



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Ademar Rosa de Souza

**ESTUDO COMPARATIVO AVALIANDO TRÊS
MODALIDADES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO:
PARECER MÉDICO, BUSCAS NO GOOGLE E
SISTEMA ESPECIALISTA DE APOIO À DECISÃO
MÉDICA**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Fisiopatologia em Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. Luís Cuadrado Martin (UNESP – Botucatu-SP)
Coorientador: Prof. Dr. Anderson Francisco Talon (FATEC – Bauru-SP)

Botucatu - SP

2020

Ademar Rosa de Souza

ESTUDO COMPARATIVO AVALIANDO TRÊS
MODALIDADES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO: PARECER
MÉDICO, BUSCAS NO GOOGLE E SISTEMA
ESPECIALISTA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Fisiopatologia em Clínica
Médica.

Orientador: Prof. Dr. Luís Cuadrado Martin (UNESP – Botucatu-SP)
Coorientador: Prof. Dr. Anderson Francisco Talon (FATEC – Bauru-SP)

Botucatu - SP
2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Souza, Ademar Rosa de.

Estudo comparativo avaliando três modalidades de diagnóstico médico : parecer médico, buscas no Google e sistema especialista de apoio à decisão médica / Ademar Rosa de Souza. - Botucatu, 2020

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Luis Cuadrado Martin

Coorientador: Anderson Francisco Talon

Capes: 40101002

1. Diagnóstico. 2. Inteligência artificial - Aplicações médicas. 3. Árvores de decisão. 4. Teoria bayesiana de decisão estatística. 5. Estudo comparativo.

Palavras-chave: Árvores de decisão; Inteligência artificial; Medicina; Redes de Bayes; Sistema especialista de apoio à decisão médica.



**A Lição de Anatomia do Dr. Nicolaes Tulp
1632**

Rembrandt Harmenszoon van Rijn

“O quadro representa o desejo do homem e sua inquietação por fazer descobertas sobre o funcionamento do corpo humano, seu comportamento e suas verdades.”

“A pesquisa no campo das doenças avançou tanto que é cada vez mais difícil encontrar alguém completamente são.”

Aldous Huxley
1894-1963
Escritor inglês

Dedico este trabalho:

*Ao meu pai, **João Clementino** (in memoriam), que, em virtude de ter sido impedido de estudar, sempre considerou a educação como o maior bem que uma pessoa poderia adquirir.*

Sinto uma tristeza eterna em não ter colocado na lista de diagnósticos diferenciais uma das causas básicas de sua morte; o que acabou sendo uma das fontes inspiradoras para a criação deste projeto.

*À minha mãe, **Dirce**, gratidão pelo apoio e encorajamento constantes em minha vida.*

Agradecimentos

Ao meu orientador **Prof. Dr. Luis Cuadrado Martin**, por todo o ensinamento e dedicação recebidos ao longo de todos esses anos, desde a época da residência médica (com as visitas diárias na enfermaria e UTI de Cirurgia Cardíaca) até os momentos atuais.

Sou eternamente grato pela confiança que depositou em mim ao aceitar participar deste projeto, que na época era algo muito diferente do que estava habituado.

Ao meu coorientador **Prof. Dr. Anderson Francisco Talon** (Faculdade de Tecnologia de Bauru-SP).

Suas dicas e ensinamentos (desde a época em que fiz a Faculdade de Banco de Dados) contribuíram imensamente na minha formação profissional e na concretização deste projeto.

Sou muito grato pelo seu apoio, preocupação e profissionalismo neste projeto. Agradeço por participar desta realização tão importante da minha vida.

À **Prof. Dra. Denise Zornoff** e à **Prof. Dra. Silméia**, pelas críticas e sugestões durante o exame de qualificação, que contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos **alunos do internato (5.º e 6.º ano)** da faculdade de medicina de Botucatu-SP.

Agradeço o empenho e dedicação ao enfrentarem a longa Maratona de casos clínicos durante o dia todo de sábado.

À **Ana Maria Mengue**, secretária da Pós-graduação, por todo auxílio, atenção e paciência com todas as minhas dúvidas.

À equipe de **funcionários da Biblioteca**, pela disponibilidade, prontidão e paciência no fornecimento dos vários artigos que solicitei.

Resumo

SOUZA, A. R. **Estudo comparativo avaliando três modalidades de diagnóstico médico: parecer médico, buscas no Google e sistema especialista de apoio à decisão médica.** 2020. 89 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

O conhecimento sobre qualquer patologia pode ser facilmente encontrado na internet, mas dificilmente encontra-se alguma ferramenta que faça a análise e o raciocínio entre os dados de um paciente e se obtenha o diagnóstico mais provável. Em nosso cotidiano, em virtude de uma maior demanda na área da saúde, existe uma necessidade crescente de diagnósticos médicos rápidos e precisos. Em virtude disso, foi elaborado um Sistema de Apoio à Decisão Médica com o intuito de otimizar e agilizar de forma confiável os diagnósticos médicos. A ideia é dar qualidade e agilidade à prática médica, adotando a tecnologia como ferramenta básica: “*Quem tem mais informação, tem melhores condições para escolher e tomar decisões*”. Na construção deste sistema, foram utilizados um banco de dados relacional (MySQL) e aplicadas técnicas de inteligência artificial, tais como: a construção de *Árvores de Decisão*, *Aprendizado não supervisionado* e a utilização das *Redes de Bayes* (onde estão envolvidos domínios de conhecimento com significativo grau de incerteza, como é o caso da área médica). Através da união destas técnicas, são feitas a seleção e classificação das doenças mais prováveis, onde as mesmas podem ser examinadas com mais detalhes pelo médico, garantindo assim uma maior segurança na escolha dos possíveis diagnósticos. Visando uma maior abrangência e rapidez na disseminação do conhecimento humano, o sistema foi disponibilizado via internet (www.danton.med.br). Para a concepção do projeto foi realizado um estudo prospectivo, randomizado, cruzado e aberto; no qual 3 grupos de médicos (denominados grupos: **A**, **B** e **C** – compostos por 4 médicos cada), realizaram diagnósticos de casos clínicos provenientes de um periódico médico, utilizando-se de 3 métodos distintos: Método 1 (Método tradicional; com parecer individual de cada médico, Método 2 (Utilização de ferramentas de buscas na internet - Google) e Método 3 (Utilização de um Sistema de Apoio à Decisão Médica). Para isso, foram selecionados 18 casos clínicos publicados no periódico médico “*The New England Journal of Medicine*”. Para análise do projeto foi utilizado o teste estatístico não paramétrico de **Kruskal-Wallis**, o qual permite trabalhar com amostras pequenas. Porém, contrariando as expectativas, no grupo avaliado (que incluía apenas os alunos do 5.º e 6.º ano da faculdade de medicina) não foi observada diferença estatística entre os três métodos utilizados ($p=0,846$). Concluiu-se, portanto, que o valor calculado se encontra na área de aceitação da hipótese nula, ou seja, aceita-se a hipótese de que as médias de todos os métodos (Parecer individual, Google e Sistema Especialista) não foram significativamente diferentes.

Palavras chave: Medicina; Inteligência artificial; Sistema especialista de apoio à decisão médica; Redes de Bayes; Árvores de decisão.

Abstract

SOUZA, A. R. **Comparative study evaluating three types of medical diagnosis: medical opinion, Google searches and a specialist medical decision support system.** 2020. 89 f. Thesis (Doctorate degree) – Faculty of Medicine of Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

The knowledge about any pathology can be easily found on the internet, but it is difficult to find any tool that makes the analysis and reasoning between the data of a patient and obtain the most probable diagnosis. In our daily lives, due to a greater demand in the health area, there is a growing need for fast and accurate medical diagnoses. As a result, a Medical Decision Support System was developed in order to reliably optimize and streamline medical diagnostics. The idea is to give quality and agility to medical practice, adopting technology as a basic tool: “*Who has more information, has better conditions to choose and make decisions*”. In the construction of this system, a relational database (MySQL) was used and artificial intelligence techniques were applied, such as: the construction of *Decision Trees*, *Unsupervised Learning* and the use of *Bayes Networks* (where knowledge domains are involved with significant degree of uncertainty, as is the case in the medical field). Through the union of these techniques, the selection and classification of the most probable diseases are made, where they can be examined in more detail by the doctor, thus ensuring greater security in the choice of possible diagnoses. Aiming at a greater scope and speed in the dissemination of human knowledge, the system was made available via internet (www.danton.med.br). To design the project, a prospective, randomized, crossover and open study was carried out; in which 3 groups of doctors (called groups: **A**, **B** and **C** - composed of 4 doctors each), made diagnoses of clinical cases from a medical journal, using 3 different methods: Method 1 (Traditional method; with individual opinion from each doctor, Method 2 (Use of internet search tools - Google) and Method 3 (Use of a Medical Decision Support System). For this, 18 published clinical cases were selected in the medical journal “*The New England Journal of Medicine*”. The **Kruskal-Wallis** non-parametric statistical test was used to analyze the project, which allows working with small samples. However, contrary to expectations, in the evaluated group (which included only 5th and 6th year medical school students), no statistical difference was observed between the three methods used ($p=0.846$). It was concluded, therefore, that the calculated value is in the area of acceptance of the null hypothesis, that is, it is accepted the hypothesis that the averages of all methods (Individual opinion, Google and Expert System) were not significantly different.

