

Inteligência Artificial Aplicada à Medicina

Ademar Rosa de Souza, Anderson Francisco Talon

Departamento de Computação
Faculdade de Tecnologia de Bauru (FATEC) – Bauru, SP – Brasil
ademaroza@gmail.com, anderson.talon@fatec.sp.gov.br

Abstract. *Given the large increase in scientific knowledge in medicine, where, it is not always possible for most physicians to assimilate them, the aim of this project is the creation of an expert system to support medical decision, based on the use of one relational database (MySQL), the use of Bayes networks and artificial intelligence techniques. In order to get a broader and faster dissemination of human knowledge, the system will be available on the Internet. It was noted a good operability of the system with their lists of differential diagnoses that should be remembered and analyzed by the attending physician.*

Resumo. *Tendo em vista o grande aumento do conhecimento científico na medicina, onde, nem sempre, é possível para a maioria dos médicos assimilá-los, objetivou-se com este projeto a criação de um sistema especialista de apoio à decisão médica, baseado na utilização de um banco de dados relacional (MySQL), no uso das Redes de Bayes e em técnicas de inteligência artificial. Com o intuito de obter uma maior abrangência e rapidez na disseminação do conhecimento humano, o sistema estará disponível na internet. Notou-se uma boa operacionalidade do sistema com suas listas de diagnósticos diferenciais que devem ser lembrados e analisados pelo médico assistente.*

1. Introdução

Com o avanço da medicina, o conhecimento científico ganha proporções gigantescas, onde, nem sempre, é possível para a maioria dos médicos assimilá-los.

O conhecimento sobre qualquer patologia pode ser facilmente encontrado na internet, mas dificilmente encontra-se algum mecanismo que faça o raciocínio e a análise entre os dados obtidos de um mesmo paciente e chegue a uma conclusão para o problema.

Em nosso cotidiano, existe uma necessidade crescente de diagnósticos médicos rápidos e precisos, em virtude de uma maior demanda na área da saúde. Nesse contexto, espera-se que a inteligência artificial (apoiada num banco de dados com informações médicas) possa contribuir de forma significativa.

Atualmente, existem várias pesquisas tentando aplicar a inteligência artificial na área médica através dos sistemas de apoio à decisão médica. Apesar disso, estes sistemas ainda não estão sendo utilizados de forma rotineira. Existem várias justificativas: necessidade prévia de um sistema informatizado de registros médicos; programas com interface não amigável entre o usuário e o sistema; excessiva perda de tempo no fornecimento dos dados iniciais do paciente contrastando com a necessidade de respostas rápidas nos ambientes médicos. [Westphal 2003].

Em virtude disso, pretende-se desenvolver um sistema especialista de apoio à decisão médica utilizando técnicas de inteligência artificial e funcionando via internet, tornando o sistema totalmente simples de operar e compreender.

O objetivo deste projeto será unir duas áreas do conhecimento humano, medicina e informática, com o intuito de otimizar e agilizar de forma confiável os diagnósticos médicos.

2 Inteligência Artificial (IA)

A Inteligência Artificial (IA) nasceu oficialmente em 1956, durante uma conferência de verão em Dartmouth College, nos Estados Unidos. Ela surgiu do desejo de fazer com que os programas de computadores utilizassem metodologias baseadas na forma como os seres humanos pensam e resolvem problemas, assim, utilizam mecanismos que simulam a inteligência humana.

Segundo Haykin (2008), um sistema de IA deve ser capaz de: armazenar conhecimento; aplicar o conhecimento armazenado para resolver problemas e adquirir novo conhecimento através da experiência.

2.1 Sistemas Especialistas (SE)

Os SE atuam na forma de sistemas interativos, respondendo questões, solicitando ou fornecendo esclarecimentos e recomendações, podendo também auxiliar o usuário na tomada de decisões. De modo geral, podem simular o raciocínio humano ao fazer inferências, julgamentos ou projetar resultados [Linares 1997].

São utilizados quando um problema não pode ser algoritmizado (não possui regras ou processos claramente definidos), ou sua solução conduza a um processamento muito demorado. Dentre seus objetivos, está o de preservar e transmitir o conhecimento de algum especialista em determinada área [Rosso 2002].

