésicos)
 2. alcoolismo
 3. uso de drogas
 4. injeções
- 7) Cor de urina e fezes

6.4-DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DA ICTERICIA PELO EXAME FÍSICO

- 1) Grau de icterícia
- 2) Estado geral
- 3) Alterações cutâneas
 1. escoriações
 2. petéquias, equimoses e hematomas
 3. xantomas
 4. pigmentação melanínica
- 4) Estigmas de hepatopatia crônica
 1. nevos aracneiformes
 2. eritema palmar
 3. hipertrofia de parótidas
 4. contratura da aponeurose palmar média
 5. alterações da implantação pilosa
 6. ginecomastia e atrofia mamária
 7. atrofia testicular, uterina e vulvar
 8. edema de membros inferiores
- 5) Sinais de hipertensão portal
 1. esplenomegalia
 2. circulação colateral em parede abdominal
 3. ascite
- 6) Manifestações de encefalopatia hepática
 1. asterixis
 2. hálito hepático
- 7) Massa tumoral abdominal
- 8) Tamanho e características do fígado

6.5-DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DA ICTERICIA POR EXAMES LABORATORIAIS

- 1) Bilirrubinas
- 2) Transaminases
- 3) Eletroforese das proteínas séricas
- 4) Fosfatase alcalina
- 5) Gamaglutamiltranspeptidase
- 6) 5-Nucleotidase
- 7) Atividade protrombínica antes e depois de vitamina K1
- 8) CEA (teste do antígeno carcinoembrionário)
- 9) Alfa-feto-globulina
- 10) Biópsia hepática percutânea
- 11) Colangiografia
 1. transparietal
 2. endoscópica retrógrada
- 12) Ultrasonografia
- 13) Laparoscopia
- 14) Cintigrama

6.6-CAUSAS DA ICTERICIA

1) Antes da conjugação

1. Por aumento da oferta

1-Hemólise excessiva (destruição exagerada das hemácias)

1. Doença do glóbulo vermelho

2. Defeito extraglobular (ictericias ou anemias hemolíticas)

2-Eritropoese ineficaz

1. Icterícia diseritropoética (hiperbilirrubinemia de "shunt")

2. Talassemia

3. Porfiria congênita

4. Anemia perniciosa

5. Anemia sideroblástica

6. Anemia normoblástica refratária

3-Reabsorção intestinal de bilirrubina desconjugada (recém-nascido)

2. Por deficiente captação (pacientes amarelos mas não doentes)

1-Doença de Gilbert

3. Por diminuição das proteínas Y e Z

1-Doença de Gilbert

2-Inibição por:

1. Ácido flavispidico

2. Bunamyodil

2) Na conjugação

1. Ausência de uridino-difosfo-glucuronil-transferase

1-Síndrome de Crigler-Najjar

2-Ratos Gunn

2. Deficiência de uridino-difosfo-glucuronil-transferase

1-Recém-nascido a termo

2-Prematuro

3. Inibição de uridino-difosfo-glucuronil-transferase

1-Inibição de fator contido no soro materno (Lucey-Driscoll)

2-Estrogênio contido no leite materno em lactentes

4. Competição da bilirrubina na conjugação com antibiótico Novobiocina

3) Após a conjugação

1. Deficiência de excreção de bilirrubina e bromossulfaleína
 - 1-Doença de Dubin-Johnson (hereditária)
 - 2-Doença de Rotor (hereditária)
 - 3-Uso de Rifamicina (antibiótico)
2. Colestase intra-hepática
 - 1-Doença de Hodgkin
 - 2-Colestase benigna recorrente da gravidez
 - 3-Colestase benigna pós-operatória
 - 4-Infecções
 - 5-Colangite esclerosante primária
 - 6-Cirrose biliar primária
 - 7-Bacteriemia
 - 8-Hepatite alcoólica
 - 9-Amiloidose hepática
 - 10-Drogas
 - 1.Derivados fenotiazínicos (p.ex.clorpromazina)
 - 2.Esteróides alquilados no carbono 17
 - 1-Metil-testosterona
 - 2-Noretandrolona
 - 3.Estolato de eritromicina
 - 4.Anovulatórios
3. Colestase extra-hepática
 - 1-Coledocolitíase
 - 2-Doenças pancreáticas
 - 3-Compressões extrínsecas dos dutos biliares
 - 4-Colangite esclerosante primária
 - 5-Colangite esclerosante secundária a retocolite ulcerativa inespecífica
 - 6-Neoplasia das vias biliares
 - 7-Colecistite aguda
 - 8-Colangite ascendente
 - 9-Edema das vias biliares
 - 10-Presença de Ascaris Lumbricoides mortos nas vias biliares

4) Mecanismo Múltiplo

- 1.Cirrose
- 2.Hepatite por vírus ou tóxica
- 3.Doenças difusas do fígado

7. DESCRIÇÃO DA BASE DE CONHECIMENTOS

O presente sistema tem sua base de conhecimentos composta por seis predicados, os quais devidamente manipulados pelo mecanismo de inferência, realizam as perguntas, fornecem as possíveis respostas, indicam as regras empregadas caso solicitado, determinam o grau de possibilidade de cada uma das possíveis doenças e fornecem o diagnóstico possível. Vale ressaltar que as indicações do sistema devem ser confirmadas ou não pelo médico. Além disso, atualmente os dados precisam ser entrados pelo médico, haja visto que é utilizado muito da terminologia da área.

Os seis predicados que compõem a base de conhecimentos são:

- 1) pergunta_inicial;
- 2) pergunta;
- 3) opção_de_resposta;
- 4) regra;
- 5) escolha;
- 6) doença.

A seguir aborda-se cada um dos predicados, fornecendo sua estrutura.

7.1. PREDICADO PERGUNTA_INICIAL

Este predicado é utilizado na etapa inicial da consulta e contém as perguntas a serem formuladas. Sua estrutura é a seguinte:

```
pergunta_inicial(NUMERO_DA_PERGUNTA, PERGUNTA, LISTA_DE_RESPOSTAS)
```

Aqui NUMERO_DA_PERGUNTA é um número inteiro que determina o número da pergunta dentro da base de conhecimentos.

PERGUNTA é o elemento que contém a pergunta em si, a ser formulada e que será exibida no vídeo.

Finalmente, LISTA_DE_RESPOSTAS é uma lista de números inteiros, que fornece o número das possíveis respostas à pergunta em questão. Cada uma das respostas está definida pelo predicado opção_de_resposta.

7.2. PREDICADO PERGUNTA

Este predicado é semelhante ao predicado anterior, sendo o seu formato:

```
pergunta(NUMERO_DA_PERGUNTA, PERGUNTA, LISTA_DE_RESPOSTAS)
```

Os objetos NUMERO_DA_PERGUNTA, PERGUNTA e LISTA_DE_RESPOSTAS são os mesmos do predicado pergunta_inicial, diferindo apenas no fato de que este predicado corresponde às questões formuladas na segunda etapa da consulta, a fim

de procurar confirmar os resultados iniciais.

7.3.PREDICADO OPÇÃO_DE_RESPOSTA

Este predicado corresponde às respostas que podem ser dadas às perguntas feitas. Ele tem a seguinte estrutura:

opção_de_resposta(NUMERO_DA_RESPOSTA, RESPOSTA)

Neste predicado, NUMERO_DA_RESPOSTA está relacionado com o número da lista de inteiros das perguntas (da etapa inicial ou final), indicando uma das possíveis respostas.

RESPOSTA aqui, refere-se à resposta em si, a ser oferecida como opção, e que terá o seu grau de pertinência fornecido posteriormente, para cada um dos diagnósticos a que for associado.

7.4.PREDICADO REGRA

Este predicado tem a forma:

regra(NUMERO_DA_REGRA, REGRA)

Ele é usado para fornecer, em uma determinada pergunta, quais as relações que existem com os diagnósticos associados. É chamado, sempre, através da primeira opção das respostas, ("Por que?"). Após a indicação da(s) regra(s) utilizada(s), o sistema volta a questionar e solicitar uma resposta.

Neste caso, NUMERO_DA_REGRA é o número correspondente ao número da pergunta (ou da pergunta_inicial) formulada e que se deseja conhecer o porquê da formulação da mesma.

REGRA é o elemento indicando a regra utilizada na formulação da pergunta (ou pergunta_inicial). Estas regras são aquelas que foram fornecidas pelo especialista da área.

7.5.PREDICADO OPÇÃO_DE_ESCOLHA

A forma geral deste último predicado da Base de Conhecimentos é a seguinte:

~~opção de~~ escolha(NUMERO_DA_PERGUNTA, NUMERO_DA_RESPOSTA,
DIAGNÓSTICO, GRAU_DE_POSSIBILIDADE)

Aqui, tem-se dois inteiros, sendo que NUMERO_DA_RESPOSTA é o número da escolha (entre as possíveis respostas) na pergunta (ou pergunta_inicial) de número NUMERO_DA_PERGUNTA.

DIAGNÓSTICO indica o diagnóstico possível de ser feito com a resposta indicada em NUMERO_DA_RESPOSTA e a confiança em tal diagnóstico é dado por GRAU_DE_CERTEZA que é um número real na faixa [0.,1.].

7.6.PREDICADO DOENÇA

Tem-se a seguinte forma:

doença (DOENÇA)

DOENÇA indica o diagnóstico que pode ser efetuado pelo sistema.

Uma listagem da Base de Conhecimentos encontra-se no Apêndice 1 - Base de Conhecimentos.

7.7ARQUIVO REGRAS.DBA

Este arquivo apresenta as regras do sistema, tal como no predicado regra, da Base de Conhecimentos, alterado apenas esteticamente para ser apresentado pela opção "Listar Base de Conhecimentos", chamada através do Menu Principal. Quando feita uma alteração, deleção ou inclusão de alguma pergunta, resposta ou regra na base de conhecimentos, este arquivo deve também sofrer uma alteração, deleção ou inclusão, a fim de poder ficar atualizado.

8.MECANISMO DE INFERENCIA

O mecanismo de inferência é o bloco encarregado de, utilizando os conhecimentos da base de conhecimentos e os dados fornecidos acerca do paciente, fornecer os possíveis diagnósticos, associados ao seu grau de possibilidade (figura 4).

No presente caso, o mecanismo de inferência formula perguntas ao paciente, dando também as respostas possíveis. Ele também aceita ser questionado sobre o porquê da pergunta, dando então as conclusões que podem ser obtidas com o uso da referida pergunta. Tendo as respostas às questões formuladas, ele passa a analisá-las, a fim de que se tenha o diagnóstico.

Devido à forma como a base de conhecimentos foi estruturada, o sistema não apresenta um motor de inferência tradicional, no qual se utiliza o raciocínio para frente e/ou para trás sobre um conjunto de fatos e regras, a fim de fazer inferências e produzir um resultado [FIN87]. Devido às suas características de construção, o sistema ICTER obtém todas as informações (dados do paciente) para então fazer o diagnóstico. Baseado nos sintomas e sinais apresentados pelo paciente, o sistema passa a estabelecer os graus de possibilidade de cada uma das enfermidades, sem que haja um processo de inferência sobre um conjunto de regras. Isto é possível porque considerou-se uma relação direta entre os sinais e sintomas e as doenças. Além disso, os sintomas são considerados independentes entre si, ou seja, a presença ou ausência de um sintoma não interfere nos demais.