Keywords: Medicine; Artificial intelligence; Specialist medical decision support system; Bayes networks; Decision trees.

SUMÁRIO

Prefácio	1
Parte I Validação de um Sistema Especialista de Apoio à Decisão Médica	4
Capítulo 1 História dos Sistemas	5
Inteligência Artificial (IA)	5
Aprendizado de máquina (“Machine learning”).....	5
Categorias de aprendizado de máquina	6
Sistemas Especialistas (SE)	8
Vantagens da utilização de Sistemas Especialistas.....	11
Evolução dos Sistemas Especialistas	11
Do ponto de vista ético	12
Computação cognitiva	12
Capítulo 2 Princípios básicos	14
Capítulo 3 Estratégias para aquisição do conhecimento médico	16
Linguagem simbólica.....	16
Léxico (vocabulário de termos permitidos)	17
Relacionamento entre os termos do Léxico	17
Capítulo 4 As relações definem o mundo	18
Banco de dados relacional	18
Capítulo 5 O problema do compartilhamento de dados.....	20
Capítulo 6 Objetos, categorias e heranças.....	22
Objetos e categorias	22
Heranças.....	23
Capítulo 7 O problema da imprecisão	25
Raciocínio impreciso e incerto	25
Raciocínio médico	26
Probabilidade condicional - Rede Bayesiana aplicada ao diagnóstico médico ..	26
Capítulo 8 Elaboração de regras médicas	30
Capítulo 9 Planejamento e ação no mundo real	32
Definindo a sequência das ações	32
1) Algoritmos	32
2) Protocolos médicos	32
3) Árvores de decisão	33
Como selecionar um algoritmo de árvore de decisão?.....	34
Como a árvore de decisão “decide” qual atributo (nó) será dividido? ..	36

4) <i>Random Forests</i>	38
Capítulo 10 Sinopse	39
Sequência dos processos adotados no projeto	39
Diagnósticos mais prováveis distribuídos por categoria	41
Tecnologias utilizadas no projeto	42
Parte II Estudo Comparativo Avaliando Três Modalidades de Diagnóstico Médico	47
Capítulo 11 Prólogo	48
Capítulo 12 Metodologia	51
Delineamento experimental.....	51
Variáveis a serem analisadas	54
Tamanho amostral	54
Análise estatística	54
Capítulo 13 Resultados	55
Capítulo 14 Discussão	70
Análise estatística	71
Dificuldades encontradas na realização do projeto	74
Conclusões	75
Epílogo	76
Considerações finais.....	76
Projetos futuros.....	76
Referências	79
Apêndice	81
Anexos	83

Prefácio

Atualmente existem várias pesquisas tentando aplicar a inteligência artificial na área médica através dos Sistemas de Apoio à Decisão Médica (SADM). 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; e excessiva perda de tempo no fornecimento dos dados iniciais do paciente contrastando com a necessidade de respostas rápidas nos ambientes médicos ⁽¹⁾.

De nosso conhecimento, não há ferramentas brasileiras com tais características desejadas. Não identificamos estudos que tenham feito a comparação e performance de acertos entre os métodos propostos.

Há relatos de impactos do uso de sistemas de apoio à decisão para grupos em ambientes controlados, com resultados conhecidos e com indicativos globais de melhoria geral do processo decisório ⁽²⁾.

Entretanto ainda existe a oportunidade de se estudar os elementos relevantes do uso da tecnologia. Um trabalho relevante e complexo e que representa, por si só, uma inovação em termos de avaliação do apoio tecnológico.

Em virtude disso, foi desenvolvido um SADM funcionando via internet (www.danton.med.br).

A ideia é dar qualidade aos procedimentos, adotando a tecnologia como ferramenta básica. Segundo Massad, Marin e Azevedo Neto ⁽³⁾ "Quem tem mais informação, tem melhores condições para escolher e tomar decisões" (p76).

A conjunção de vários fenômenos tecnológicos e sociais impele ao surgimento de novas fórmulas e novos paradigmas em termos de organizações e de tecnologia da informação ⁽⁴⁾.

O impacto social destas novas tecnologias não é pequeno ^(5,6,7,8,9). Se por um lado possibilita uma maior agilidade nos processos de acesso e transferência de informações, capacitando pessoas e organizações a um maior conhecimento; por outro lado provocam-se mudanças na dinâmica do processo de trabalho, nas relações interpessoais e institucionais.

Todavia, apresentava-se uma grande oportunidade, contextual e tecnológica, para verificar qual o real impacto da adoção da tecnologia em processos decisórios, com o intuito de

demonstrar se prevalecerá a tendência a se obter melhoria dos procedimentos internos do processo, se será ratificada a possibilidade de facilitar a busca de consenso, se serão mais facilmente atingíveis soluções satisfatórias para situações de conflito e se realmente se propiciará obter uma decisão cuja qualidade de seu resultado possa ser percebida como melhor pelo grupo envolvido na decisão.

Com base nos resultados, poderão ser feitas as seguintes avaliações:

- avaliar o impacto das mudanças ocorridas em um processo decisório, quando a este se agrega a tecnologia e se disponibiliza, via computador, informações adicionais e suporte à tarefa de priorização e escolha de alternativas de decisão;
- avaliar os reflexos e mudanças nas atitudes dos atores envolvidos no processo decisório, quando utilizada a tecnologia;
- avaliar as mudanças de percepção do processo na ótica dos participantes deste, quando agregada a tecnologia;
- avaliar a experiência vivenciada em ambientes reais contra os resultados tradicionalmente associados a experimentos similares em ambientes controlados;
- avaliar impactos percebidos na qualidade do resultado da decisão, num contexto médico, de conflitos de interesses, de fixação de prioridades e alocação de recursos, quando tais processos adotarem um suporte tecnológico.

O processo decisório inclui participação, consenso e busca por eficiência dirigida a resultados. Há indicações seguras de que as modificações advindas da tecnologia de redes de computadores em todas as tarefas econômico-sociais são irreversíveis e viabilizam uma maior cooperação de pessoas para solucionar problemas. Torna-se interessante que os serviços de saúde incorporem técnicas de decisão, especialmente aquelas propiciadas pela tecnologia da informação, como forma de estabelecer cenários otimizados e com maior uso dos processos de comunicação à distância e a qualquer hora ⁽¹⁰⁾.

Em termos da área de estudos onde se insere esta pesquisa, a grande utilidade da informação é auxiliar na tomada de decisão, através do fornecimento ao decisor de uma maior gama de conhecimento de alternativas; sendo o projeto justificado pelo aspecto emergente das tecnologias de acesso à informação.

Diversos relatos de pesquisa que observaram a utilização de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) indicaram que este tipo de apoio tende a maximizar a performance decisória,

se olhadas variáveis chave do processo, tais como: tempo para se alcançar uma decisão, número de alternativas geradas/examinadas e satisfação com os resultados ⁽¹¹⁾.

Todavia, o fato de investigar um processo decisório de ampla significação como o de um SADM, reveste-se de características especiais, dado que o próprio objeto de estudo, em si mesmo, congrega aspectos inovadores das tecnologias de informação e comunicação aplicadas à saúde individual e coletiva, apesar de já estar estabelecido em termos de aceitação real e ser objeto de estudos sob diversas óticas.

O desafio é grande, pois sabe-se que trabalho apoiado por computador requer mudanças culturais profundas.

Hipóteses:

- É possível desenvolver um sistema especialista de apoio a decisão médica com as características acima (interface amigável, português brasileiro, rápido acesso, fácil manuseio)?
- O uso de um SADM pode agregar precisão ao diagnóstico não assistido ou à pesquisa no Google?

Objetivos:

A realização deste projeto teve dois objetivos e, portanto, foi realizado em duas etapas:

- 1) Na primeira etapa o objetivo se destinou à validação do sistema especialista citado acima, onde estão incorporadas técnicas de inteligência artificial, tendo como preocupação aspectos de desempenho, facilidade de manuseio e compreensão.
- 2) Na segunda etapa o objetivo foi observar, testar e avaliar três métodos de diagnóstico médico em ambiente real:
 - a) Método tradicional: parecer individual de um médico (ou estudante de medicina).
 - b) Utilização de ferramentas de buscas na Internet (Google®)
 - c) Utilização do respectivo sistema especialista de apoio a decisão médica.