O primeiro SE elaborado com sucesso para a área médica foi o MYCIN (início de 1970 na Universidade de Stanford), cujo propósito foi prover diagnósticos e terapias em doenças infecciosas. Este aconselhamento é bastante útil, pois nem sempre se tem acessível um médico especialista em infecções.

O sistema do MYCIN continha 450 regras em sua base de dados e possibilitava explicar o raciocínio adotado na conclusão do seu diagnóstico.

Os SE possuem o seu mecanismo baseado em regras heurísticas, que são uma implicação lógica da forma: **SE** <condição> **ENTÃO** <conseqüência>

2.1.1 Vantagens da Utilização de Sistemas Especialistas (SE)

Um sistema baseado em conhecimento pode interagir com o usuário, buscando apenas as informações que são úteis na resolução de problemas específicos, reduzindo o tempo de busca.

Pelo fato do sistema possuir inteligência e conhecimento, existem algumas vantagens diferentes em relação aos modelos tradicionais [Mendes 1997], tais como: o conhecimento do especialista pode ser distribuído, pode ser utilizado por um grande número de pessoas; melhora a produtividade e desempenho de seus usuários devido ao vasto conhecimento; reduz o grau de dependência que as organizações mantêm quando falta um especialista; considerada ferramenta adequada para treinamento de grupos de pessoas; não é influenciado por elementos externos a ele, eliminando erros devido à pressão do ambiente.

De maneira geral, um SE é formado por alguns elementos básicos (Figura 1), a **interface de aquisição de conhecimento** para obtenção do conhecimento do especialista; **base de conhecimento** contendo fatos e dados que representam o conhecimento do especialista; **mecanismo de inferência** para busca do conhecimento podendo utilizar heurísticas, esquemas de raciocínio, inferências e **interface com o usuário** com linguagem natural, explanação, ou seja, esquema de interação com o usuário final.

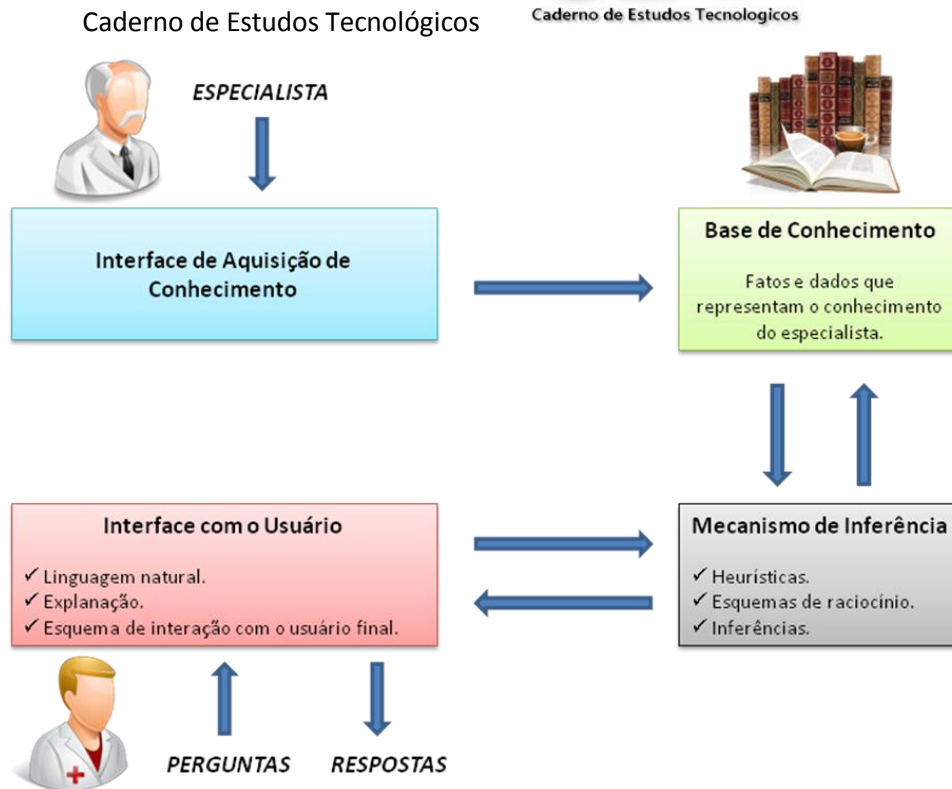


Figura 1. Esquema clássico de um sistema especialista, típico de numerosas áreas de aplicação da inteligência artificial. Adaptado de Mendes (1997).