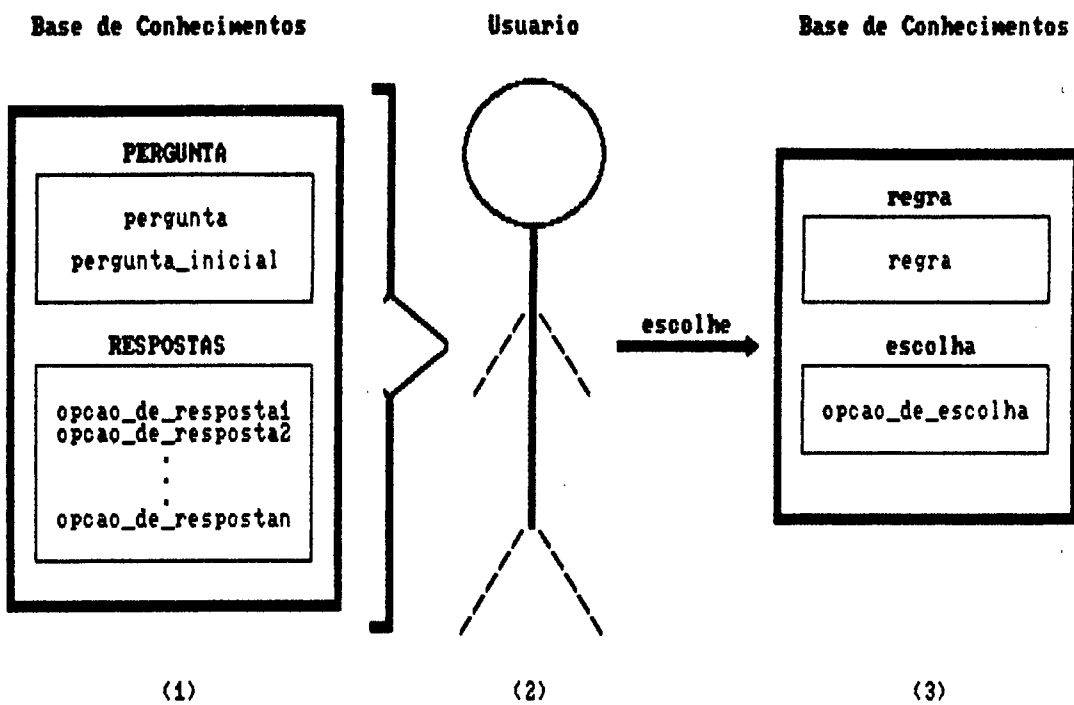
O diagnóstico em si se processa em duas etapas. Na etapa inicial o sistema formula perguntas predeterminadas, sendo as mesmas para todos os pacientes. A partir daí, com uma análise e diagnóstico preliminares, ele passa à segunda etapa onde procura confirmar o diagnóstico prévio, formulando mais algumas questões dirigidas pelas doenças que obtiveram maior grau de possibilidade na primeira etapa.

A seguir, tem-se uma descrição do funcionamento do mecanismo de inferência, cuja listagem se encontra no Apêndice 2 - Mecanismo de Inferência. No Apêndice 3 tem-se uma descrição do funcionamento do sistema do ponto de vista do usuário.

8.1CONSULTA

A consulta é realizada em duas etapas, embora o usuário tenha o mesmo procedimento em ambas. Na primeira etapa, é fornecido um diagnóstico prévio baseado na análise de questões definidas pelo sistema. Estas questões são as mesmas para todos os pacientes e dão uma primeira indicação, a qual procurar-se-á confirmar na segunda etapa através de um segundo questionário, desta vez orientado para as doenças que obtiveram um maior grau de possibilidade na primeira fase, conforme se observa no Apêndice 11.

No caso normal de uma consulta, o



- (1) O motor de inferencia apresenta
- (2) O usuario com os dados escolhe
- (3) O motor de inferencia analisa

Fig. 04 - Funcionamento do sistema

primeiro passo é, a partir do menu principal, carregar a base de conhecimentos. O sistema passará, então, a apresentar diversas perguntas contidas no predicado pergunta_inicial. O argumento lista_de_respostas deste predicado contém uma lista com diversos números, cada um dos quais remete o sistema ao predicado opção_de_resposta, onde estão as respostas possíveis à questão formulada.

A primeira opção é, sempre, 1-Por quê?, a qual corresponde a uma solicitação do motivo pelo qual está sendo formulada a pergunta em questão. Se o usuário fizer tal escolha, o sistema percorrerá a base de conhecimentos para encontrar o predicado regra que possui como primeiro argumento um número igual ao da pergunta formulada. Será então exibida a regra utilizada (a qual está contida no segundo argumento do predicado regra) e a pergunta será refeita, com as mesmas opções de resposta.

A segunda opção fornecida é 2-Dado não disponível, o qual informa ao sistema para ignorar tal sintoma na análise que será efetuada posteriormente. Isto é necessário já que muitos dados não estão disponíveis durante uma consulta e tal situação deve ser considerada diferente daquela quando um sintoma não está presente no paciente.

A escolha da resposta deve ser feita pelo número presente na frente da resposta. Cada questão admite apenas uma resposta. Desta forma, se for colocada mais de uma opção (independente de serem separadas por ",", ".", "-", um espaço, etc.), o sistema solicitará uma nova escolha.

Após ter obtido a resposta a uma pergunta e a mesma ser considerada válida, o sistema coloca na memória de trabalho a escolha com o seguinte predicado:

`inquirido(NUMERO_DA_PERGUNTA, NUMERO_DA_RESPOSTA*)`

, onde NUMERO_DA_PERGUNTA indica o número da pergunta (no predicado pergunta_inicial) e NUMERO_DA_RESPOSTA* indica a resposta dada pelo usuário. Como as duas primeiras opções não informam condições do paciente, a primeira escolha válida é a de número três.

Ao final das perguntas, o sistema passará a calcular os graus de possibilidade das doenças. Para tanto, para cada uma das respostas, o sistema verifica, no predicado escolha, quais enfermidades podem ser concluídas a partir do sintoma observado. Quando mais de um sintoma é indicativo de uma determinada doença, o grau de possibilidade da mesma é dado pela relação indicada anteriormente, isto é, tendo-se dois sintomas X e Y com graus G1 e G2, o grau de possibilidade G da doença A considerada, será:

$$G = G1 + G2 - G1 * G2$$

onde se observa que a presença de vários sintomas faz com que a confiança em determinado diagnóstico aumente.

Terminado o cálculo ordena-se as doenças de forma que os graus fiquem em ordem decrescente de possibilidade, utilizando de mais quatro predicados:

- a) predicado doença_grau;
- b) predicado ordenação;
- c) predicado já_analisado;
- d) predicado grau_doença.

A seguir é apresentada uma tela com os resultados prévios, transformando-se os graus de possibilidade em dados percentuais. Passa-se, então, à segunda etapa, onde o mesmo processo se repete, exceto que, neste caso, as perguntas são escolhidas dentre aquelas que podem confirmar o diagnóstico obtido na primeira etapa. As perguntas, para a segunda etapa, estão contidas no predicado pergunta. Além disso, cada um dos possíveis diagnósticos parte com o grau de possibilidade já obtido na primeira etapa. Na primeira etapa, o grau de possibilidade inicial de cada uma das enfermidades é zero.

9. DESEMPENHO DO SISTEMA ICTER

O sistema tem oito enfermidades possíveis de serem diagnosticadas, a saber:

- a) cirrose;
- b) doença de Gilbert;
- c) hepatite;
- d) anemia hemolítica;
- e) colestases extra-hepáticas;
- f) colestases intra-hepáticas;
- g) uso de medicamentos;
- h) tumor no fígado.

Os testes efetuados em casos-exemplo demonstraram que o sistema tem bom desempenho em doenças nas quais o diagnóstico tem pontos chave definidos. Já, em outros casos, a indicação final é composta de várias doenças com graus de pertinência próximos. Isto é devido ao fato de que existem doenças com sintomas que possivelmente não estavam disponíveis mas tinham grande influência no diagnóstico. Isto implica em que o diagnóstico deve ser mais amplo, com um maior número de questões e exames outros que os aqui considerados.

9.1-Exemplos

Dar-se-á a seguir alguns índices obtidos para pacientes com situações conhecidas e o resultado da análise dos mesmos pelo sistema ICTER. Cabe ressaltar que cada paciente é um caso particular, podendo um outro caso da mesma doença ter índices ligeiramente alterados, já que nem sempre os mesmos sintomas se manifestarão em pacientes de uma mesma doença.

9.1.1-Paciente com icterícia devido ao uso de medicamentos (drogas):
O índice obtido na etapa inicial foi:

drogas	80,00%
colestase_extra	50,00%
hemolítica	50,00%

A resposta final teve o índice final alterado apenas para os dois primeiros itens:

drogas	92,00%
colestase_extra	80,00%
hemolítica	55,00%

9.1.2-Paciente com icterícia causada por anemia hemolítica:
O índice obtido na etapa inicial foi:

hemolítica	80,00%
cirrose	58,00%
hepatite	50,00%
colestase_intra	44,00%
colestase_extra	44,00%

A resposta final permaneceu inalterada apenas para a última enfermidade:

hemolítica	93,00%
cirrose	70,00%
hepatite	55,00%
colestase_intra	50,00%
colestase_extra	44,00%

9.2.3-Paciente com doença de Gilbert:

O índice obtido na etapa inicial foi:

Gilbert	85,00%
hemolítica	50,00%
hepatite	50,00%

A resposta final obtida após as perguntas da segunda etapa foi:

Gilbert	96,80%
hemolítica	70,00%
hepatite	55,00%

Por ter sido testado em um número reduzido de casos, ainda não se tem resultados estatísticos que sejam confiáveis.

9.2-Comentários acerca dos resultados

Pelos exemplos acima fornecidos, observa-se que o sistema atingiu índices considerados satisfatórios. Isto se deve a que os casos expostos pertencem a um domínio fechado, no qual se pode associar um determinado sintoma com um grau de pertinência maior a uma doença do que a outras. Entretanto, isto nem sempre ocorre. Há casos em que os sintomas não são característicos de uma doença apenas, mas abrangem várias, tornando mais difícil o diagnóstico.

Também, há que se considerar o fato de que certas doenças têm inúmeros sintomas, enquanto que outras têm poucos. Isto dificulta o estabelecimento de um diagnóstico no presente caso. Isto porque o sistema se baseia num sistema de formulação de perguntas; havendo um maior número de sinais de uma determinada doença, ela terá maiores condições de ser indicada pelo sistema como a causa da icterícia, mesmo que estes tenham um menor grau de possibilidade.

O número total de perguntas no sistema atual é de 74, sendo que 21 delas são formuladas na etapa inicial. Uma parcela das restantes é formulada na etapa final sendo que a escolha das mesmas é em função da ordem das doenças estabelecida inicialmente (diagnóstico inicial). Este número pode ser aumentado, conforme se deseje abranger uma quantidade maior de diagnósticos possíveis. Além disso, se for aumentado o número de perguntas, mantendo constante o número de doenças analisadas pelo sistema, a confiabilidade nos resultados tornar-se-á maior.

Conforme comentado, o aumento de perguntas tende a melhorar o desempenho do sistema. Ao mesmo tempo, isto torna a seção de consulta mais demorada e faz com que o uso do sistema se torne mais cansativo.