Parte I

Validação de um Sistema Especialista de Apoio à Decisão Médica

Capítulo 1

História dos sistemas

“Compartilhe seu conhecimento com o mundo para torná-lo um lugar melhor”.
#mondaymotivation

Segundo Batista ⁽¹²⁾, um dos termos mais utilizados na área digital é **sistema**.

Um sistema é constituído de dois elementos: uma coleção de objetos, por um lado, e uma relação lógica entre eles, por outro. Esses elementos físicos e lógicos fazem com que o sistema se comporte como um organismo.

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 se 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. É um termo genérico para todas as técnicas que permitem aos computadores imitar a inteligência humana ⁽¹³⁾.

Segundo Haykin ⁽¹⁴⁾, um sistema de IA deve ser capaz de: armazenar conhecimento; aplicar o conhecimento armazenado para resolver problemas e adquirir novo conhecimento por intermédio da experiência.

Aprendizado de máquina (“Machine learning”)

É um subcampo da Inteligência Artificial. Definido por Arthur Samuel em 1959 como o “campo de estudo que dá aos computadores a habilidade de aprender sem serem explicitamente programados”.

“A arte e a ciência dos algoritmos que fazem sentido dos dados” ⁽¹⁵⁾.

Está intimamente relacionada à estatística computacional. Seu foco está em fazer previsões, baseado em propriedades conhecidas aprendidas pelos dados de treinamento.

Algoritmos cujo desempenho melhora à medida que são expostos a mais dados ao longo do tempo.

Categorias de aprendizado de máquina

Existem três grandes categorias, classificadas de acordo com a natureza do “sinal” ou “*feedback*” de aprendizado disponível (Figura 1.1).



Figura 1.1 – Categorias de aprendizado de máquina⁽¹⁶⁾.

1) **Aprendizado supervisionado:** são modelos preditivos.

Treinamento de programas de computador para aprender associações entre entradas e saídas nos dados através da análise de saídas de interesse definidas por um supervisor (normalmente humano). Depois que as associações são aprendidas com base nos dados existentes, elas podem ser usadas para prever exemplos futuros. Essa é uma das áreas mais estabelecidas de aprendizado de máquina, com vários exemplos dentro e fora da área da saúde⁽¹⁷⁾.

- a) **Classificação:** podem prever “categorias”.
 - i) *Support Vector Machines*
 - ii) *Discriminant Analysis*
 - iii) *Naive Bayes*
 - iv) *Nearest Neighbor*
 - b) **Regressão:** podem prever “valores”.
 - i) *Linear Regression, GLM*
 - ii) *SVR, GPR*
 - iii) *Ensemble Methods*
 - iv) *Decision Trees*
 - v) *Neural Networks*
 - c) **Detecção de anomalias:** podem prever padrões incomuns.
- 2) **Aprendizado não supervisionado:** são modelos descritivos.
- No aprendizado não supervisionado, o objetivo é encontrar os padrões ocultos nos dados sem o *feedback* dos seres humanos ⁽¹⁸⁾.
- a) **Clustering:** Encontra agrupamentos, ou seja, agrupa automaticamente dados com características semelhantes. Diferentemente da classificação, os grupos não são previamente conhecidos.
 - i) *K-Means, K-Medoids, Fuzzy, C-Means*
 - ii) *Hierarchical*
 - iii) *Gaussian Mixture*
 - iv) *Neural Networks*
 - v) *Hidden Markov Model*
 - b) **Algoritmos de aprendizado de regras de associação:** Ajudam a descobrir relacionamentos entre itens de dados aparentemente não relacionados.
- 3) **Aprendizado por reforço**
- Permite aprender a partir da interação com o ambiente no qual está inserido, ou seja, tenta aprender qual a melhor ação a ser tomada, dependendo das circunstâncias na qual essa ação será executada. O objetivo do aprendizado por reforço é maximizar a precisão dos algoritmos usando tentativa e erro.

Cada problema requer algum grau de compreensão do problema para aplicar o algoritmo ideal de aprendizado de máquina ⁽¹⁸⁾.

“A inteligência artificial e o aprendizado de máquina têm o potencial de ser o catalisador da transformação dos sistemas de saúde para melhorar a eficiência e a eficácia, criar espaço para cobertura universal de saúde e melhorar os resultados” ⁽¹⁷⁾.

No âmbito da IA, os sistemas que podem simular o comportamento de um humano especialista numa determinada área são chamados de Sistemas Especialistas, quer sejam engenheiros, advogados, biólogos, professores ou médicos.

Sistemas Especialistas (SE)

Os SE têm o objetivo de ajudar os não-especialistas, e servem de assistentes para o especialista. 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 ⁽¹⁹⁾.

São utilizados quando um problema não pode ser algoritmizado (não possua 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 ⁽²⁰⁾.

Na história dos SE (Figura 1.2), o primeiro sistema 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 para médicos generalistas. Este aconselhamento é bastante útil, pois nem sempre se tem acessível um médico especialista em infecções.

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

Mas o que são regras heurísticas?

Os SE possuem o seu mecanismo baseado em regras heurísticas, que são uma implicação lógica na forma:

SE <condição> **ENTÃO** <consequência 1> **SENÃO** <consequência 2>

Este tipo de sentença é a forma mais comum de representação do conhecimento.

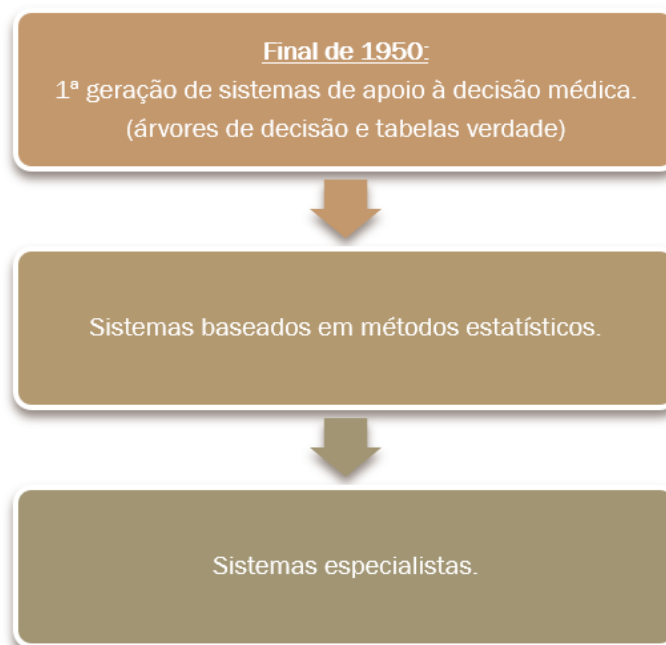


Figura 1.2 – Evolução cronológica dos sistemas de apoio à decisão médica.

De maneira geral, um SE é formado por alguns elementos básicos (Figura 1.3):

1) Interface de aquisição de conhecimento:

Interface amigável para obtenção do conhecimento do especialista, ou seja, traduz o conhecimento obtido em regras (sentenças), as quais são armazenadas na base de conhecimento.

É importante a utilização constante desse processo visando aumentar o refinamento do conhecimento adquirido pelo sistema.

2) Base de conhecimento:

Responsável por armazenar e estruturar todo o conhecimento sobre o domínio de uma aplicação. São os fatos e dados que representam o conhecimento do especialista. Informalmente, uma base de conhecimento é um conjunto de sentenças, onde cada sentença representa alguma asserção sobre o mundo.

Normalmente cada sentença segue o formato das regras (“SE... ENTÃO”) citadas anteriormente.

3) Mecanismo de inferência:

Responsável pela busca e manipulação do conhecimento armazenado, podendo utilizar regras heurísticas já implementadas, esquemas de raciocínio ou inferências. Normalmente implementa os algoritmos que decidirão quais regras serão satisfeitas

pelos fatos ou objetivos. Posteriormente prioriza e executa as regras que tiverem maior prioridade.

4) Interface com o usuário:

Responsável pela explanação e interação com o usuário final através de uma linguagem natural.