3. Material e Métodos

De origem grega, a palavra diagnóstico significa discernir ou distinguir.

Dentro do contexto médico, é “uma série de procedimentos de ordem intelectual e operacional através dos quais se obtém uma resposta a um problema clínico” conforme definido por Mason (citado por Andrade 1999).

Segundo Linden (2012) os problemas do mundo real podem ser resolvidos através de técnicas de busca, bastando definir onde o problema se inicia e o objetivo aonde se deseja chegar.

Basicamente, tudo que existe na mente humana possui uma relação, e tudo que existe no mundo possui uma relação no tempo e espaço.

“O conhecimento depende da distinção entre os atributos dos objetos do mundo. Sem a distinção, sem o relacionamento, não há conhecimento. Relação define, portanto, conhecimento!” [Krepsky 1999]

Dentro deste contexto, optou-se por trabalhar neste projeto com banco de dados relacionais, os quais possuem em sua estrutura a possibilidade de se criar relacionamentos entre os objetos, além de mecanismos de busca muito eficazes e poderosos.

3.1 Banco de Dados

Um banco de dados é um aplicativo que pode armazenar uma grande quantidade de informações e recuperar estes dados de maneira muito rápida.

O modelo mais usado atualmente é o de Banco de Dados Relacional [Dias Neto Online], o qual surgiu em meados da década de 1970. Nesse modelo, um banco de dados pode ser composto por várias tabelas, onde os dados de uma tabela podem estar ligados com os dados de outra através de relacionamentos (Figura 2).

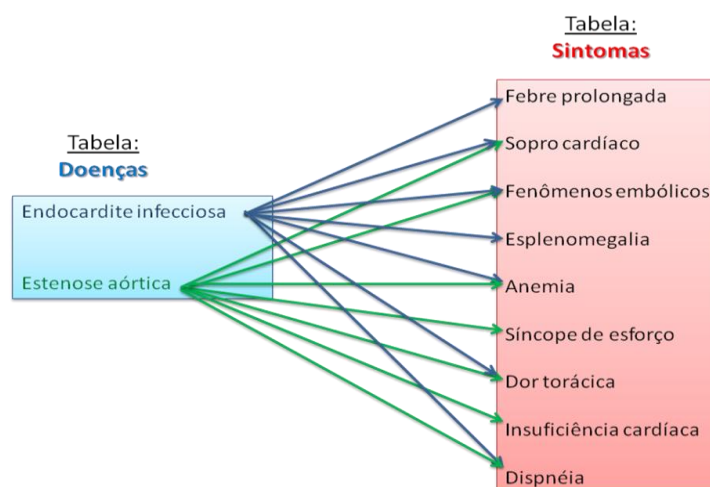


Figura 2. Esquema de um banco de dados relacional, mostrando como seria o relacionamento entre a tabela “Doenças” e a tabela “Sintomas”.

3.2 Imprecisão e Incerteza

A modelagem do processo de decisão clínica é uma tarefa complexa, em virtude da imprecisão das informações iniciais e da incerteza das hipóteses diagnósticas.

Hipótese, para a estatística, é o termo utilizado para alguma proposição da qual sua verdade ou falsidade não é conhecida, mas está assegurada com base em alguma evidência.

Um requisito esperado nos SE de apoio à decisão médica é que estes consigam representar a incerteza e imprecisão que se encontram inerentes no processo de diagnóstico (por exemplo: anamnese, testes laboratoriais, etc.), e assim possam se aproximar ou representar mais fidedignamente o raciocínio médico, de modo que possa chegar ao resultado, que é o diagnóstico, com um grau de certeza tanto quanto o especialista é capaz de fazê-lo [Linares 1997].

Tendo em vista que o raciocínio médico é mais baseado em probabilidades [Andrade 1999] e que existem métodos para representar a imprecisão e/ou incerteza, optou-se por adotar o uso das Redes de Bayes, visando uma inferência mais aproximada em relação à realidade.