Um aumento no número de perguntas implica em que se tenha um aumento do número de regras e de possibilidades de escolha. Obviamente, este aumento se reflete em termos de aumento do tamanho em dois arquivos: o arquivo BASEDADO.DBA, que contém as perguntas, opções de resposta e as escolhas possíveis, e o arquivo REGRAS.DBA, que contém a listagem das regras consideradas pelo sistema para o estabelecimento das possíveis doenças quando da análise para o diagnóstico.

Um valor desta amplitude, porém, tornaria o sistema inviável, já que facilmente se esgotaria a pilha do sistema ("stack overflow"), quando da análise para fornecer os resultados. Isto ocorre, principalmente, em virtude do uso, pelo sistema, da recursividade que trabalha de forma intensa com a pilha. Eliminando-se tal característica (recursividade), haveria uma maior folga. Isto já ocorreu, reduzindo-se ao mínimo o uso da recursividade em certos pontos. Entretanto, estar-se-ia deixando de lado um dos recursos mais poderosos disponíveis, se isto fosse feito de forma completa.

Desta forma, é admissível, sem problemas graves, um aumento do número de regras do sistema, levando estas ao dobro ou ao triplo. A única alteração seria um pequeno acréscimo no tempo decorrido entre o término das perguntas e o fornecimento dos possíveis diagnósticos, aumento este dentro dos padrões de aceitabilidade para uma consulta.

O único ponto a se ressaltar quando do aumento da base de conhecimentos é que isto se faça seguindo estritamente a sintaxe fornecida no capítulo 7. Caso contrário a nova base não será aceita pelo sistema no momento de carga da mesma para sua utilização (opção Carregar Base de Conhecimentos, usada antes da opção Consulta).

10. DISCUSSOES E CONCLUSOES

O sistema tem a denominação de ICTER, a fim de associá-lo ao diagnóstico de icterícia. Ele apresenta em sua forma final, uma Base de Conhecimentos com seis predicados, que ocupa aproximadamente 17,8kbytes. Possui também um arquivo com informações gerais com 3kbytes e outro arquivo contendo as regras utilizadas na Base de Conhecimentos, com 7,3kbytes. O programa executável, contendo o mecanismo de inferência apresenta em torno de 103kbytes. Portanto, o sistema completo ocupa aproximadamente 130kbytes.

O sistema proposto foi criado seguindo as especificações inicialmente estabelecidas. O sistema ICTER foi testado inicialmente em casos hipotéticos, atingindo parcialmente as características esperadas quanto ao seu desempenho. Isto foi feito em termos de verificação das regras contidas em sua base de conhecimentos e também em termos dos coeficientes utilizados como grau de pertinência dos diversos sintomas em relação às doenças consideradas.

A partir do momento em que o sistema se apresentou válido teoricamente, passou-se a validação do mesmo com o uso de dados obtidos de pacientes, já ictericos, e que tinham sido alvo de cuidados médicos. Tal etapa teve seu desenvolvimento novamente em conjunto com o Dr. Waldomiro Dantas, que havia também fornecido os conhecimentos médicos que compõem a base de conhecimentos do sistema ICTER.

Nesta etapa, o sistema foi modificado em alguns pontos, quanto às perguntas realizadas e ao grau de pertinência das possíveis escolhas. Isto ocorreu com o intento de que os diagnósticos tivessem um desempenho mais realístico, o que ocorreu.

Desta forma, após os testes iniciais realizados, o sistema ICTER será usado em situação clínica, para que, após uma utilização mais exaustiva em situação de campo, possa-se ter condições de ampliá-lo em termos de número de diagnósticos possíveis de determinação (aumento do número de doenças que fazem parte da base de conhecimentos) e novas correções para uma maior adequação com a realidade. Pretende-se também estender o número de usuários para uma maior validade na análise do seu desempenho. Também será verificado se a sua maior utilidade dar-se-á no uso em consultório ou no ensino de alunos da área médica e residentes.

10.1. ASPECTOS POSITIVOS

Observado o comportamento do sistema até o presente momento, pode-se enumerar alguns aspectos altamente positivos de sua operação, quais sejam:

- a) O conhecimento contido no sistema pode ser facilmente alterável. Isto pode ser feito pelo próprio especialista, o qual adiciona ou altera as perguntas, possíveis respostas e os relacionamentos

entre as respostas e as doenças, seguindo a forma de trabalho do dia-a-dia. É necessário apenas que se obedeça à sintaxe citada quando da descrição da base de conhecimentos;

- b) O sistema apresentou um tempo de resposta, entre o final das questões e a indicação do diagnóstico, muito pequeno (da ordem de cinco segundos), o que permite que o mesmo seja utilizado em situações de consulta;
- c) Embora possa ser solicitado, em alguns casos, o resultado de exames laboratoriais, o usuário pode indicar tais perguntas como dados não disponíveis, o que diminui em muito o custo. O diagnóstico, entretanto, não será sensivelmente alterado. Apenas em alguns casos poderá não fazer uma diferenciação muito grande entre dois possíveis diagnósticos, mas fornecendo, ainda assim, uma indicação das possíveis causas da icterícia observada.

10.2. ASPECTOS NEGATIVOS

O sistema mostrou-se viável na prática, embora merecedor de atenção em vários aspectos:

- a) Não está prevista uma forma de correlacionar os sintomas entre si, já que existe em certos casos a interação entre os mesmos, a qual altera os resultados e pode, inclusive, fornecer respostas incorretas;
- b) Sabe-se que determinados sinais e sintomas podem causar um decréscimo na possibilidade de alguns diagnósticos. O sistema, entretanto, possui a capacidade apenas de aumentar o grau de possibilidade das doenças, não conseguindo excluir certas doenças ou diminuir a possibilidade das mesmas em presença de sintomas negativos;
- c) A presença de vários sintomas em níveis baixos pode dar a indicação de que uma determinada enfermidade esteja presente e não uma segunda doença que dispõe de poucos sintomas com graus maiores. Isto ocorre devido à escolha da fórmula que combina os diversos sintomas de uma mesma doença, e também do fato de se ter quantidades de questões diferentes para cada doença.

10.3. TRABALHOS FUTUROS

Considera-se que o sistema pode ser melhorado, em trabalhos posteriores, procurando eliminar ou minimizar os pontos nos quais se observaram imperfeições, conforme citado no item anterior. Algumas possibilidades para tanto são:

- a) Criar no sistema uma forma de incluir regras nas quais sintomas possam excluir ou diminuir a possibilidade de enfermidades [HAY 84];
- b) Estabelecer uma forma de correlacionar os sintomas. Isto pode ser feito estabelecendo um diagnóstico em várias etapas, nas quais, após a obtenção dos dados, verifica-se a relação de cada um dos sintomas com as doenças, os sintomas entre si, e finalmente, uma correlação que componha ambos os efeitos [ADL 86];
- c) Estudar o efeito de outras formas de cálculo para a composição das doenças e/ou criar mecanismos dentro do mecanismo de

inferência que estabeleça diferentes avaliações para as doenças que tem uma quantidade de perguntas muito diferente [BAP 80], [EFS 79].

E interessante, também, acompanhar o desempenho do sistema com um aumento da sua base de conhecimentos, a fim de determinar até que limite ela é viável.

APENDICE 1

BASE DE CONHECIMENTOS

A1.BASE DE CONHECIMENTOS

A1.1-Perguntas Iniciais

pergunta_inicial(1,"Qual o sexo do paciente?",[1,2,3,4])
pergunta_inicial(2,"O peso do paciente é:",[1,2,5,6,7])
pergunta_inicial(4,"Qual a idade do paciente?",[1,2,11,12,13,14])
pergunta_inicial(7,"O paciente trabalha em contato com esgotos?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(9,"A ocupação propicia fácil contato com bebidas alcoólicas?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(10,"Ele está ligado à área de saúde?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(11,"Há contato com toxicomanos?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(12,"Houve casos na família de icterícia?",[1,2,15,17,18])
pergunta_inicial(13,"Houve casos na família de hepatite por vírus?",[1,2,15,17,18])
pergunta_inicial(17,"Já foi alcoolista?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(18,"A icterícia surgiu após cirurgia do andar superior do abdômen?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(19,"A icterícia surgiu após cirurgia biliar?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(20,"Houve uma cirurgia para ressecção de tumor?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(21,"O paciente foi submetido a cirurgias com anestésicos halogenados?",[1,2,15,21,16])
pergunta_inicial(34,"As fezes são coradas?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(35,"Há colúria?",[1,2,29,30])
pergunta_inicial(38,"A icterícia está associada à anemia?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(41,"Devido a icterícia, o indivíduo está corado de cor laranja?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(56,"Palpa-se vesícula?",[1,2,15,16])
pergunta_inicial(69,"O paciente teve contato com drogas?",[1,2,15,16])

A1.2-Perguntas da segunda etapa

- pergunta(3,"Se mulher, tem quantos filhos?",[1,2,8,9,10])
 pergunta(5,"Ha história prévia de dispepsia?",[1,2,15,16])
 pergunta(6,"Ha história prévia de cólica biliar?",[1,2,15,16])
 pergunta(8,"O paciente trabalha em contato com ratos?",[1,2,15,16])
 pergunta(14,"Houve casos na família de esplenectomia?",[1,2,15,17,18])
 pergunta(15,"Houve casos na família de colecistectomia?",[1,2,15,17,18])
 pergunta(16,"Há episódios de alcoolismo?",[1,2,15,19,20])
 pergunta(22,"O paciente tomou analgésicos, anovulatórios, laxantes?",[1,2,15,22,23])
 pergunta(23,"O paciente sente dor abdominal?",[1,2,15,19,20])
 pergunta(24,"O paciente tem astenia?",[1,2,15,16])
 pergunta(25,"O paciente tem anorexia?",[1,2,15,16])
 pergunta(26,"O paciente sente náuseas?",[1,2,15,16])
 pergunta(27,"O paciente tem vômitos?",[1,2,15,16])
 pergunta(28,"O paciente tem febrícula?",[1,2,15,16])
 pergunta(29,"Existe febre elevada, com ou sem calafrios?",[1,2,15,16])
 pergunta(30,"Se fumante, houve desinteresse pelo cigarro?",[1,2,15,16])
 pergunta(31,"Existe dor lombar?",[1,2,15,24,25,26])
 pergunta(32,"Houve emagrecimento rápido e acentuado, sem anemia?",[1,2,15,16])
 pergunta(33,"Há prurido?",[1,2,15,27,28])
 pergunta(36,"Há acolia fecal?",[1,2,15,16])
 pergunta(37,"O paciente é intensamente icterico, com poucos ou nenhum sintoma?",[1,2,15,16])
 pergunta(39,"Devido a ictericia, o individuo está corado de amarelo suave?",[1,2,15,16])
 pergunta(40,"Devido a ictericia, o individuo está corado de tonalidade esverdeada?",[1,2,15,16])
 pergunta(42,"O paciente apresenta equimoses, petéquias ou hematomas?",[1,2,15,16])
 pergunta(43,"Observam-se xantomias?",[1,2,15,16])
 pergunta(44,"Observa-se pigmentação melaninica?",[1,2,15,16])