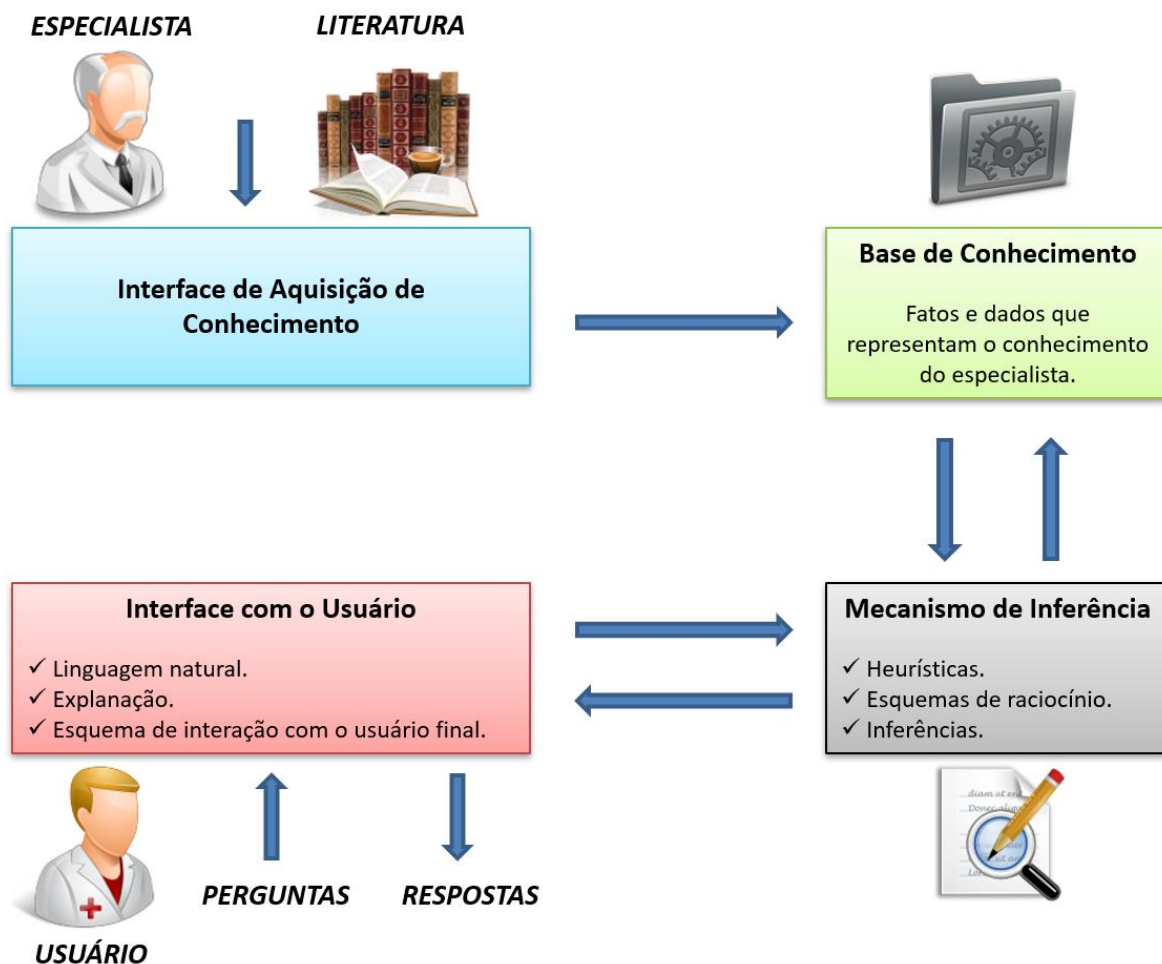


Figura 1.3 – Esquema clássico de um sistema especialista, típico de numerosas áreas de aplicação da inteligência artificial. Adaptado de Mendes ⁽²¹⁾.

Transcrevendo as palavras de Linares ⁽¹⁹⁾:

"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."

Vantagens da utilização de Sistemas Especialistas

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 de o sistema possuir inteligência e conhecimento, existem algumas vantagens diferentes em relação aos modelos tradicionais ⁽²¹⁾:

- O conhecimento do especialista pode ser distribuído: pode ser compartilhado 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;
- É adequado para treinamento de grupos de pessoas;
- Não é influenciado por elementos externos a ele: elimina erros devido à pressão do ambiente.

Evolução dos Sistemas Especialistas

Os sistemas de apoio à decisão clínica (SAD) tiveram um momento de auge nos anos 70 com os primeiros experimentos utilizando técnicas bayesianas e encadeamento de regras. Os resultados não eram ruins, ao contrário, eram promissores. Mas os sistemas especialistas empacaram, continuaram apenas como objeto de estudo acadêmico, com alguns exemplos interessantes disponíveis publicamente na internet, mas sem uso prático extensivo. Um dos motivos alegados para este fato foi o receio paralisante de que os produtores de software de apoio à decisão pudessem ser responsabilizados por 'erros médicos' provocados, mesmo que indiretamente, pelo uso, ou mau uso, dos sistemas. Com a tradição norte-americana de seguros e indenizações vultosas por erros médicos, os fornecedores de software julgaram arriscado assumir riscos nesse mercado. O assunto parecia esquecido, mas, nos últimos anos, o interesse pelos sistemas de apoio à decisão clínica está sendo retomado pelo caminho da integração com outras ferramentas de prontuário eletrônico e com maior abrangência ⁽²²⁾.

O sistema especialista **não** foi feito para substituir o médico especializado em determinada área, mas para ajudar o clínico geral do pronto-socorro de uma pequena cidade a diagnosticar corretamente uma doença. "Quanto menos avançado é o centro médico, mais se precisa de apoio à decisão", diz Sigulem ⁽²³⁾.

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.

[...]

Segundo o presidente do Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo (CREMESP), Renato Azevedo Júnior, por consulta médica entende-se anamnese, exame físico, diagnóstico e proposta de tratamento. “É uma infração ética prescrever qualquer procedimento ou mesmo dar uma segunda opinião sem examinar diretamente o paciente” ...

O 1º secretário do CFM, Desiré Callegari, comenta que a realização de consulta à distância deve ser denunciada como má prática, independentemente da evolução do paciente. “É permitido prestar esclarecimentos a respeito de doenças ou procedimentos, como um serviço genérico a leigos. De forma nenhuma o médico pode se debruçar sobre um caso verídico sem examinar o paciente e dizer, ainda que em tese, qual o diagnóstico e tratamento”, continua.

Até a telemedicina, cuja regulamentação está em análise no CFM, sempre necessita de atendimento médico presencial. “Este recurso é usado, por exemplo, quando o generalista de uma região distante tem dúvida sobre um caso e recebe o auxílio de um colega mais bem capacitado, por meio de teleconferência. Ninguém vai ensinar um leigo a fazer um procedimento com ajuda de equipamentos visuais”, explica Callegari. Segundo Christina Hajaj Gonzalez, presidente do Comitê de Psiquiatria na Associação Paulista de Medicina (APM), em tratamentos prolongados, é plausível ajustar a medicação à distância, se o paciente já tiver sido examinado pessoalmente. Quando feito pela internet, o contato deve se restringir ao diálogo.

[...]

“A relação médico-paciente é insubstituível. Interferências podem induzir a conclusões errôneas” ⁽²⁴⁾.

Computação cognitiva

A computação cognitiva envolve sistemas de autoaprendizagem usando aprendizado de máquina, reconhecimento de padrões e processamento de linguagem natural para imitar a operação dos processos de pensamento humano.

O objetivo da computação cognitiva é criar modelos computadorizados automatizados que possam resolver problemas sem assistência humana ⁽¹⁸⁾.

O sistema de computador chamado **Watson** é uma plataforma de serviços cognitivos da IBM para negócios ⁽²⁵⁾. Foi criado para auxiliar profissionais, desenvolvedores, startups e empresas a construir sistemas cognitivos que possam melhorar processos, interações e ações.

Ele foi apresentado mundialmente em 2011, durante um programa americano de perguntas e respostas chamado “*Jeopardy!*”. Na época, ele foi um dos participantes e desafiou dois grandes vencedores da história do *quiz*. Na ocasião, ele apenas conseguia ler textos e responder perguntas. Hoje, já possui diferentes serviços como reconhecimento e análise de

vídeos e imagens; interação por voz; leitura de grandes volumes de textos; criação de assistentes virtuais; entre outros. Esse sistema da IBM está disponível em nuvem, portanto não se trata de um supercomputador, um robô ou um hardware de grandes proporções, e sim uma plataforma.

É um sistema para processamento avançado, recuperação de informação, representação de conhecimento, raciocínio automatizado e tecnologias de aprendizado de máquinas.

O sistema foi escrito em diversas linguagens de programação, incluindo **Java**, **C++** e **Prolog**.

De acordo com a IBM, “mais de 100 técnicas diferentes são utilizadas para analisar a linguagem natural, identificar origem, localizar e gerar hipóteses, localizar e marcar evidências e juntar e ordenar hipóteses.”

As fontes de informação do Watson são enciclopédias, dicionários, artigos e trabalhos literários. Além disso o Watson também usa bases de dados, ontologias e taxonomias.

Em média, o Watson consegue processar 500 gigabytes, o equivalente a um milhão de livros por segundo.

Atualmente o Watson é utilizado por empresas do mundo todo, nos mais diversos ramos, principalmente na medicina, finanças e atendimentos.