3.3 Redes de Bayes

Também chamadas de redes de crença, redes probabilísticas ou redes causais, podem ser vistas como um modelo de distribuição de probabilidades para representar uma situação, suas variáveis e estados, e a partir disto realizar inferências. São compostas por várias variáveis de entrada e uma variável de saída [Kubo 2011].

As Redes Bayesianas (RB) foram desenvolvidas pelo professor Thomas Bayes em 1763 com o intuito de auxiliar o trabalho de predição. São elaboradas a partir de modelos e bases de incertezas e baseiam-se na utilização de fórmulas matemáticas para o cálculo de probabilidades [Kubo 2011]. É uma base atraente para um sistema de raciocínio sob incerteza [Linares 1997].

“As RB são grafos acíclicos e direcionados que permitem a representação da distribuição de probabilidades conjunta de um conjunto de variáveis aleatórias.” [Karcher 2009], figura 3.

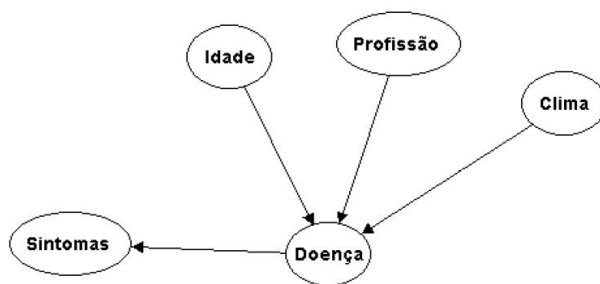


Figura 3. Exemplo de Rede Bayesiana aplicada no diagnóstico médico. [Karcher 2009]

Segundo Russell e Norvig (2004), as inferências sobre as redes Bayesianas podem ser realizadas de quatro maneiras distintas: 1) Diagnósticos: partindo dos efeitos para as causas; 2) Causa: partindo das causas para os efeitos; 3) Intercausal: entre causas de um efeito comum; 4) Mistas: combinação de dois ou mais tipos descritos acima.

Quando aplicadas em problemas de classificação de dados passam a ser chamadas de Classificadores Bayesianos, os quais têm como objetivo descrever e distinguir classes: pode ser obtido um sistema de pesos ou escores, sendo atribuídos escores positivos para testes ou achados clínicos em função principalmente da **especificidade** (se presentes ou positivos) e escores negativos em função da **sensibilidade** (se ausentes ou negativos) [Andrade 1999].

Esta proposta de se fazer diagnósticos através de escores é vista com simpatia, pois é muito familiar aos clínicos.

Segundo Russell e Norvig (2004), “A principal vantagem de raciocínio probabilístico sobre raciocínio lógico é fato de que agentes podem tomar decisões racionais mesmo quando não existe informação suficiente para se provar que uma ação funcionará”.

Probabilidade condicional é a probabilidade de ocorrer um evento, na condição de que outro evento já tenha ocorrido, conforme a equação 1:

$$P(a|b) = x \tag{1}$$

A equação 1 pode ser interpretada como: “Dado o evento **b**, a probabilidade do evento **a** é **x**”. Sendo assim, a Regra de Bayes pode ser dada utilizando a equação 2:

$$P(b | a) = \frac{P(a | b) \times P(b)}{P(a)} \tag{2}$$

Um exemplo de aplicação da Regra de Bayes no diagnóstico médico pode ser exemplificado pelo diagnóstico da meningite. Um médico sabe que a meningite (M) causa torcicolo (T) em 50% dos casos. Porém, o médico também conhece algumas probabilidades incondicionais que dizem que, um caso de meningite atinge 1/50000 pessoas e, a probabilidade de alguém ter torcicolo é de 1/20.

Aplicando a regra de Bayes, equação 3, é possível obter o valor de P(M|T) igual a 0,0002. Esta é a probabilidade de que a pessoa tenha meningite, baseado apenas no sintoma torcicolo.

$$P(M | T) = \frac{P(M) \times P(T | M)}{P(T)} = \frac{1/50000 \times 0.5}{1/20} = 0.0002 \tag{3}$$

3.4 Classificador Naive Bayes

Dentre os classificadores Bayesianos, o classificador *Naive Bayes* é o mais conhecido, em virtude de sua simplicidade e eficiência, destacando-se pelos sucessos obtidos em diversos problemas, mesmo se comparado com outros classificadores mais complexos.