- pergunta(45, "Ocorrem alterações de implantação de pelos?", [1,2,15,16])
- pergunta(46, "Existem nevos aracneiformes?", [1,2,15,16])
- pergunta(47, "Apresenta ginecomastia (ou atrofia mamária)?", [1,2,15,16])
- pergunta(48, "Há contratura da aponeurose palmar média?", [1,2,15,16])
- pergunta(49, "Ocorre hipertrofia das parótidas?", [1,2,15,16])
- pergunta(50, "Existe atrofia testicular?", [1,2,15,16])
- pergunta(51, "Há eritema palmar?", [1,2,15,16])
- pergunta(52, "O paciente tem úlcera crônica de perna?", [1,2,15,16])
- pergunta(53, "Há pigmentação cutânea nas pernas?", [1,2,15,16])
- pergunta(54, "Há circulação colateral em parede abdominal?", [1,2,15,16])
- pergunta(55, "O paciente tem esplenomegalia?", [1,2,15,16])
- pergunta(57, "Verifica-se presença de asterixis?", [1,2,15,16])
- pergunta(58, "Há hálito hepático?", [1,2,15,16])
- pergunta(59, "Qual o resultado do exame de bilirrubinas?", [1,2,5,6,7])
- pergunta(60, "Qual o resultado do exame de fosfatase alcalina?", [1,2,38,39])
- pergunta(61, "Qual o resultado do exame de 5-nucleotidase?", [1,2,5,6,7])
- pergunta(62, "Qual o resultado do exame de gamaglutamiltranspeptidase?", [1,2,40,41])
- pergunta(63, "Elevou-se a atividade protrombínica com vitamina K1?", [1,2,15,16])
- pergunta(64, "Qual o resultado do exame de transaminases?", [1,2,5,6,31,32])
- pergunta(65, "Qual o resultado do exame de gamaglobulina?", [1,2,5,6,7])
- pergunta(66, "Qual o resultado do exame de albuminas séricas?", [1,2,33,34])
- pergunta(67, "Qual o resultado do teste de corticóide?", [1,2,33,34,35])
- pergunta(68, "Qual o resultado da ultrasonografia do fígado?", [1,2,42,43])
- pergunta(70, "Qual o resultado do exame da pesquisa do antígeno Austrália?", [1,2,36,37])
- pergunta(71, "Qual o resultado da pesquisa do anticorpo anti VHA classe IgM?", [1,2,36,37])
- pergunta(72, "Qual o resultado da dosagem da bilirrubina indireta após o teste de privação calórica?", [1,2,34,35])
- pergunta(73, "O paciente apresenta escoriações?", [1,2,15,27,28])

A1.3-Respostas Possíveis

opção_de_resposta(1,"Por quê?")
opção_de_resposta(2,"Dado nao disponível")
opção_de_resposta(3,"Masculino")
opção_de_resposta(4,"Feminino")
opção_de_resposta(5,"Abaixo do normal")
opção_de_resposta(6,"Normal")
opção_de_resposta(7,"Acima do normal")
opção_de_resposta(8,"Nenhum")
opção_de_resposta(9,"Um")
opção_de_resposta(10,"Vários")
opção_de_resposta(11,"De 0 a 20 anos")
opção_de_resposta(12,"De 20 a 40 anos")
opção_de_resposta(13,"De 40 a 60 anos")
opção_de_resposta(14,"Acima de 60 anos")
opção_de_resposta(15,"Não")
opção_de_resposta(16,"Sim")
opção_de_resposta(17,"Um")
opção_de_resposta(18,"Vários")
opção_de_resposta(19,"Um pouco")
opção_de_resposta(20,"Bastante")
opção_de_resposta(21,"Sim, sem halotane")
opção_de_resposta(22,"Sim, por pouco tempo")
opção_de_resposta(23,"Sim, por bastante tempo")
opção_de_resposta(24,"Fraca")
opção_de_resposta(25,"Moderada")
opção_de_resposta(26,"Forte")
opção_de_resposta(27,"Sim, mas de forma leve e transitória")
opção_de_resposta(28,"Bastante")
opção_de_resposta(29,"Não")
opção_de_resposta(30,"Sim")
opção_de_resposta(31,"Ligeiramente alterada")
opção_de_resposta(32,"Muito elevada")
opção_de_resposta(33,"Diminuição")
opção_de_resposta(34,"Constante")
opção_de_resposta(35,"Aumento")
opção_de_resposta(36,"Positivo")
opção_de_resposta(37,"Negativo")
opção_de_resposta(38,"Menos de 4 vezes o normal")
opção_de_resposta(39,"Mais de 4 vezes o normal")
opção_de_resposta(40,"Menos de 10 vezes o normal")
opção_de_resposta(41,"Mais de 10 vezes o normal")
opção_de_resposta(42,"Dilatação das vias biliares")
opção_de_resposta(43,"Ausência de dilatação das vias biliares")

A1.4-Doenças analisadas

doença("hepatite")
doença("colestase_intra")
doença("colestase_extra")
doença("cirrose")
doença("Gilbert")
doença("drogas")
doença("hemolitica")
doença("tumor_figado")

A1.5-Graus de pertinência das escolhas possíveis

escolha(1,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(2,3,"colestase_extra",0.2)
escolha(3,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(3,3,"colestase_extra",0.2)
escolha(4,1,"hepatite",0.5)
escolha(4,2,"hepatite",0.1)
escolha(4,3,"colestase_extra",0.2)
escolha(4,4,"colestase_extra",0.35)
escolha(5,2,"colestase_extra",0.2)
escolha(6,2,"colestase_extra",0.2)
escolha(7,2,"Gilbert",0.2)
escolha(8,2,"Gilbert",0.2)
escolha(9,2,"cirrose",0.3)
escolha(10,2,"hepatite",0.2)
escolha(11,2,"hepatite",0.2)
escolha(12,2,"hemolitica",0.1)
escolha(12,3,"hemolitica",0.4)
escolha(13,2,"hemolitica",0.1)
escolha(13,3,"hemolitica",0.4)
escolha(14,2,"hepatite",0.1)
escolha(14,3,"hepatite",0.4)
escolha(15,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(15,3,"colestase_extra",0.4)
escolha(16,2,"hepatite",0.1)
escolha(16,2,"cirrose",0.1)
escolha(16,3,"hepatite",0.3)
escolha(16,3,"cirrose",0.3)
escolha(17,2,"hepatite",0.1)
escolha(17,2,"cirrose",0.1)
escolha(17,3,"hepatite",0.3)
escolha(17,3,"cirrose",0.3)
escolha(18,2,"colestase_extra",0.6)
escolha(19,2,"colestase_extra",0.5)
escolha(20,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(21,2,"drogas",0.3)
escolha(21,3,"drogas",0.6)
escolha(22,2,"drogas",0.3)
escolha(22,3,"drogas",0.6)
escolha(23,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(23,2,"colestase_intra",0.1)
escolha(23,3,"colestase_extra",0.4)

escolha(23,3,"colestase_intra",0.4)
escolha(24,2,"hepatite",0.4)
escolha(25,2,"hepatite",0.4)
escolha(26,2,"hepatite",0.4)
escolha(27,2,"hepatite",0.4)
escolha(28,2,"hepatite",0.4)
escolha(29,2,"colestase_extra",0.2)
escolha(30,2,"hepatite",0.6)
escolha(31,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(31,3,"colestase_extra",0.3)
escolha(32,2,"colestase_extra",0.3)
escolha(33,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(33,2,"colestase_intra",0.1)
escolha(33,2,"hepatite",0.3)
escolha(33,3,"colestase_extra",0.3)
escolha(33,3,"colestase_intra",0.3)
escolha(34,1,"colestase_intra",0.3)
escolha(34,1,"colestase_extra",0.3)
escolha(34,2,"hemolitica",0.3)
escolha(35,1,"hemolitica",0.5)
escolha(35,2,"colestase_extra",0.3)
escolha(35,2,"colestase_intra",0.3)
escolha(36,1,"hemolitica",0.3)
escolha(36,2,"colestase_extra",0.3)
escolha(36,2,"colestase_intra",0.3)
escolha(37,2,"colestase_extra",0.3)
escolha(37,2,"Gilbert",0.5)
escolha(38,2,"hemolitica",0.6)
escolha(38,2,"colestase_extra",0.2)
escolha(38,2,"cirrose",0.4)
escolha(39,2,"hemolitica",0.5)
escolha(40,2,"colestase_extra",0.4)
escolha(40,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(41,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(41,2,"tumor_figado",0.4)
escolha(42,2,"colestase_extra",0.2)
escolha(42,2,"colestase_intra",0.2)
escolha(42,2,"cirrose",0.2)
escolha(43,2,"colestase_extra",0.2)
escolha(43,2,"colestase_intra",0.2)
escolha(44,2,"cirrose",0.2)
escolha(45,2,"cirrose",0.2)
escolha(46,2,"cirrose",0.2)

escolha(47,2,"cirrose",0.2)
escolha(48,2,"cirrose",0.2)
escolha(49,2,"cirrose",0.2)
escolha(50,2,"cirrose",0.2)
escolha(51,2,"cirrose",0.2)
escolha(52,2,"hemolitica",0.2)
escolha(53,2,"hemolitica",0.2)
escolha(54,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(55,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(56,2,"colestase_extra",0.9)
escolha(57,2,"colestase_intra",0.5)
escolha(58,2,"colestase_intra",0.5)
escolha(59,3,"hemolitica",0.4)
escolha(60,2,"colestase_extra",0.4)
escolha(60,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(61,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(61,2,"colestase_intra",0.1)
escolha(61,3,"colestase_extra",0.4)
escolha(61,3,"colestase_intra",0.4)
escolha(62,2,"colestase_extra",0.4)
escolha(62,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(63,2,"colestase_intra",0.4)
escolha(64,1,"colestase_extra",0.1)
escolha(64,3,"cirrose",0.4)
escolha(64,4,"hepatite",0.4)
escolha(64,4,"drogas",0.4)
escolha(65,3,"cirrose",0.4)
escolha(65,3,"hepatite",0.4)
escolha(66,1,"cirrose",0.4)
escolha(66,1,"hepatite",0.4)
escolha(67,1,"colestase_intra",0.4)
escolha(67,3,"colestase_extra",0.2)
escolha(68,1,"hepatite",0.4)
escolha(68,1,"cirrose",0.4)
escolha(69,2,"drogas",0.5)
escolha(70,1,"hepatite",0.8)
escolha(71,1,"hepatite",0.8)
escolha(72,2,"Gilbert",0.8)
escolha(73,2,"colestase_extra",0.1)
escolha(73,2,"colestase_intra",0.1)
escolha(73,2,"hepatite",0.3)
escolha(73,3,"colestase_extra",0.3)
escolha(73,3,"colestase_intra",0.3)

Al.6-Regras utilizadas na avaliação das questões

- regra(1,"A coledocolitíase é mais frequente em mulheres.")
 regra(2,"A coledocolitíase é mais frequente em pessoas obesas.")
 regra(3,"Mulheres multiparas tem maior tendência de coledocolitíase.")
 regra(4,"Pessoas de meia-idade tem maior tendência a coledocolitíase.Nos velhos as neoplasias predominam.A causa mais comum de icterícia em crianças e adultos jovens é a hepatite.Uma das doenças que predominam em idosos é a coledocolitíase.")
 regra(5,"História prévia de dispepsia pode indicar coledocolitíase.")
 regra(6,"História prévia de cólica biliar pode indicar coledocolitíase.")
 regra(7,"Quando se trabalha em esgotos, há uma tendência para se adquirir a leptospirose.")
 regra(8,"Se o paciente trabalha em contato com ratos, há condições de leptospirose.")
 regra(9,"Se a ocupação propicia fácil acesso a bebidas, então há tendências de cirrose.")
 regra(10,"Quando o paciente está ligado à área de saúde, há possibilidade de ter hepatite por vírus.")
 regra(11,"Pessoas que convivem com toxicômanos estão expostos ao vírus da hepatite B.")
 regra(12,"História familiar de icterícia é útil para o diagnóstico de anemia hemolítica.")
 regra(13,"História familiar de hepatite por vírus é útil para o diagnóstico de eritropoese ineficaz.")
 regra(14,"História familiar de esplenectomia é útil para o diagnóstico de hepatite.")
 regra(15,"História familiar de colecistectomia é útil para o diagnóstico de coledocolitíase.")
 regra(16,"Passado de alcoolismo é compatível com hepatite alcoólica.")
 regra(17,"O alcoolismo está ligado à cirrose hepática.")
 regra(18,"Icterícia após cirurgia do andar superior do abdômen pode ser consequência de pancreatite pós-operatória.")
 regra(19,"Icterícia depois de cirurgia biliar pode corresponder a cálculo residual ou a lesão acidental do calêdoco.")
 regra(20,"Icterícia após ressecção de tumor pode significar metástase hepática.")
 regra(21,"Repetidas anestésias com halotane ocasionam icterícia por hipersensibilidade numa proporção de 1:10000.")
 regra(22,"Certos medicamentos tomados durante longo tempo podem ocasionar icterícia.")
 regra(23,"Dor abdominal intensa é compatível com colecistite, coledocolitíase e pancreatite.")
 regra(24,"Astenia ocorre com grande frequência na hepatite por vírus.")