Capítulo 2

Princípios básicos

*“Nem tudo pode ser provado. Já que, de outra maneira, a cadeia das provas seria interminável.
Como temos de começar nalgum sítio, começamos com coisas que admitimos,
mas que são indemonstráveis”.*
Aristóteles

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 e citado por Andrade ⁽²⁶⁾.

Nesse sentido, esta é a metodologia adotada pelos médicos no processo de obtenção do diagnóstico do paciente:

- 1) Entrevista médica (anamnese), onde são enumerados os sinais e sintomas do paciente.
- 2) Exame físico do paciente, como complementação da história clínica.
- 3) Definição das hipóteses diagnósticas, fazendo um *ranking* das hipóteses mais prováveis.

Isso serve para nortear os passos seguintes.

- 4) Comprovar a hipótese diagnóstica mais provável utilizando-se de exames complementares (laboratoriais e/ou de imagem).

Eles servirão para confirmar ou refutar a hipótese levantada.

Se confirmado o diagnóstico, iniciar o tratamento; caso contrário, as demais hipóteses serão analisadas.

Seguindo este raciocínio, foi adotado o entendimento de filósofos e grandes pensadores⁽²⁷⁾ tais como:

David Hume (1711 - 1776):

Dizia que a experiência poderia ser quebrada em elementos básicos.

Thomas Hobbes (1588 - 1679):

“Raciocinar é, na verdade, lidar com parcelas”.

René Descartes (1596 - 1650):

Afirmava que qualquer problema poderia ser dividido em seus elementos básicos e isoláveis; e o complexo poderia ser explicado em função de combinações regulares de tais elementos primitivos.

Immanuel Kant (1724 - 1804):

Sustentava que todos os conceitos eram, na realidade, regras.

Ex.: Se tem quatro patas, late e balance o rabo, então é um cachorro.

Edmund Husserl (1859 - 1938):

Argumentava que os conceitos eram hierarquias de regras, regras essas que continham outras regras subordinadas a elas.

Ex.: A regra para o reconhecimento de cachorros, continha uma sub-regra para o reconhecimento de rabos.

Neste contexto, o objetivo básico e primordial do projeto foi voltado para a aquisição do conhecimento médico; pois, sem ele, não haveria como raciocinar sobre qualquer hipótese diagnóstica.

Capítulo 3

Estratégias para aquisição do conhecimento médico

“A excelência é fazer algo comum de maneira incomum”.
Booker Whashington

A aquisição do conhecimento pode ser definida como o processo de extrair, estruturar e organizar o conhecimento oriundo de várias fontes. É a atividade inicial do processo de *Engenharia do Conhecimento* e é considerada o gargalo na construção de sistemas especialistas.

O objetivo é criar uma representação do conhecimento sobre o domínio e dos requisitos necessários.

Segundo Rabuske ⁽²⁸⁾, representa-se o conhecimento para posteriormente recuperá-lo, para raciocinar com ele e para adquirir mais conhecimento.

A base de conhecimento médico usualmente:

- Inclui um léxico^I (vocabulário de termos permitidos) e
- Especifica o relacionamento entre os termos deste léxico.

Linguagem simbólica

A linguagem é a expressão do pensamento e da experiência, sendo que a linguagem simbólica faz o uso de símbolos e representações para o estabelecimento da comunicação.

Em informática há a necessidade de se fazer uso de símbolos e/ou palavras para designar qualquer entidade^{II} (exemplo: sintomas, doenças, medicamentos, exames etc.), pois a maioria das informações armazenadas nas tabelas do banco de dados estão no formato de números.

Em outras palavras, a linguagem simbólica serviria de “ponte” para estabelecer essa comunicação.

^I Quanto maior for o vocabulário (conjunto de palavras), maior a possibilidade de escolha da palavra mais adequada ao intento expressivo.

^{II} Entidade é qualquer coisa (concreta ou abstrata), incluindo associações entre entidades, abstraídas do mundo real.

Léxico (vocabulário de termos permitidos)

Num primeiro momento, visando uma padronização ampla deste “*vocabulário de termos permitidos*” (léxico), foram incluídas todas as doenças e sintomas da Classificação Internacional de Doenças (tabela **CID 10**), em virtude de já estarem devidamente classificados por categorias e organizados de forma hierárquica.

A CID foi desenvolvida em 1993 e é publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), com revisões periódicas. Ela contém a classificação das doenças e de uma grande variedade de sinais e sintomas, onde cada estado de saúde é atribuído a uma única categoria, à qual corresponde um código (contendo até 6 caracteres).

A seguir, foi incorporada a tabela fornecida pelo departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), onde estão incluídos de forma padronizada e unificada os **Medicamentos**, **Exames** e **Procedimentos** médicos (clínicos e cirúrgicos); todos também já devidamente classificados por categorias e organizados de forma hierárquica.

Complementando esse conhecimento semântico, também foram incorporados nesse léxico (*dicionário*) os vocábulos rotineiramente utilizados na prática médica e que ainda não estavam presentes nestas duas tabelas anteriores.

Visando tornar o projeto confiável e fidedigno ao domínio de interesse, foram utilizados como fontes de conhecimento apenas livros, periódicos e sites médicos de instituições renomadas.

Relacionamento entre os termos do Léxico

O passo seguinte foi a elaboração dos respectivos relacionamentos entre todos estes itens entre si, ou seja, os relacionamentos existentes entre as doenças, sintomas, medicamentos, exames, procedimentos médicos e tratamentos.

Capítulo 4

As relações definem o mundo

*“A mudança não assegura necessariamente progresso,
mas o progresso implacavelmente requer mudança”.*
Henry S. Commager

Basicamente, tudo que existe na mente humana possui uma relação.

Não se pode conceber a existência de qualquer objeto no mundo sem que ele tenha uma relação no tempo e espaço. Em resumo: tudo é relação. A relação entre os objetos é o que os define no mundo.

“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!” ⁽²⁹⁾.

Porém, relação não é o conhecimento em si, mas um fator fundamental para que o conhecimento exista.

Seguindo este raciocínio, é natural transpormos isso para a área médica levando-se em consideração todas as relações existentes entre as doenças e suas possíveis causas e consequências.

Na área de informática, a ferramenta ideal para lidar com estes relacionamentos são os chamados bancos de dados relacionais.

Banco de dados relacional

Um banco de dados é uma aplicação que lhe permite armazenar e obter de volta dados com eficiência.

Os bancos de dados relacionais surgiram em meados da década de 1970, e o que os torna relacionais são a maneira como os dados são armazenados e organizados no banco de dados.

Num banco de dados relacional, todos os dados são guardados em tabelas.

Uma tabela é uma simples estrutura de linhas e colunas. E um banco de dados pode conter uma ou centenas de tabelas.

As tabelas associam-se entre si por meio de regras de relacionamentos, que consistem em associar um ou vários atributos de uma tabela com um ou vários atributos de outra tabela (Figura 4.1).

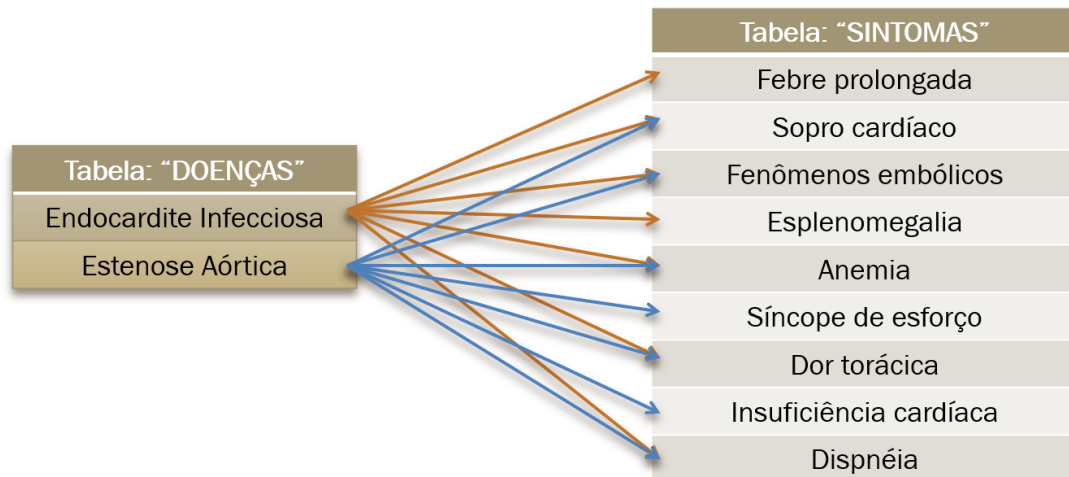


Figura 4.1 – Esquema ilustrativo de como seriam as relações entre tabelas (Doenças e Sintomas) num banco de dados relacional.