Os Classificadores *Naive Bayes* levam em conta que todos os atributos são condicionalmente independentes, figura 4, ou seja, uma característica não é relacionada com a outra; embora esta hipótese raramente se verifique no mundo real. De qualquer modo eles têm apresentado um bom desempenho se as variáveis preditoras não forem fortemente correlacionadas [Karcher 2009].

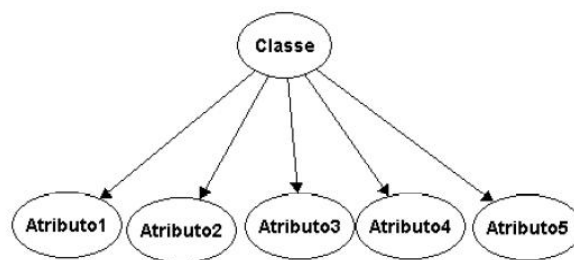


Figura 4. Estrutura do Classificador *Naive Bayes* com 5 atributos e uma classe. Fonte: Karcher (2009)

A probabilidade incondicional da classe pode ser obtida por meio do conhecimento de um especialista ou atribuindo probabilidades iguais para todas as classes.

A função de um Classificador *Naive Bayes* neste projeto é a filtragem das hipóteses diagnósticas de maior probabilidade (a partir das hipóteses pré-selecionadas pelo banco de dados relacional), tornando o modelo mais parcimonioso (com menor número de variáveis) e mais poderoso, aumentando o desempenho do sistema e auxiliando no aumento das taxas de acerto das previsões.

3.5 Dicionário de sinônimos

Com o intuito de facilitar a interatividade com o usuário, a estrutura do projeto foi elaborada permitindo a utilização de palavras sinônimas.

Exemplo 1: *Catapora = Varicela.*

Exemplo 2 (regra utilizando sinônimos):

SE (cão/cachorro) **E** (mordeu/mordida/mordedura)

ENTÃO doença provável = **Raiva** (Probabilidade = x%)

3.6 Dicionário de semelhantes

Visando englobar o maior leque possível de doenças a partir dos dados ou sintomas fornecidos pelo usuário, também foi elaborado um dicionário de itens semelhantes.

Por exemplo, se o usuário digitar que o paciente possui o sintoma "*febre*", o sistema procurará também por doenças que apresentem quaisquer um dos seguintes sintomas: "*febre com calafrios*", "*febre não especificada*" ou "*febre persistente*". Neste caso, os sintomas são semelhantes, porém não iguais (não são sinônimos). Algumas vezes, podem até serem interpretados como graduações de um mesmo item.

3.7 Fluxograma dos processos realizados pelo sistema

Na Figura 5 é apresentado o fluxograma dos processos utilizados pelo sistema.

- 1) O usuário fornecerá os dados de entrada (sinais e sintomas)
- 2) **Busca em largura:** o banco de dados, através de seus relacionamentos, fará a seleção de todas as doenças que possam apresentar qualquer um dos sinais ou sintomas.
- 3) **Busca em profundidade:** As doenças serão classificadas ou ordenadas de acordo com o número de achados ou escores obtidos. De modo geral, será feita uma filtragem das doenças mais prováveis (Classificador *Naive Bayes*). Nesta fase, pode ser estipulado o número máximo de doenças a serem classificadas ou o tempo máximo para a execução desta tarefa.
- 4) Exibição dos diagnósticos mais prováveis em ordem decrescente de probabilidade.

3.8 Do Ponto de Vista Ético

É vedado ao médico prescrever tratamentos sem exame direto do paciente. A exceção acontece em casos de urgência e, mesmo assim, a consulta deve acontecer assim que terminado o impedimento. A determinação está no artigo 37 do Código de Ética Médica e foi enfatizada na Resolução 1.974/11, do Conselho Federal de Medicina (CFM), que atualiza regras para divulgação de serviços prestados.

“A relação médico-paciente é insubstituível. Interferências podem induzir a conclusões errôneas” [Cenço 2011].