- regra(25, "Anorexia ocorre com grande frequência na hepatite por vírus.")
- regra(26, "Náuseas ocorrem com grande frequência na hepatite por vírus.")
- regra(27, "Vômitos ocorrem com grande frequência na hepatite por vírus.")
- regra(28, "Febrícula ocorre com grande frequência na hepatite por vírus.")
- regra(29, "Febre elevada é comum na coledocolitíase.")
- regra(30, "Desinteresse pelo hábito de fumar é mais encontrado em hepatite por vírus.")
- regra(31, "Dor lombar de intensidade moderada pode indicar carcinoma do pâncreas.")
- regra(32, "Emagrecimento rápido e acentuado, sem anemia, indica neoplasia.")
- regra(33, "Prurido pode ser encontrado de forma leve e transitória na hepatite por vírus.")
- regra(34, "Nas ictericias hemolíticas as fezes se apresentam hiperconcoradas.")
- regra(35, "Colúria precede de alguns dias as ictericias hepatocelulares e colestáticas. Não costuma haver colúria nas ictericias hemolíticas.")
- regra(36, "Acolia precede de alguns dias as ictericias hepatocelulares e colestáticas.")
- regra(37, "Paciente intensamente icterico é mais provavelmente portador de colestase extra-hepática.")
- regra(38, "Anemia e ictericia estão obrigatoriamente associadas na hemólise. Podem significar também neoplasia maligna ou cirrose.")
- regra(39, "As ictericias hemolíticas coram o individuo de amarelo suave (ictericia flavínica).")
- regra(40, "As ictericias obstrutivas conferem tonalidade esverdeada (ictericia verdínica).")
- regra(41, "As ictericias decorrentes de lesão hepatocelular difusa produzem cor laranja (ictericia rubínica).")
- regra(42, "Equimoses, petéquias e hematomas indicam deficiência de plaquetas ou hipoprotrombinemia.")
- regra(43, "Xantomas são vistos em colestases crônicas.")
- regra(44, "Pigmentação melanínica é vista em colestases crônicas.")
- regra(45, "Alterações na implantação de pelos é sinal físico que raramente falta nos cirróticos.")
- regra(46, "Nevos aracneiformes são sinais físicos que raramente faltam nos cirróticos.")
- regra(47, "Ginecomastia (ou atrofia mamária nas mulheres) é sinal indicativo de cirrose.")
- regra(48, "Contratura da aponeurose palmar média indica cirrose.")

- regra(49,"Hipertrofia das parótidas é sinal físico que raramente falta nos cirróticos.")
- regra(50,"Atrofia testicular raramente falta em cirróticos.")
- regra(51,"Eritema palmar é sinal físico que raramente falta nos cirróticos.")
- regra(52,"Úlcera crônica pode estar relacionada a icterícia hemolítica.")
- regra(53,"Pigmentação cutânea em pernas pode estar relacionada com icterícia hemolítica.")
- regra(54,"Sinais de hipertensão portal estão quase sempre associados em portadores de hepatopatia crônica.")
- regra(55,"Esplenomegalia está quase sempre associada em portadores de hepatopatia crônica.")
- regra(56,"A palpação de vesícula é patognomônica de colestase extra-hepática.")
- regra(57,"Presença de asterixis confirma a natureza hepatocelular da icterícia.")
- regra(58,"Hálito hepático confirma a natureza hepatocelular da icterícia.")
- regra(59,"O exame de bilirrubinas serve para distinguir as icterícias antes da ou na conjugação das demais.")
- regra(60,"A fosfatase alcalina está sempre elevada nas colestases.")
- regra(61,"5-Nucleotidase tem resultado sempre elevado nas colestases.")
- regra(62,"Nas colestases sempre está elevada a gamaglutamiltranspeptidase.")
- regra(63,"Com administração de vitamina K1, a atividade não se modifica ou se eleva parcialmente nas lesões hepatocelulares.")
- regra(64,"As transaminases estão muito elevadas na necrose aguda, mas ligeiramente alteradas na cirrose.")
- regra(65,"O aumento da gamaglobulina é encontrado nas doenças hepáticas crônicas.")
- regra(66,"A diminuição das albuminas séricas é encontrada nas doenças hepáticas crônicas, e torna a colestase intra-hepática muito provável.")
- regra(67,"O teste de corticóide revela as colestases.")
- regra(68,"A ultrasonografia do fígado pode ser usado para a confirmação de neoplasia.")
- regra(69,"As drogas competem com a bilirrubina na excreção extra-hepática e podem inibir as proteínas X e Y, causando a icterícia.")
- regra(70,"A presença do antígeno Austrália faz a indicação de hepatite.")
- regra(71,"Este teste demonstra a presença da hepatite.")
- regra(72,"O aumento da dosagem de bilirrubina indireta após o teste de privação calórica indica a doença de Gilbert.")
- regra(73,"Escoriações são os sinais físicos do prurido.")

APENDICE 2

PROGRAMA PRINCIPAL

A2.PROGRAMA FONTE

```
/* Tamanho da área de código */
```

```
CODE=2000
```

```
/* Domínios dos predicados */
```

```
DOMAINS
```

```
TECLA = cr ; esc ; break ; tab ; btab ; del ; bdel ; ins ;
        end ; home ; ffast(INTEGER) ; up ; down ; left ; right ;
        tegn(CHAR) ; otherspec
```

```
LISTA_STRING = STRING*
```

```
LISTA_INTEIROS = INTEGER*
```

```
DATA_FILE = STRING
```

```
file = save_file
```

```
/* Base de dados dinâmica */
```

```
DATABASE
```

```
regra(INTEGER, STRING)
```

```
doença(STRING)
```

```
doença_grau(STRING, REAL)
```

```
escolha(INTEGER, INTEGER, STRING, REAL)
```

```
grau_doença(STRING, REAL)
```

```
já_analisado(STRING, REAL)
```

```
opção_de_resposta(INTEGER, STRING)
```

```
pergunta_inicial(INTEGER, STRING, LISTA_INTEIROS)
```

```
pergunta(INTEGER, STRING, LISTA_INTEIROS)
```

```
inquirido(INTEGER, INTEGER)
```

/* Predicados utilizados no sistema */

PREDICATES

```

sistesp
teste (CHAR)
apagar_tudo
apagar1
apagar2
apagar3
apagar4
apagar5
apagar6
apagar7
apagar8
apagar9
apagar10
tempo (STRING, REAL)
temporario (STRING, REAL)
inicializar1
ajustar
aprofunda_analise (STRING)
aprofunda_analisesel (INTEGER)
ordem
inicializar
limpar
ordenação (STRING, REAL)
retorna
indicação
apresentação
análise
obter_escolha (INTEGER)
listar_opções (INTEGER, LISTA_STRING)
solicitar_dado (LISTA_STRING, INTEGER)
menu (INTEGER, INTEGER, LISTA_STRING, INTEGER)
ler_tecla (TECLA)
ler_tecla1 (TECLA, CHAR, INTEGER)
ler_tecla2 (TECLA, INTEGER)
comp_max (LISTA_STRING, INTEGER, INTEGER)
comp_lista (LISTA_STRING, INTEGER)
escrever_lista (INTEGER, INTEGER, LISTA_STRING)
menu1 (INTEGER, INTEGER, INTEGER, INTEGER)
menu2 (INTEGER, INTEGER, INTEGER, INTEGER, TECLA)
ajustar_janela (INTEGER, INTEGER, INTEGER, INTEGER, INTEGER, INTEGER, INTEGER)
novo_dado (INTEGER)
save_s (CHAR, STRING)
unir (LISTA_STRING, STRING, LISTA_STRING)
avaliar_escolha (INTEGER, INTEGER, LISTA_STRING, INTEGER)
obter_respostas (LISTA_INTEIROS, LISTA_STRING, LISTA_STRING,
                 INTEGER, INTEGER)

posição
etapa_inicial
mostrar_regra (INTEGER, STRING)
listar (LISTA_INTEIROS, STRING)
tela_inicial

```

```

menu_principal
repita
processo(INTEGER)
informações_gerais
shell
carregar_bco
editar_bco
listar_bco
consulta

```

```
/* Objetivo do sistema */
```

```
GOAL
    sistesp.
```

```
/* Cláusulas que compõe o sistema */
```

```
CLAUSES
```

```
/* Cláusulas gerais */
```

```
sistesp:-
    tela_inicial,
    menu_principal.
```

```
/* Cláusula de repetição */
```

```
repita.
repita:-
    repita.
```

```
/* Tela de apresentação do sistema */
```

```
tela_inicial:-
    clearwindow,
    makewindow(1,7,7,"",0,0,25,80),
    cursor(3,27),
    write("SISTEMA ESPECIALISTA PARA"),
    cursor(8,25),
    write("AUXILIO AO DIAGNOSTICO MEDICO"),
    cursor(13,28),
    write("AREA: Gastroenterologia"),
    cursor(18,28),
    write("ESPECIALIDADE: Ictericia"),
    cursor(22,18),
    write("Pressione a barra de espaços para continuar."),
    readchar(_),
    removewindow.
```

```

/* Apresentação do menu principal com as opções */

menu_principal:-
    repita,
    makewindow(2,7,7,"",22,0,3,80),
    cursor(0,14),
    write("Use as setas para movimentação e ENTER para escolher"),
    makewindow(3,7,7,"MENU PRINCIPAL",0,0,22,80),
    menu(5,25,["Informações Gerais","DOS Shell"," ",
               "Carregar Base de Conhecimentos","Consulta"," ",
               "Listar Base de Conhecimentos"," ",
               "Fim de Uso"," ","Editar Conhecimento"],
        ESCOLHA),
    processo(ESCOLHA),
    ESCOLHA=9,
    !,
    removewindow,
    removewindow.

/* Determinação da opção do usuário */

processo(1):-
    informações_gerais.

processo(2):-
    shell.

processo(3).

processo(4):-
    carregar_bco.

processo(5):-
    consulta.

processo(6).

processo(7):-
    listar_bco.

processo(8).

processo(9):-
    write(">> Tem certeza? (S/N)"),
    readchar(S),
    teste(s).

processo(10).

processo(11):-
    editar_bco,
    !.