Apenas dados que tenham sido “*normalizados*” podem ser considerados relacionais.

A normalização de dados é o processo de organização de campos e tabelas em um banco de dados relacional visando minimizar a redundância dos dados e possibilitar um maior desempenho nas pesquisas.

A linguagem padrão dos Bancos de Dados Relacionais é a *Structured Query Language*, ou simplesmente **SQL**, como é mais conhecida.

Capítulo 5

O problema do compartilhamento de dados

“Se enxerguei mais longe foi porque estive nos ombros de gigantes”.
Isaac Newton

Uma das grandes dificuldades ao se iniciar qualquer projeto na área médica é lidar com palavras diferentes, mas que possuem o mesmo significado. Isso é válido tanto para as doenças (com seus famosos epônimos), quanto para os sinais/sintomas, exames complementares, medicamentos ou procedimentos médicos.

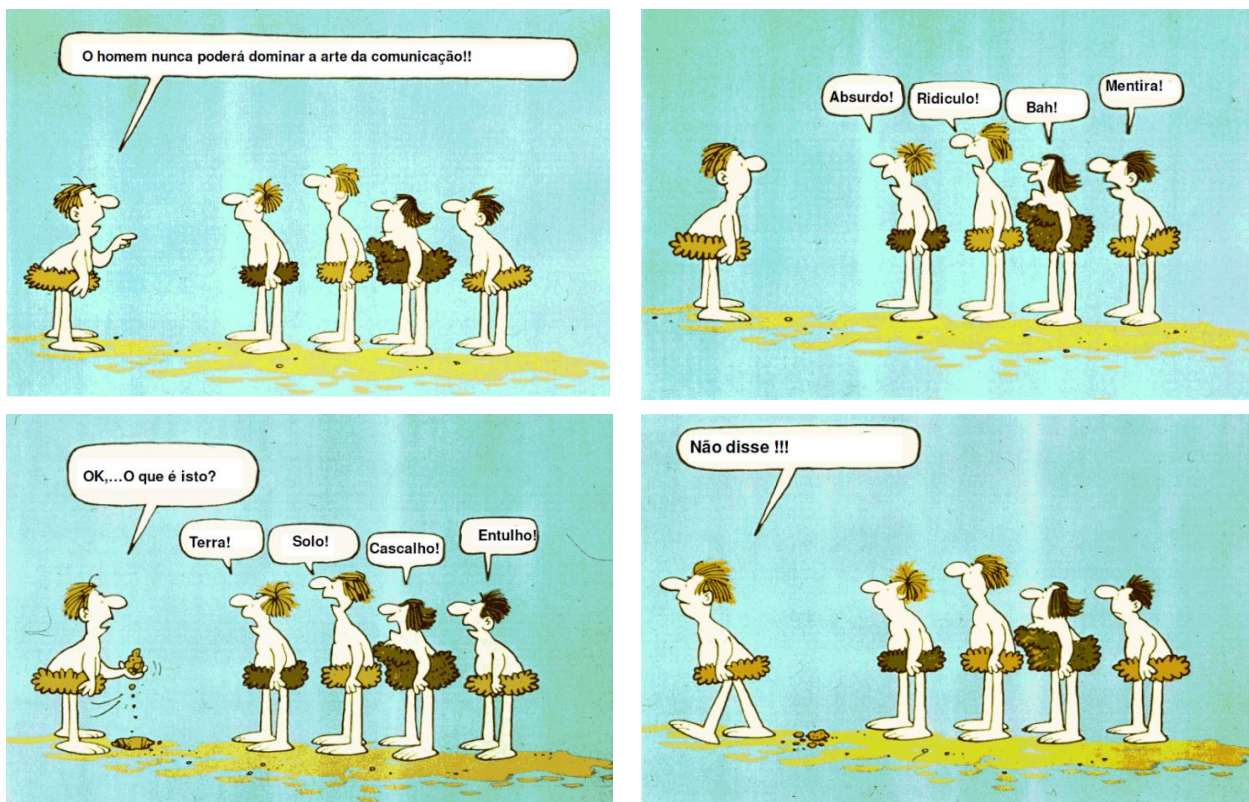


Figura 5.1 – Caricatura ilustrando a dificuldade no compartilhamento de dados, tendo em vista que palavras diferentes podem conter o mesmo significado ⁽³⁰⁾.

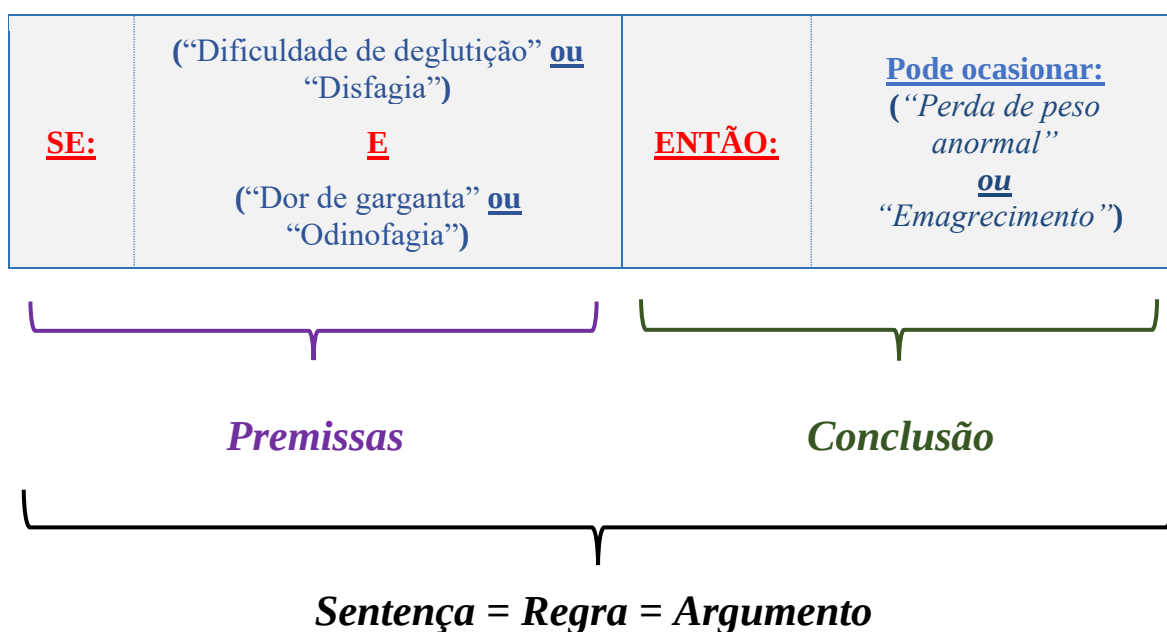
Pensando nisso, é imprescindível a criação de tabelas contendo os possíveis sinônimos para todos os itens. Isso evita a duplicidade dos dados e mantém a integridade do banco de dados relacional.

Palavras sinônimas	
Ácido Fólico	 
Folato	 
Vitamina B9	 
1	

Figura 5.2 – Tela de exemplo do sistema contendo palavras sinônimas para o mesmo medicamento.

Este processo visa aumentar a interatividade com o usuário e facilitar a localização de itens.

Exemplo de uma regra (argumento) utilizando-se sinônimos:



Um argumento^I é um conjunto de proposições^{II}.

Cada argumento (regra) contém em sua estrutura pelo menos duas proposições: sendo que uma proposição é a **Premissa** (referida como *evidência*) e a outra proposição é a **Conclusão** (*hipótese* baseada nessa premissa ou premissas).

Lembrando que as hipóteses (conclusões) de uma regra podem se tornar evidências (ou premissas) numa outra regra.

Portanto, raciocinar ou inferir é retirar conclusões a partir das premissas.

^I Alguns autores utilizam a palavra “argumento” como sinônimo de “sentença” para designar uma regra.

^{II} Proposições são afirmações de que tal situação está ocorrendo.

Capítulo 6

Objetos, categorias e heranças

“O difícil nós fazemos agora, o impossível leva um pouco mais de tempo”.
Ben Gurion

Objetos e categorias

Na vida real, um objeto é qualquer entidade a qual podemos dar um nome. Em programação orientada a objetos, é uma instância (ou seja, um exemplar) de uma classe.

Uma classe (categoria) é um conjunto de objetos com características similares.

Uma maneira de representar uma base de conhecimento é usar um modelo de objeto (geralmente chamado de ontologia) com classes, subclasses e instâncias.

Ontologias são utilizadas como uma forma de representação de conhecimento sobre o mundo ou alguma parte deste, onde podem ser realizadas inferências sobre os objetos deste domínio.