Portanto, o sistema especialista é apenas um Sistema de Apoio à Decisão Médica (SADM) e não um sistema de decisão. Não é destinado a substituir qualquer médico especialista em determinada área, mas sim auxiliar o médico clínico geral de alguma pequena cidade (distante do especialista) a diagnosticar corretamente uma doença.

“Quanto menos avançado é o centro médico, mais se precisa de apoio à decisão”, diz Sigulem (citado por Cardoso, Online).

3.9 Tecnologias utilizadas no projeto

Foi adotada a plataforma .NET, ou seja, as páginas na internet foram elaboradas em ASP.NET em combinação com a linguagem *Visual Basic*.

Foi adotado o banco de dados relacional MySQL, por ser voltado para a internet e com suporte a múltiplas conexões. É um banco livre e gratuito, sendo seu código fonte aberto, além de ser fácil de usar e com melhorias contínuas. Possui uma grande capacidade de armazenamento, além de possibilitar a incorporação de arquivos de áudio e vídeo, dentre outros.

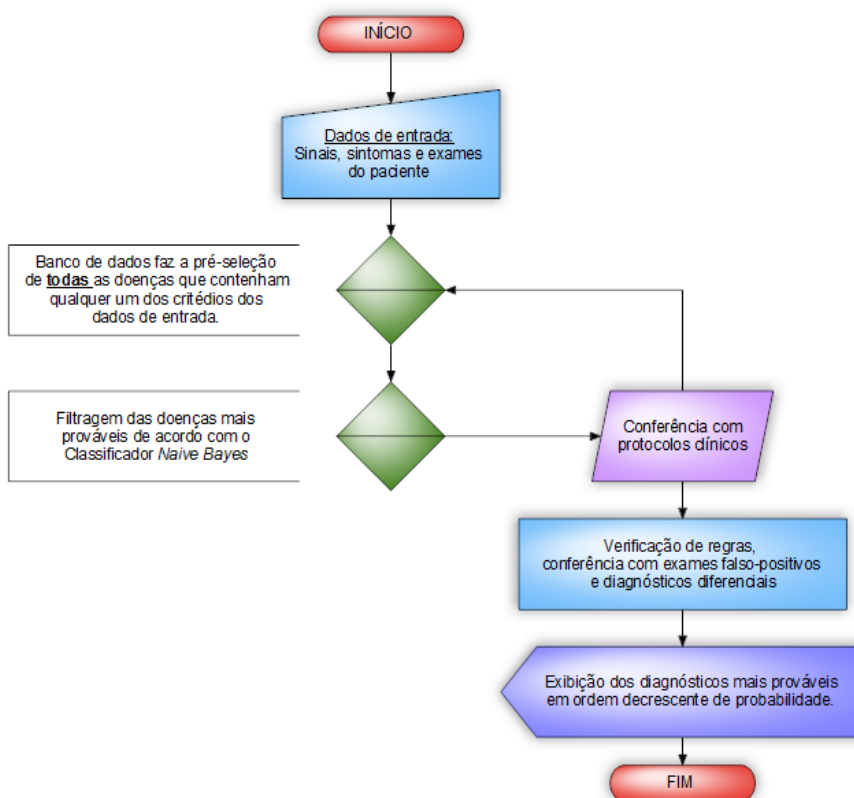


Figura 5. Fluxograma dos processos a serem realizados pelo sistema.

4 Resultados

Na Figura 6 pode ser visualizada a modelagem do banco de dados.