```



```

/* Verificação da resposta */
teste(S):-
    S='s'.
teste(S):-
    S='S'.

/* Leitura do teclado */
ler_tecla(TECLA):-
    readchar(T),
    char_int(T,VAL),
    ler_teclal(TECLA,T,VAL).

ler_teclal(TECLA,_,0):-
    !,
    readchar(T),
    char_int(T,VAL),
    ler_tecla2(TECLA,VAL).
ler_teclal(cr,_,13):-
    !.
ler_teclal(esc,_,27):-
    !.
ler_teclal(break,_,3):-
    !.
ler_teclal(tab,_,0):-
    !.
ler_teclal(bdel,_,8):-
    !.
ler_teclal(tegn(T),T,_).

ler_tecla2(btab,15):-
    !.
ler_tecla2(del,83):-
    !.
ler_tecla2(ins,82):-
    !.
ler_tecla2(up,72):-
    !.
ler_tecla2(down,80):-
    !.
ler_tecla2(left,75):-
    !.
ler_tecla2(right,77):-
    !.
ler_tecla2(home,71):-
    !.
ler_tecla2(end,79):-
    !.
ler_tecla2(ftast(N),VAL):-
    VAL>58,
    VAL<70,
    N=VAL-58,
    !.
ler_tecla2(otherspec,_).

```

```
/* Cláusulas auxiliares para a formação do menu */
```

```
menu(LI, COL, LIST, ESCOLHA) :-
    comp_max(LIST, 0, Strln),
    comp_lista(LIST, Lstlngh),
    Lstlngh > 0,
    !,
    Strlngh = Strln + 2,
    HH1 = Lstlngh + 2,
    HH2 = Strlngh + 2,
    ajustar_janela(LI, COL, HH1, HH2, ALI, ACOL),
    makewindow(4, 7, 7, "", ALI, ACOL, HH1, HH2),
    HH3 = Strlngh,
    escrever_lista(0, HH3, LIST),
    cursor(0, 0),
    menu(0, Lstlngh, Strlngh, CH),
    ESCOLHA = 1 + CH,
    removewindow.
menu(_, _, _, 255).
```

```
comp_max([H|T], MAX, MAX1) :-
    str_len(H, LANGDE),
    LANGDE > MAX,
    !,
    comp_max(T, LANGDE, MAX1).
comp_max([_ | T], MAX, MAX1) :-
    comp_max(T, MAX, MAX1).
comp_max([], LEN, LEN).
```

```
comp_lista([], 0).
comp_lista([_ | T], N) :-
    comp_lista(T, X),
    N = X + 1.
```

```
escrever_lista(_, _, []).
escrever_lista(LI, Strlngh, [H|T]) :-
    field_str(LI, 0, Strlngh, H),
    LI1 = LI + 1,
    escrever_lista(LI1, Strlngh, T).
```

```
menu(LI, MAXLI, Strlngh, ESCOLHA) :-
    field_attr(LI, 0, Strlngh, 112),
    cursor(LI, 0),
    ler_tecla(TECLA),
    menu2(LI, MAXLI, Strlngh, ESCOLHA, TECLA).
```

```
menu2(_, _, _, -1, esc) :-
    !.
menu2(LI, _, _, LI, ftast(10)) :-
    !.
menu2(LI, _, _, LI, cr) :-
    !.
```

```

menu2(LI,MAXLI,Strlngh,ESCOLHA,up):-
    LI>0,
    !,
    field_attr(LI,0,Strlngh,7),
    LI1=LI-1,
    menu1(LI1,MAXLI,Strlngh,ESCOLHA).
menu2(LI,MAXLI,Strlngh,ESCOLHA,down):-
    LI<MAXLI-1,
    !,
    field_attr(LI,0,Strlngh,7),
    LI1=LI+1,
    menu1(LI1,MAXLI,Strlngh,ESCOLHA).
menu2(LI,MAXLI,Strlngh,ESCOLHA,_):-
    menu1(LI,MAXLI,Strlngh,ESCOLHA).

ajustar_janela(LI,COL,DLI,DCOL,LI,COL):-
    LI<25-DLI,
    COL<80-DCOL,
    !.
ajustar_janela(LI,_,DLI,DCOL,LI,ACOL):-
    LI<25-DLI,
    !,
    ACOL=80-DCOL.
ajustar_janela(_,COL,DLI,DCOL,ALI,COL):-
    COL<80-DCOL,
    !,
    ALI=25-DLI.
ajustar_janela(_,_,DLI,DCOL,ALI,ACOL):-
    ALI=25-DLI,
    ACOL=80-DCOL.

/* Opção "Informações gerais" do menu principal */
informações_gerais:-
    makewindow(5,7,7,"INFORMAÇÕES GERAIS",0,0,24,80),
    file_str("INFORMAC.OES",INFORMAÇÕES),
    display(INFORMAÇÕES),
    removewindow,
    removewindow,
    !.
informações_gerais:-
    write(">> O arquivo INFORMAC.OES não está no "),
    write("diretório atual."),
    write("\nPressione a barra de espaços."),
    readchar(_),
    removewindow,
    removewindow.

/* Opção "Shell" do menu principal */
shell:-
    system(""),
    !.

```

```

shell:-
    makewindow(6,7,7,"",22,0,3,80),
    write(">> Diretório atual sem o DOS.Pressione a barra de "),
    write("espaço."),
    readchar(_),
    removewindow.

/* Opção "Carregar_bco" do menu principal */

carregar_bco:-
    makewindow(7,7,7,"CARREGAR BASE DE CONHECIMENTOS",0,0,25,80),
    write(">> Vou carregar a Base de Conhecimentos.\n\n"),
    write("\nAguarde alguns instantes, por favor."),
    consult("BASEDADO.DBA"),
    write("\n\n>> Base de Conhecimentos carregada.\n\n"),
    write("Pressione a barra de espaços."),
    readchar(_),
    !,
    removewindow.

carregar_bco:-
    write(">> Base de Conhecimentos não está no diretório atual."),
    write("\n\nBase de Conhecimentos não carregada."),
    write("\n\nPressione a barra de espaços."),
    readchar(_),
    removewindow.

/* Opção "Listar_bco" do menu principal */

listar_bco:-
    makewindow(8,7,7,"LISTAGEM DA BASE DE CONHECIMENTOS",0,0,24,80),
    consult("REGRAS.DBA"),
    findall(RNO,regra(RNO,_),LISTA),
    listar(Lista,Str),
    !,
    display(Str),
    !,
    removewindow.

listar_bco:-
    write(">> Arquivo REGRAS.DBA não está no diretório atual.\n"),
    write("\n Pressione a barra de espaço."),
    readchar(_),
    removewindow.

listar([], ""):-
    !.

listar([RNO|Lista],Str):-
    listar(Lista,Antigostr),
    mostrar_regra(RNO,RNO_Str),
    concat(RNO_Str,Antigostr,Str).

```

```

mostrar_regra(RNO,Strg):-
    regra(RNO,CONDIC),
    str_int(RNO_str,RNO),
    concat("\nRegra ",RNO_str,Parte),
    concat(Parte,": ",Partel),
    concat(Partel,CONDIC,Strg).

/* Opção "Editar_bco" do menu principal */

editar_bco:-
    makewindow(9,7,7,"EDITAR BASE DE CONHECIMENTOS",0,0,24,80),
    file_str("BASEDADO.DBA",Base),
    edit(Base,Novabase),
    clearwindow,
    write("Salvar a nova Base de Conhecimentos? (s ou n)"),
    readchar(R),
    save_s(R,Novabase).
editar_bco:-
    write(">> O arquivo BASEDADO.DBA não está no diretório atual."),
    write("\n\n\nAperte a barra de espaços."),
    readchar(_),
    removewindow.

save_s('s',D):-
    openwrite(save_file,"BASEDADO.DBA"),
    writedevic(save_file),
    write(D),
    closefile(save_file).
save_s('n',_).

/* Opção "Consulta" do menu principal */

consulta:-
    makewindow(10,7,7,"CONSULTA",0,0,25,80),
    etapa_inicial,
    clearwindow,
    inicializar,
    ajustar,
    shiftwindow(10),
    inicializar1,
    A=0,
    aprofunda_analises(A),
    ajustar,
    apagar_tudo,
    !.

/* Formulação inicial das perguntas */

etapa_inicial:-
    retract(pergunta_inicial(Número,Pergunta,Respostas)),
    posição,
    write(">> ",Pergunta),
    A=0,
    obter_respostas(Respostas,_,Respostas1,A,B),
    solicitar_dado(Respostas1,Escolha),

```

```

    avaliar_escolha(Escolha,Número,Respostas1,B),
    not(pergunta_inicial(_,_,_)).
etapa_inicial.

/* Limpeza da tela */

posição:-
    clearwindow,
    cursor(5,2).

/* Determinação da escolha em cada pergunta formulada */

avaliar_escolha(Escolha,Número,_,B):-
    Escolha>2,
    B>=Escolha,
    X=Escolha-2,
    assertz(inquirido(Número,X)),
    !.
avaliar_escolha(Escolha,_,_,_-):-
    Escolha=2,
    !.
avaliar_escolha(Escolha,Número,Respostas1,B):-
    Escolha=1,
    makewindow(11,7,7,"EXPLICAÇÃO DE REGRA",0,0,25,80),
    regra(Número,Texto),
    cursor(4,8),
    write(">> Regra ",Número),
    nl,
    nl,
    write(Texto),
    cursor(22,4),
    write("Aperte a barra de espaços"),
    readchar(_),
    removewindow,
    novo_dado(Escolha1),
    avaliar_escolha(Escolha1,Número,Respostas1,B).
avaliar_escolha(_,Número,Respostas1,A):-
    novo_dado(Escolha1),
    avaliar_escolha(Escolha1,Número,Respostas1,A).

/* Obtenção do conjunto de possíveis respostas a cada questão */

obter_respostas([],A,B,C,D):-
    B=A,
    D=C,
    !.
obter_respostas([X|Y],RespostasA,Respostas1,C,D):-
    E=C+1,
    opção_de_resposta(X,Item),
    !,
    unir(RespostasA,Item,A),
    obter_respostas(Y,A,Respostas1,E,D).

unir([],Lista,[Lista]):-
    !.

```

```

unir([X|Lista1],Lista2,[X|Lista3]):-
    unir(Lista1,Lista2,Lista3).

solicitar_dado(Respostas,Escolha):-
    cursor(X,_),
    X1=X+2,
    cursor(X1,0),
    A=0,
    listar_opções(A,Respostas),
    obter_escolha(Escolha),
    !.

listar_opções(A,R):-
    R=[X|Y],
    B=A+1,
    write(B,"-",X),
    nl,
    listar_opções(B,Y).
listar_opções(_,_).

/* Obtenção da resposta */

obter_escolha(A):-
    nl,
    nl,
    write("De o número da resposta: "),
    readint(A).

novo_dado(A):-
    cursor(22,0),
    write("Escolha = "),
    readint(A).

/* Determinação do grau de pertinência das doenças */

análise:-
    inquirido(Número,Escolha),
    retract(escolha(Número,Escolha,Doença,Graul)),
    temporário(Doença,Grau2),
    Grau=Graul+Grau2-Graul*Grau2,
    assertz(doença_grau(Doença,Grau)),
    fail.
análise.

temporário(Doença,Grau):-
    retract(doença_grau(Doença,Grau)),
    !.

/* Colocação em ordem decrescente dos graus de pertinência */

ordem:-
    retract(doença_grau(Doença,Grau)),
    ordenação(Doença,Grau).