Ontologias geralmente contêm representações e descrições de:

- *Objetos* básicos encontrados no domínio;
- *Classes (categorias)*: conjuntos, coleções ou tipos de objetos;
- *Atributos*: propriedades, características ou parâmetros que os objetos podem ter e compartilhar;
- *Relacionamentos*: as formas como os objetos podem se relacionar com outros objetos.

Cada objeto é capaz de armazenar estados através de seus atributos (por vezes referidos como “campos”, “membros de dados” ou “propriedades”).

Os atributos indicam as possíveis informações armazenadas por um objeto de uma classe.

Exemplo: na classe “Doenças”, o objeto “Hepatite viral” teria como atributos “Sintomas”, “Exames”, “Medicamentos”, etc.

A organização de objetos em categorias é uma parte vital da representação do conhecimento. Embora a interação com o mundo ocorra no nível de objetos individuais, uma grande parte do raciocínio tem lugar no nível de categorias ⁽³¹⁾.

Heranças

Herança é um dos pontos chave da programação orientada a objetos, ou seja, é baseada no princípio de que classes compartilham atributos e métodos, através de “heranças”.

A ideia de herança é facilitar a programação ao reduzir a replicação de códigos. Em uma base de dados de conhecimento, as ocorrências de uma classe devem ter todas as propriedades de classes mais gerais das quais são membros.

Exemplo: O objeto “*Hepatite viral crônica B*” herdaria todos os atributos e características do objeto “*Hepatite viral crônica*”, que por sua vez, herdaria também todos os atributos e características do objeto “*Hepatite viral*”, e este herdaria as especificações do grupo “*Hepatites*”.

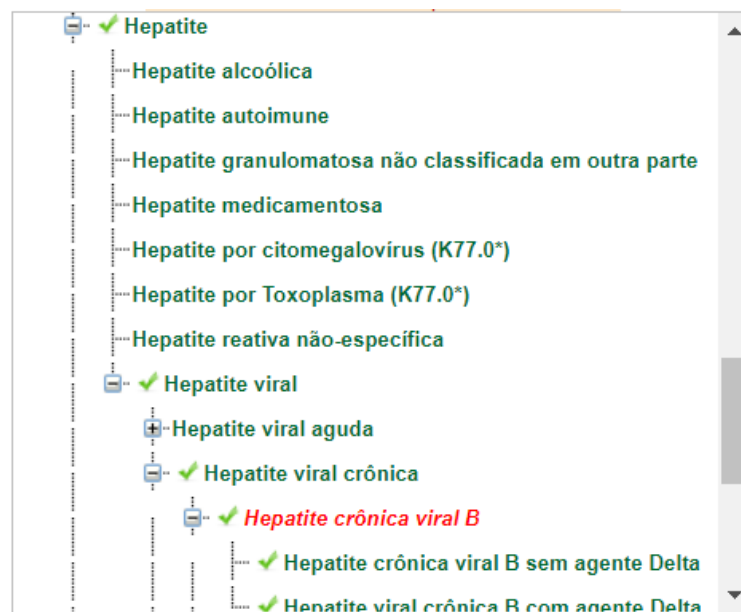


Figura 6.1 – Tela de exemplo onde são mostradas algumas doenças (objetos) distribuídas hierarquicamente em suas categorias.

Tendo em vista que o raciocínio médico é mais baseado em probabilidades ⁽²⁶⁾ e que existem métodos para representar a imprecisão e/ou incerteza, torna-se interessante adotar o

uso das Redes de Bayes, visando uma inferência mais aproximada em relação à realidade. Assim, vamos começar a discorrer sobre imprecisão e incerteza.

Capítulo 7

O problema da imprecisão

*“É impossível eliminar a incerteza:
o máximo que podemos fazer é reduzi-la a um leque finito de alternativas mais prováveis”.*
Planejamento Estratégico

Raciocínio impreciso e incerto

A incerteza e a imprecisão das informações podem ser consideradas como a falta de informação adequada para a tomada de decisão. Tratar um problema impreciso ou incerto como preciso e determinístico pode impedir o encontro da melhor decisão podendo igualmente causar uma má decisão. Na medicina, a incerteza pode impedir o melhor tratamento para um paciente ou contribuir para uma terapia incorreta.

Um número de teorias foram criadas para o tratamento da incerteza e imprecisão. Estas incluem probabilidade clássica, probabilidade Bayesiana, teoria de Dempster-Shafer e a teoria de conjuntos nebulosos de Zadeh.

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.

Diz-se que existe incerteza numa informação quando não se tem certeza absoluta dela ser verdadeira ou não. Geralmente é representado por um valor numérico que indica o grau de certeza. Este valor pode encontrar-se no intervalo de $[0, 1]$, onde 1 indica que se está certo de que o fato é verdadeiro e 0 indica que se está certo de que o fato não é verdadeiro ⁽¹⁹⁾.

As informações clínicas iniciais dos pacientes são frequentemente imperfeitas, subjetivas ou não específicas. E mesmo assim os médicos ainda são capazes de chegar a conclusões a respeito desses dados.

Segundo Sir William Osler, a “medicina é a arte da incerteza e a ciência da probabilidade”.

Geralmente as possíveis hipóteses diagnósticas são numerosas.

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.

Raciocínio médico

A certeza diagnóstica não é matemática, é probabilística. O diagnóstico correto é o diagnóstico mais provável.

O raciocínio probabilístico é destinado a situações onde não se conhece todo o escopo do problema.

Segundo Russel & Norvig ⁽³¹⁾, “A principal vantagem do raciocínio probabilístico sobre o raciocínio lógico é o fato de que agentes podem tomar decisões racionais mesmo quando não existe informação suficiente para se provar que uma ação funcionará”.

Thomas Bayes (1701–1761) foi um estatístico inglês, filósofo e ministro presbiteriano que ficou conhecido por formular um caso específico do teorema que leva o seu nome: o teorema de Bayes; o qual descreve a probabilidade de um evento, baseado em um conhecimento *a priori* que pode estar relacionado ao evento.

Apesar da só recente divulgação do teorema de Bayes entre alguns médicos, é importante enfatizar que os médicos experientes sempre o empregaram, ainda que intuitivamente, em todas as etapas do processo diagnóstico. Quando os antigos clínicos afirmavam ser a clínica soberana, face aos exames laboratoriais, estavam, sem o saber, raciocinando bayesianamente. Quando afirmavam ser melhor pensar em doenças comuns, ainda que com manifestações atípicas, em lugar de manifestações típicas de raridades, estavam, intuitivamente, aplicando o teorema de Bayes ⁽²⁶⁾.

Probabilidade condicional - Rede Bayesiana aplicada ao diagnóstico médico

A probabilidade condicional é vista como uma medida de crença (certeza) no evento, dadas todas as evidências disponíveis ⁽³²⁾.

As probabilidades são números sem unidades. A teoria da probabilidade atribui a cada sentença (regra) um grau numérico de crença que varia entre 0 e 1.

O teorema de Bayes permite a construção de modelos de redes para raciocinar sob a incerteza, de acordo com as leis da teoria da probabilidade.

- Permite a representação do conhecimento em um domínio incerto.
- Pode ser usada para captar o conhecimento incerto de modo natural e eficiente.

Para explicar a regra de Bayes, é necessário assumir que os eventos de interesse são independentes¹ e mutuamente exclusivos.

Tudo isso significa que cada evento não afeta a probabilidade de que o outro aconteça e que cada evento não possa ter mais de um resultado.

De acordo com Russell & Norvig ⁽³¹⁾, 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.

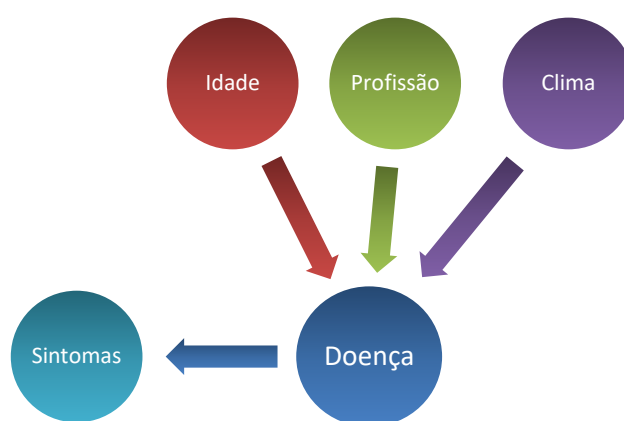


Figura 7.1 – Exemplo de Rede Bayesiana aplicada ao diagnóstico médico. Adaptado de Karcher ⁽³³⁾.

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 pontuações, sendo atribuídos pontuações positivas para testes ou achados clínicos em função principalmente da **especificidade** (se presentes ou positivos) e pontuações negativas em função da **sensibilidade** (se ausentes ou negativos) ⁽²⁶⁾.