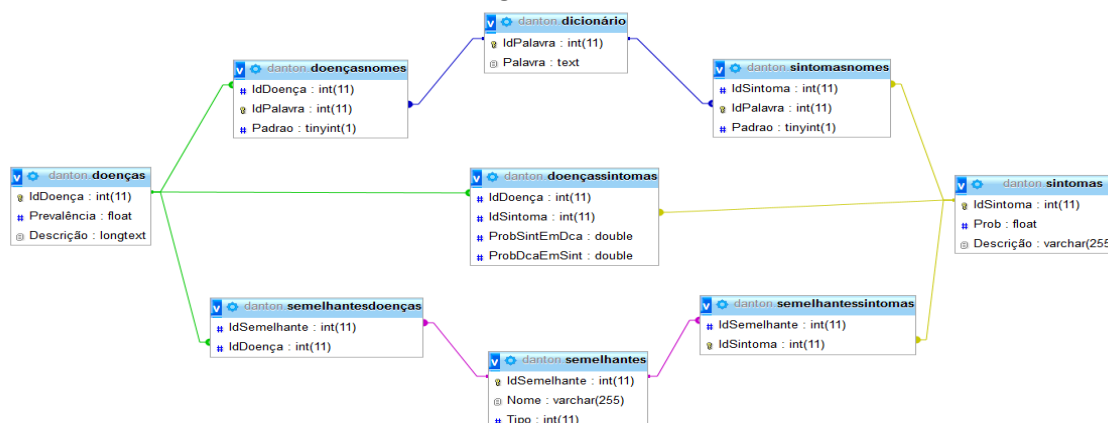


Figura 6. Modelagem do banco de dados, mostrando o relacionamento entre as tabelas do sistema.

Visando uma maior abrangência e rapidez na disseminação do conhecimento humano, o sistema estará disponível através da internet.

Estarão disponíveis para acesso público algumas páginas, tais como: "*Dicionário*", contendo todas as palavras utilizadas pelo sistema; "*Sintomas*" e todas as "*Doenças*" contidas na Classificação Internacional de Doenças (CID 10), num total de 12.422 itens cadastrados.

Para os usuários médicos cadastrados e devidamente liberados, estará disponível uma página de "*Consulta*", onde podem ser informados os sintomas e/ou sinais clínicos do paciente. Ocorrerá uma seleção das doenças mais prováveis, sendo exibidas em ordem decrescente de probabilidade.

Para os especialistas médicos, estarão disponíveis outras páginas, contendo as "*Variáveis*", onde poderão ser informadas ou cadastradas quaisquer tipos de variáveis a serem utilizadas pelo sistema; uma página de "*Semelhantes*", onde poderão ser informados os dados considerados semelhantes, sejam eles sintomas, doenças, exames ou medicamentos; e outra página contendo as "*Regras*", onde serão informadas ao sistema as mais variadas regras encontradas na medicina.

Nesta fase inicial do projeto, estarão disponíveis apenas as doenças com seus respectivos sintomas. As informações serão gradativamente inseridas no sistema através de pesquisa em livros médicos ou qualquer outra fonte segura de informação da área médica (artigos científicos, *sites* confiáveis, etc.).

Na Figura 7 pode ser visualizada uma patologia com os seus respectivos sintomas.

Doença e seus sinônimos	Padrão
Hipercalcemia	<input checked="" type="checkbox"/>
1	

Sintomas desta doença	Prob. (%)
Anorexia	
Assistolia	
Astenia	
Coma	
Confusão mental	
Constipação	
Letargia	
Náusea e vômitos	
Poliúria	
Tremores	

Figura 7. Hipercalcemia e seus respectivos sintomas.

Encontrar fontes médicas contendo as probabilidades dos sintomas ou das doenças foi uma das grandes dificuldades encontradas para se formular sistemas baseados em probabilidades. Neste projeto, quando estes dados não são informados, padronizou-se que o sistema adotará automaticamente o valor de 50%.

Na Figura 8 pode ser visualizada uma simulação de uma consulta, onde são informados aleatoriamente alguns sintomas e o sistema sugere as prováveis hipóteses diagnósticas.

Dados do paciente		Tempo (dias)
Sintoma	Cefaléia	
Sintoma	Convulsões	
Sintoma	Febre com calafrios	
Sintoma	Náusea e vômitos	

PATOLOGIAS PROVÁVEIS

	Patologia	Prob. (%)
<input checked="" type="checkbox"/>	1º Shigeloses	2
<input type="checkbox"/>	2º Babesiose	1,5
<input type="checkbox"/>	2º Malária	1,5
<input type="checkbox"/>	3º Tumor cerebral	1,33
<input type="checkbox"/>	4º Doença de Lyme	1

Figura 8. Exemplo fictício de um paciente e seus sintomas, com uma lista de prováveis doenças em ordem decrescente de probabilidade.