```

```

ordenação(Doença,Grau):-
    tempo(Doençal,Graul),
    Grau>=Graul,
    assertz(já_analisado(Doençal,Graul)),
    retract(doença_grau(Doençal,Graul)),
    ordenação(Doença,Grau).
ordenação(Doença,Grau):-
    retract(doença_grau(Doençal,Graul)),
    asserta(já_analisado(Doença,Grau)),
    ordenação(Doençal,Graul).
ordenação(Doença,Grau):-
    assertz(grau_doença(Doença,Grau)),
    retorna,
    retract(doença_grau(Doençal,Graul)),
    ordenação(Doençal,Graul).
ordenação(_,_).

tempo(Doença,Grau):-
    doença_grau(Doença,Grau),
    !.

retorna:-
    retract(já_analisado(Doença,Grau)),
    asserta(doença_grau(Doença,Grau)),
    fail.
retorna.

/* Indicação das doenças com o seu grau de pertinência associado */
indicação:-
    makewindow(12,7,7,"ORDEM DE APRESENTAÇÃO DAS DOENÇAS",0,0,25,80),
    cursor(2,0),
    write(">> A ordem de apresentação das doenças e:"),
    nl,
    nl,
    write("Indicação de com possibilidade de"),
    nl,
    nl,
    apresentação.
apresentação:-
    grau_doença(Doença,Grau),
    Graul=Grau*100,
    writef("%-28%3.2",Doença,Graul),
    write("%"),
    nl,
    nl,
    fail.
apresentação:-
    cursor(22,2),
    write("Pressione a barra de espaços."),
    readchar(_).

```



```

/* Cláusulas de trabalho nos dados */

ajustar:-
    análise,
    limpar,
    ordem,
    indicação.

limpar:-
    retract(inquirido(_,_)),
    fail.
limpar.

inicializar:-
    doença(Doença),
    assertz(doença_grau(Doença,0)),
    fail.
inicializar.

inicializar1:-
    retract(grau_doença(Doença,Grau)),
    assertz(doença_grau(Doença,Grau)),
    fail.
inicializar1.

/* Formulação de perguntas dirigidas à confirmação */

aprofunda_análise1(A):-
    A<>3,
    doença_grau(Doença,_),
    aprofunda_análise(Doença),
    B=A+1,
    aprofunda_análise1(B),
    !.
aprofunda_análise1(_):-
    !.

aprofunda_análise(Doença):-
    escolha(Número,_,Doença,_),
    retract(pergunta(Número,Pergunta,Respostas)),
    posição,
    write(">> ",Pergunta),
    A=0,
    obter_respostas(Respostas,_,Respostas1,A,B),
    solicitar_dado(Respostas1,Escolha),
    avaliar_escolha(Escolha,Número,Respostas1,B),
    not(escolha(_,_,_,_)).

```

```
aprofunda_análise(_).

/* Limpeza para rodar novo caso */

apagar_tudo:-
    apagar1,
    apagar2,
    apagar3,
    apagar4,
    apagar5,
    apagar6,
    apagar7,
    apagar8,
    apagar9,
    apagar10.

apagar1:-
    retract(regra(_,_)),
    fail.
apagar1.

apagar2:-
    retract(doença(_)),
    fail.
apagar2.

apagar3:-
    retract(doença_grau(_,_)),
    fail.
apagar3.

apagar4:-
    retract(escolha(_,_,_,_)),
    fail.
apagar4.

apagar5:-
    retract(grau_doença(_,_)),
    fail.
apagar5.

apagar6:-
    retract(já_analisado(_,_)),
    fail.
apagar6.

apagar7:-
    retract(opção_de_resposta(_,_)),
    fail.
apagar7.

apagar8:-
    retract(pergunta_inicial(_,_,_)),
    fail.
apagar8.
```

```
apagar9:-  
    retract(pergunta(_,_,_)),  
    fail.  
apagar9.
```

```
apagar10:-  
    retract(inquirido(_,_)),  
    fail.  
apagar10.
```

APENDICE 3

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA - USUARIO

A3.OPÇÕES DISPONÍVEIS AO USUÁRIO

A seguir, é descrito a operação do sistema do ponto de vista do usuário.

A3.1.Tela Inicial

Chamando-se o sistema, através de ICTER (+ RETURN), obtêm-se uma tela de apresentação, conforme indicado no Apêndice 4. Nela, observam-se o título do sistema, bem como a área de atuação e a especialidade. Para prosseguir, deve-se pressionar qualquer tecla.

A3.2.Menu Principal

Este menu, que é apresentado no Apêndice 5, fornece as opções possíveis de trabalho. Para se trabalhar com uma das operações deve-se posicionar sobre a mesma, usando os cursores de movimentação vertical para tal. A operação escolhida fica em vídeo reverso. A seguir, para efetuar a operação, pressiona-se RETURN.

As opções disponíveis de trabalho estão listadas a seguir:

A3.2.1-INFORMAÇÕES GERAIS: Esta escolha fornece a listagem (não editável) de um arquivo contendo informações acerca do sistema, como a sua função e uma breve descrição da sua utilização (Apêndice 6);

A3.2.2-DOS SHELL: Permite que se trabalhe sob o sistema operacional sem descarregar o sistema ICTER. Desta forma obtêm-se todos os serviços do DOS, e pode-se retornar ao sistema especialista sem que seja necessário recarregá-lo. Basta digitar EXIT e pressionar RETURN para novamente estar trabalhando com o sistema ICTER;

A3.2.3-CARREGAR BASE DE CONHECIMENTOS: Através desta opção, carrega-se a Base de Conhecimentos e pode-se processar o diagnóstico. Ocorre a apresentação de uma tela com o formato indicado no Apêndice 7. Esta operação é necessária cada vez que se efetua a consulta, já que durante a mesma, a Base de Conhecimentos é alterada;

A3.2.4-CONSULTA: Formula as perguntas sobre o estado do paciente e, a partir daí, analisando as respostas, fornece os diagnósticos possíveis. Antes de cada utilização desta opção deve-se, obrigatoriamente, carregar a base de conhecimentos, opção anterior, pois a consulta é baseada na mesma;

A3.2.5-LISTAR BASE DE CONHECIMENTOS: Fornece uma listagem (não editável) das regras utilizadas pelo sistema especialista. Ela provém do arquivo REGRAS.DBA, o qual é uma versão alterada apenas esteticamente do predicado regra da base de conhecimentos. Sua forma pode ser observada no Apêndice 8;

A3.2.6-FIM DE USO: Quando do término do trabalho com o sistema ICTER, escolhe-se esta opção, que tem a função de, antes de abandonar o sistema, apagar os predicados dinâmicos (database). Para evitar que o usuário acidentalmente saia do sistema, é solicitada uma confirmação. No Apêndice 9 tem-se uma visão desta etapa;

A3.2.7-EDITAR BASE DE CONHECIMENTOS: Tem por finalidade permitir que a Base de Conhecimentos possa ser alterada, caso seja necessário que se façam inclusões de novas regras/perguntas/respostas, ou ainda quando se desejar alterar os graus de pertinência das escolhas que podem ser efetuadas pelo usuário. Em princípio, obtém-se uma listagem da atual base de conhecimentos e podem, então, ser utilizados os recursos de edição para fazer as alterações, inclusões e/ou deleções desejadas (Apêndice 10). Ao final, pressiona-se F10 e o sistema solicita se realmente a base de conhecimentos alterada deve ser salva. Isto tem a finalidade de permitir que se mantenha a base atual, caso desejado. Cumpre observar que as inclusões ou alterações devem serem feitas segundo a estrutura dos predicados fornecida no item Base de Conhecimentos.

APENDICE 4

TELA INICIAL DO SISTEMA

TELA INICIAL

SISTEMA ESPECIALISTA PARA

AUXILIO AO DIAGNOSTICO MEDICO

AREA : Gastroenterologia

ESPECIALIDADE : Ictericia

Pressione a barra de espacos.

APENDICE 5

MENU PRINCIPAL DO SISTEMA

MENU PRINCIPAL

INFORMACOES GERAIS

DOS SHELL

CARREGAR BASE DE CONHECIMENTOS

CONSULTA

LISTAR BASE DE CONHECIMENTOS

FIM DE USO

EDITAR BASE DE CONHECIMENTOS

Use as setas para movimentacao e ENTER para escolher.

APENDICE 6

OPÇÃO "INFORMAÇÕES GERAIS" DO MENU PRINCIPAL

INFORMACOES GERAIS

SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXILIO AO DIAGNOSTICO MEDICO

AREA DE ATUACAO: GASTROENTEROLOGIA

ESPECIALIDADE: ICTERICIA

ICTERICIA:- E um sintoma que indica a anormalidade de uma determinada regio do organismo humano, causada pelo aumento da bilirrubina no sangue. E facilmente constatavel pelo tom amarelado que aparece na esclerotica e na pele.

O presente sistema tem por finalidade determinar a causa do aparecimento da ictericia.

As opcoes do menu principal sao as seguintes:

1) **INFORMACOES GERAIS:**- E o presente arquivo, tem por finalidade auxiliar na utilizacao do sistema, descrevendo as suas diversas opcoes;

F2:Goto line F3:Search S-F10:Resize window F10:End

INFORMACOES GERAIS

>> O arquivo INFORMAC.OES nao esta no diretorio atual.

Pressione a barra de espacos.

APENDICE 7

OPÇÃO "CARREGAR BASE DE CONHECIMENTOS" DO MENU PRINCIPAL

CARREGAR BASE DE CONHECIMENTO

>> Vou carregar a Base de Conhecimentos.

Aguarde alguns instantes, por favor.

>> Base de Conhecimentos carregada.

Pressione a barra de espaços.

CARREGAR BASE DE CONHECIMENTO

Base de Conhecimentos não está no diretório atual.

Base de Conhecimentos não carregada.

Pressione a barra de espaços.

APENDICE 8

OPÇÃO "LISTAR BASE DE CONHECIMENTOS" DO MENU PRINCIPAL

LISTAGEM DA BASE DE CONHECIMENTOS

- Regra 1: A coledocolitiase e mais frequente em mulheres especialmente se forem multiparas.
- Regra 2: A coledocolitiase e mais frequente em pessoas obesas.
- Regra 4: Nos velhos as neoplasias predominam.
Pessoas de meia-idade tem maior tendencia a coledocolitiase.
Uma das doencas que predominam em idosos e a coledocolitiase.
A causa mais comum de ictericia em crianas e adultos jovens e a hepatite.
- Regra 5: Historia previa de dispepsia pode indicar coledocolitiase.
- Regra 6: Historia previa de colica biliar pode indicar coledocolitiase.
- Regra 7: Quando se trabalha em esgotos, ha uma tendencia para se adquirir a leptospirose.
- Regra 8: Se o paciente trabalha em contato com ratos, ha condicoes de leptospirose.
- Regra 9: Se a ocupacao propicia facil acesso a bebidas, entao ha tendencias de cirrose.
- Regra 10: Quando o paciente esta ligado a area de saude, ha possibilidade de ter hepatite por virus.
- Regra 11: Pessoas que convivem com toxicomanos estao expostos ao virus da hepatite B.

F2:Goto line F3:Search S-F10:Resize window F10:End

LISTAGEM DA BASE DE CONHECIMENTOS

>> Arquivo REGRAS.DBA nao esta no diretorio atual.

Pressione a barra de espacos.

APENDICE 9

OPÇÃO "FIM DE USO" DO MENU PRINCIPAL

MENU PRINCIPAL

>> Tem certeza? (S/N)

Use as setas para movimentação e ENTER para escolher.

APENDICE 10

OPÇÃO "EDITAR BASE DE CONHECIMENTOS" DO MENU PRINCIPAL

EDITAR BASE DE CONHECIMENTO

Line 1 Col 1 Indent Insert

```

pergunta_inicial(1,"O paciente e do sexo?".[1,2,3,6,9,10])
pergunta_inicial(2,"O peso do paciente e?".[1,2,3,6,7])
pergunta_inicial(4,"Qual a idade do paciente?".[1,2,11,12,13,14])
pergunta_inicial(7,"O paciente trabalha em contato com esgotos?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(9,"A ocupacao propicia facil contato com bebidas alcoolicas?".
pergunta_inicial(10,"Ele esta ligado a area de saude?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(11,"Ha contato com toxicomanos?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(12,"Houve casos na familia de ictericia?".[1,2,15,17,18])
pergunta_inicial(13,"Houve casos na familia de hepatite por virus?".[1,2,15,17
pergunta_inicial(17,"Ja foi alcoolista?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(18,"A ictericia surgiu apos cirurgia do andar superior do abd
pergunta_inicial(19,"A ictericia surgiu apos cirurgia biliar?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(20,"Houve uma cirurgia para ressecao de tumor?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(21,"O paciente foi submetido a cirurgias com anesteticos halo
pergunta_inicial(34,"Os fezes sao coradas?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(35,"Ha coluria?".[1,2,29,30])
pergunta_inicial(38,"A ictericia esta associada a anemia?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(56,"Palpa-se vesicula?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(69,"O paciente teve contato com drogas?".[1,2,15,16])
pergunta_inicial(41,"Devido a ictericia, o individuo esta corado de cor laranja
pergunta_inicial(37,"O paciente e icterico sem nenhum sintoma?".[1,2,15,16])
pergunta(5,"Ha historia previa de dispepsia?".[1,2,15,16])
pergunta(6,"Ha historia previa de colica biliar?".[1,2,15,16])
pergunta(8,"O paciente trabalha em contato com ratos?".[1,2,15,16])
pergunta(14,"Houve casos na familia de esplenectomia?".[1,2,15,17,18])
pergunta(15,"Houve casos na familia de colecistectomia?".[1,2,15,17,18])
pergunta(16,"Ha episodios de alcoolismo?".[1,2,15,19,20])
pergunta(22,"O paciente tomou analgesicos, anovulatorios, laxantes?".[1,2,15,1
pergunta(23,"O paciente sente dor abdominal?".[1,2,15,19,20])
pergunta(24,"O paciente tem astenia?".[1,2,15,16])
pergunta(25,"O paciente tem anorexia?".[1,2,15,16])
pergunta(26,"O paciente sente nauseas?".[1,2,15,16])
pergunta(27,"O paciente tem vomitos?".[1,2,15,16])

```

F1:Help F3:Search F4:Subst F5:Copy F6:Move F7:Del F8:ExtEdit F9:ExtCopy F10:End

EDITAR BASE DE CONHECIMENTO

>> O arquivo BASEDADO.DBA nao esta no diretorio atual.

Aperte a barra de espacos.

APENDICE 11

OPÇÃO "CONSULTA" DO MENU PRINCIPAL

CONSULTA

>> O paciente e do sexo:

- 1- Por que?
- 2-Dado nao disponivel
- 3-Masculino
- 4-Feminino, sem filhos
- 5-Feminino, com um filho
- 6-Feminino, com varios filhos

De o numero da resposta: _

ORDEN DE APRESENTACAO DAS DOENCAS

>> A ordem de apresentacao das doencas e:

Indicacao de	com possibilidade de
colestase_extra	89,92%
Gilbert	84,00%
hemolitica	77,32%
colestase_intra	74,80%
tumor_figado	70,00%
drogas	65,00%
cirrose	62,20%
hepatite	48,16%

Pressione a barra de espacos.

BIBLIOGRAFIA

- [ADL 86] Adlassing, K. P. Fuzzy Set Theory in Medical Diagnosis, IEEE Transactions on SMC, V.16, N.2, march/april 1986, pp. 260-265.
- [AIK 83] Aikins, J. S. Prototypical Knowledge for Expert Systems, Artificial Intelligence, 20 (1983), pp. 163-210.
- [BAP 80] Baptistella, L.F.B. & Ollero A. Fuzzy Methodologies for Interactive Multicriteria Optimization, IEEE Transactions on SMC, V.10, N.7, july, 1980, pp. 355-365.
- [BUC 84] Buchanan, B. & Shortliffe, Rule-Based Expert Systems, Addison-Wesley, 1984.
- [BIE 80] Biermann, A.W. The Inference of Regular LISP Programs from Examples, IEEE Transactions on SMC, V.8, N.8, august 1980, pp. 585-600.
- [CAS 86] Casanova, M.A., Giorno, F.A.C., & Furtado, A.L. Programação em Lógica e a Linguagem Prolog, Ed. Edgard Blucher Ltda, 1986.
- [CLO 84] Clocksin, K.L. & Mellish, C.S. Programming in Prolog (2nd. ed.), Springer-Verlag, 1984.
- [CUE 86] Cuena, J., Fernández, G., Mántaras, R.L., & Verdejo, M.F. Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos, Alianza Editorial, 1986.
- [DAN 79] Dantas, W. Ictericia, Sinapse, V.4, N.2, 1979, pp. 14-27.
- [DAV 80] Davis, R. Meta-Rules: Reasoning about Control, Artificial Intelligence, 15 (1980), pp. 179-222.
- [DEM 87] Demonchaux, E. & Fouquières, L.A. Aide au Dépannage: un Système Expert sur Minitel Exploitable par l'Utilisateur Final, RGE, N.4, avril 1987, pp. 41-43.
- [DUB 80] Dubois, D. & Prade, H. Fuzzy Sets and Systems, Academic Press Inc. 1980.
- [EFS 79] Efsthathiou, J., Rajkovic, V. Multiattribute Decisionmaking Using a Fuzzy Heuristic Approach, IEEE Transactions on SMC, V.9, N.6, june 1979, pp. 326-333.
- [FAR 87] Farreny, H. & Ghallab, M. Eléments d'Intelligence Artificielle, Hermes Publishing, 1987.
- [FIN 87] Fink, P.K. & Lusth, J. C. Expert Systems and Diagnostic Expertise in the Mechanical and Electrical Domains, IEEE Transactions on SMC, V.17, N.3, may/june 1987, pp. 340-349.
- [FIS 86] Fisher, E. M. Building AI Behind Closed Doors, Datamation, August 1, 1986.
- [FRE 80] Freeling, A.N.S. Fuzzy Sets and Decision Analysis, IEEE Transactions on SMC, V.10, N.7, july 1980, pp. 341-354.
- [GEV 84] Gevarter, W.B. Artificial Intelligence, Expert Systems, Computer Vision and Natural Language Processing, Noyes Publications, 1984.
- [GEV 83] Gevarter, W.B. Expert Systems: Limited but Powerful, IEEE Spectrum, August, 1983.
- [GOM 81] Gomez, F. & Chandrasekaran, B. Knowledge Organization and Distribution for Medical Diagnosis, IEEE Transactions on SMC, V.11, N.1, january 1981, pp. 34-42.
- [GON 87] Gondran, M. Les systèmes experts: qu'en est-il en 1987?, RGE, avril 1987, pp. 3-12.
- [HAL 86] Haley, P., & Williams, C. Expert system Development Requires Knowledge Engineering, Computer Design, February 15, 1986.
- [HAR 85a] Harmon, P. & King, D. Expert Systems: Artificial Intelligence in Business, John Wiley & Sons, Inc., 1985.

- [HAR 85b]Hartnell, T. Inteligencia Artificial: conceptos y programas, Anaya Multimedia, 1985.
- [HAY 84]Hayes-Roth, F., Waterman, D.A. & Lenat, D.B. Building Expert Systems, Addison-Wesley, 1984.
- [HEC 81]Hecht, Y., & Nusinovici, V. Que Faire Devant un Ictère chez l'Adulte, Masson et Cie. Editeurs, 1981.
- [HUN 84]Hunt, R. M., Rouse, W.B. A Fuzzy Rule-Based Model of Human Problem Solving, IEEE Transactions on SMC, V.14, N.1, january-february 1984, pp. 112-119.
- [KAC 86]Kacprzyk, J. & Ziolkowski, A. Database Queries with Fuzzy Linguistic Quantifiers, IEEE Transactions on SMC, V.16, N.3, may/june, 1986, pp. 474-479.
- [KAS 78]Kassirer, J. & Gorry, G. Clinical Problem Solving: a Behavioral Analysis. Ann. Int. Med., 89 (1978), pp. 245-255.
- [KOM 79]Komaroff, A. L. The Variability and Inaccuracy of Medical Data. Proc. IEEE, 67, 9(sep. 1979), pp. 1196-1207.
- [MAY 85]Mayers, J., & Sherif, Y. S. Applications of Fuzzy Set Theory, IEEE Transactions on Systems, Man and Cibernetics, V.15 N.1, 1985.
- [NIL 87]Nilsson, N.J. Principios de Inteligencia Artificial, Ediciones Diaz de Santos,S.A., 1987.
- [OLS 82]Olson, M.H., & Lucas, H.C.Jr. The Impact of Office Automation on the Organization: Some Implications for Research and Praticce, Communications of the ACM, V.25, N.11, november, 1982, pp. 838-847.
- [PAS 85]Passos, E.L. Sistemas Especialistas, Micro Sistemas, Dezembro, 1985.
- [PAU 76]Pauker, S.G., Gorry, G.A., Kassirer, J.P. & Schwartz, W.B. Towards the Simulation of Clinical Consultation. Taking a Present Illness by Computer. American Journal of Medicine, 60 (1976), pp. 981-996.
- [QUE 87]Quenec'hdu, Y. & Deschamps, L. Systèmes experts: des consequences probables dans toute l'exploitation des processus de fabrication, RGE, avril 1987, pp. 1-2.
- [RIC 83]Rich, E. Artificial Intelligence, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 1983.
- [ROB 87]Robinson, P. R. Using Turbo Prolog, McGraw-Hill Book Co., Berkeley, California, 1987.
- [SCH 87]Schildt, H. Advanced Turbo Prolog, Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, California, 1987.
- [TON 80]Tong, R. M., Bonissone, P.P. A Linguistic Approach to Decisionmaking with Fuzzy Sets, IEEE Transactions on SMC, V.10, N.11, november 1980, pp. 716-723.
- [VER 86]Verity, J.W. The Lisp Race Heats Up, Datamation, August 1, 1986.
- [WAT 79]Watson, S. R., Weiss, J. & Donnell, M.L. Fuzzy Decision Analysis, IEEE Transactions on SMC, V.9, N.1, january 1979, pp. 1-9.
- [WIN 84]Winston, P.H. Artificial Intelligence, 2nd edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1984.
- [ZAD 64]Zadeh, L.A. "Fuzzy Sets", Memo. ERL N. 64-44, University of California, Berkeley, 1964.
- [ZWI 87]Zwingelstein, G. Applications industrielles de l'intelligence artificielle: des débuts prometteurs, RGE, avril 1987, pp. 13-17.