Como projeto futuro, pretende-se inserir módulos contendo protocolos médicos, fluxogramas ou rotinas de condutas médicas, lista de medicamentos disponíveis (com seus respectivos efeitos e interações medicamentosas), exames complementares, além de fotos e vídeos sobre qualquer tópico da área médica.

Pretende-se com isso criar uma grande interação entre o usuário e o computador, onde o sistema poderá sugerir ou interrogar por exames/procedimentos tentando tornar o diagnóstico mais fidedigno.

5. Conclusão

Mesmo estando o projeto em fase inicial, nota-se um sistema intuitivo e totalmente fácil de operar, gerando pelo menos uma ampla lista de diagnósticos diferenciais que devem ser lembrados ou analisados pelo médico assistente; atendendo ao propósito de ser um sistema de apoio à decisão médica.

À medida em que forem inseridas ou cadastradas mais informações médicas no sistema, isto o tornará cada vez mais confiável.

Referências

- Andrade, P. J. N. (1999) "Sistemas Especialistas de Apoio ao Diagnóstico em Medicina: Relações com o Teorema de Bayes e com a Lógica do Raciocínio Diagnóstico", *Arq Bras Cardiol.*; v. 73, n. 6, p. 537-544.
- Cardoso, F. A "inteligência do chip: softwares que imitam o raciocínio humano", Disponível em: <<http://super.abril.com.br/tecnologia/inteligencia-chip-softwares-imitam-raciocinio-humano-440972.shtml>>. Acesso em: 08 out. 2011.
- Cenço, B. (2011) "A consulta no carrinho virtual", *Revista da APM*. Edição 626, p. 36-37.
- Dias Neto, A. C. Banco de Dados Relacionais - Artigo Revista SQL Magazine 86. Disponível em :<<http://www.devmedia.com.br/bancos-de-dados-relacionais-artigo-revista-sql-magazine-86/20401>>. Acesso em 19 mai. 2013
- Haykin, S. (2008) Introdução. In *Redes neurais: princípios e práticas*. 2. ed. São Paulo-SP: Artmed Editora. p. 27-74.
- Karcher, C. (2009) "Redes Bayesianas aplicadas à análise do risco de crédito", Dissertação (Mestrado em Sistemas Eletrônicos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-25052009-162507/>>. Acesso em: 2012-07-18.
- Krepsky, W. (1999) "Protótipo de um interpretador para um ambiente de programação lógica", 70f. Trabalho de conclusão de curso em Ciências da Computação. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- Kubo, A. Y. (2011) "Rede Bayesiana Aplicada à Tomada de Decisão na Produção do Leite Bovino", *Sapere*; v. 3, n. 1. Disponível em: <http://www.revistasapere.inf.br/download/quarta/ADRIANA_MARCELO_SIDNEI.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2012.
- Linares, K. S. C. (1997) "Sistema Especialista Nebuloso para Diagnóstico Médico", 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.
- Linden, R. (2012) *Algoritmos Genéticos*. 3. ed. Rio de Janeiro-RJ: Ciência Moderna. 475p.
- Mendes, R. D. (1997) "Inteligência Artificial: Sistemas especialistas no gerenciamento da informação", *Brasília: Ciência da Informação*, v. 26, n. 1, jan./apr. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000100006&lng=en&nrm=iso&tIng=pt>. Acesso em: 23 jun. 2011.
- Robredo, J. (2004) "Organização dos documentos ou organização da informação: uma questão de escolha", Porto Alegre, Rio de Janeiro, *DataGramZero - Revista da Ciência da Informação*, v. 5, n. 1, fev. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/fev04/Art_05.htm>. Acesso em: 10 mar. 2012.
- Rosso, M. (2002) Sistema Especialista de Apoio à Decisão em Ventilação Mecânica. In *VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, Natal. Anais eletrônicos do VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis8/programacao.htm>> Acesso em 23 ago. 2011.
- Russel, S.; Norvig, P. (2004) *Inteligência artificial*. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: Elsevier. 1021p.



Caderno de Estudos Tecnológicos

Caderno de Estudos Tecnológicos

Westphal, J. T. (2003) "Modelagem difusa de um sistema especialista médico: avaliação dos fatores de internação em crianças queimadas", 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.