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

O teorema de Bayes permite calcular a probabilidade de uma hipótese, ou seja, ele divide a parcela do evento (sobre a qual desejamos calcular a probabilidade) pela probabilidade total do evento. Por exemplo, o fato de uma pessoa ter uma doença, ser verdade, com base em um determinado evento.

¹ Embora esta suposição de independência seja obviamente problemática.

$$P(D|E) = \frac{P(E|D) \times P(D)}{[P(D) \times P(E|D)] + [P(-D) \times P(E|-D)]}$$

$P(D|E)$: Probabilidade de ser uma Doença baseado num determinado Evento.

$P(D)$: Probabilidade da Doença na população.

$P(E|D)$: Probabilidade do Evento na Doença.

$P(-D)$: Probabilidade que a população não tenha a doença.

$P(E|-D)$: Probabilidade que a população não apresente o evento.

O teorema de Bayes transforma uma crença prévia (probabilidade “*a priori*”, probabilidade pré-teste), através da verossimilhança^I (dados clínicos, resultado do exame), em uma crença posterior (probabilidade “*a posteriori*”, probabilidade pós-teste).

De acordo com Roque⁽³⁴⁾:

Na literatura estatística, a probabilidade $P(D)$ é chamada de probabilidade *a priori*^{II}, pois na ausência de qualquer outra informação sobre um paciente a probabilidade de que ele tenha a doença é a fornecida por este valor. Em geral, este é um valor epidemiológico obtido a partir de estudos estatísticos com amostras contendo milhares de pessoas retiradas de uma população. Este valor é chamado de **Prevalência** (incidência) da doença na população.

Já a probabilidade que se deseja conhecer, $P(D|E)$, é chamada de probabilidade *a posteriori*^{III}, pois será estimada depois que se sabe que o paciente tenha o Evento (E). A dificuldade de se usar a Regra de Bayes como base de diagnósticos é que, em geral, é difícil obter boas estimativas das probabilidades necessárias.

Contudo a abordagem Bayesiana apresenta alguns inconvenientes:

- Só é matematicamente correta se os eventos respeitarem a independência estatística.
- Requer a existência de valores difíceis de obter – Probabilidades *a priori*.
- Não admite incerteza associada às evidências.
- Alguns problemas em que os dados ou a informação está continuamente a ser alterada é necessário recalcular as probabilidades.
- Em bases de conhecimento de dimensão apreciável, torna-se difícil efetuar alterações dado que se tem de verificar $P(H_1) + P(H_2) + \dots + P(H_n) = 1$

Exemplo da Regra de Bayes:

Considerando que uma doença (D) acomete 0,1% da população (Probabilidade = 0,001) e supondo que um teste é capaz de identificar 99% das pessoas que efetivamente têm a doença,

^I Razão de verossimilhança (*Likelihood ratio*) é uma forma de descrever o desempenho de um exame diagnóstico, pois resume sensibilidade e especificidade num só índice. Portanto, pode ser usada para calcular a probabilidade de uma doença com base no exame positivo ou negativo.

Razão de verossimilhança = Sensibilidade / (1 – Especificidade)

^{II} Probabilidade *a priori* é também chamada de probabilidade incondicional. É o grau de crença acordado para a proposição *na ausência de quaisquer outras informações*.

^{III} Probabilidade *a posteriori* é também chamada de probabilidade condicional.

mas ele também é capaz de identificar incorretamente apenas 1% das pessoas que não tem a doença.

Isto quer dizer que um evento (resultado do exame) é compartilhado tanto por pessoas com a doença como por pessoas sem a doença (uma situação muito comum).

Portanto, dado que a pessoa tenha o exame (E) alterado, qual seria a probabilidade de que ela realmente tenha a doença?

Então tem-se o seguinte:

$P(D)$: 0,001 (0,1%)

$P(E|D)$: 0,99 (99%)

$P(-D)$: $1 - P(D) = 0,999$

$P(E|-D)$: 0,01

$$P(D|E) = \frac{0,99 \times 0,001}{[0,001 \times 0,99] + [0,999 \times 0,01]} = 0,09 = 9\%$$

Ou seja, caso a pessoa tenha o exame (E) alterado, haverá 9% de chances de que ela tenha a doença (D).

Com base nesta estimativa, o médico pode definir uma estratégia para a solicitação de novos (e mais específicos) exames, visando verificar se de fato o paciente tem a doença.

Caso se tivesse conhecimento das probabilidades a priori da ocorrência de todas as possíveis doenças D na população, e fossem conhecidas as probabilidades condicionais de ocorrência de todos os possíveis exames, em qualquer número, nas diferentes doenças, o uso da Regra de Bayes permitiria que se estimasse as probabilidades a posteriori de todas as doenças dados quaisquer exames apresentados por um paciente.

Desta maneira, o trabalho de diagnóstico de um médico consistiria em refazer as contas da regra de Bayes a cada novo exame que fosse descoberto no paciente, para diagnosticar a doença mais provável ⁽³⁴⁾.



“A dificuldade de se usar a Regra de Bayes como base de diagnósticos é que, em geral, é difícil de se obter boas estimativas das probabilidades necessárias” ⁽³⁴⁾.

Em virtude disso, a cada novo evento inserido no banco de dados do projeto (seja uma doença, sintoma, exame, etc), caso não seja informada a probabilidade, o sistema calcula automaticamente uma média das probabilidades já informadas previamente para cada tipo de evento.

Capítulo 8

Elaboração de regras médicas

“Dificuldades reais podem ser resolvidas; apenas as imaginárias são insuperáveis”.
Theodore N. Vail

Levando-se em conta que as regras de inferência são sentenças expressas como declarações do tipo “**SE... ENTÃO**”, o passo inicial do projeto foi estabelecer que o tipo de relacionamento entre **Premissas** e **Conclusões** seria do tipo “Pode ocasionar” (Figura 8.1).

PREMISSAS:		TIPO REGRA:	CONCLUSÕES: ☒ ENTÃO... ☐ SENÃO...	
	SE:	00 - ▾		ENTÃO: Pode ocasionar:
1	Doença: Síndrome de Beckwith-Wiedemann = VERDADE	→	1	Doença: Macroglossia = VERDADE
			2	Doença: Macrossomia fetal = VERDADE
			3	Doença: Microcefalia = VERDADE
			4	Doença: Exonfalia = VERDADE
			5	Doença: Hérnia umbilical = VERDADE
			6	Doença: Outras hipoglicemias neonatais = VERDADE
			7	Doença: Diástase do Reto Abdominal = VERDADE
				Probab.

Figura 8.1 – Exemplo de sentença (regra) informando que, entre a **Premissa** e a **Conclusão**, o relacionamento é do **tipo** “Pode ocasionar”; ou seja, nesta regra está sendo afirmado que **SE** existir a doença “[Síndrome de Beckwith-Wiedemann](#)”, **ENTÃO** ela “Pode ocasionar” outras doenças, tais como: [Macroglossia](#), [Macrossomia fetal](#), [Microcefalia](#), etc.

Porém, tendo em vista que no mundo real existem diferentes tipos de relacionamentos entre os objetos, também houve a necessidade de transportar este tipo de conceito para o projeto, ou seja, foi observada a necessidade de serem elaboradas regras que dessem uma melhor ideia do tipo de relacionamento existente entre as proposições das sentenças contidas na base de conhecimento, assim foram elaborados outros tipos de relacionamentos visando uma melhor representação do conhecimento médico (Figura 8.2).

Tipos de relações entre “Premissas” e “Conclusões”:	
00 - Pode ocasionar:	
01 - Divide-se em:	
02 - Ocorre preferencialmente em:	
03 - Pode regredir:	
04 - Vetor - pode transmitir as seguintes doenças:	
05 - Necessita de:	
06 - Equivalente (a qualquer um destes):	
07 - Evitar:	
08 - Contraindicação:	
09 - Geralmente está associado a:	
10 - É fator de risco para:	
11 - Pode exacerbar (ou estimular):	
12 - Necessita excluir (ou afastar) a possibilidade de:	
13 - Itens opostos:	
14 - Há indicação de:	
15 - Pode precipitar (ou desencadear):	
16 - Não cobre:	
17 - Rastreamento preventivo necessário:	
18 - Está descartada (ou rejeitada) a possibilidade de:	
19 - Sempre implica que:	
20 - Pode ser inferido que:	
21 - É sinal patognomônico de:	
22 - Reduz o risco de:	
23 - Itens (atributos) semelhantes:	

Figura 8.2 – Diferentes tipos de relacionamentos elaborados ao longo do desenvolvimento do projeto.

PREMISSAS:		TIPO REGRA:	CONCLUSÕES:
SE:		11 -	ENTÃO: Pode exacerbar (ou estimular):
1	Doença: Doença de refluxo gastroesofágico = VERDADE		1 Doença: Asma

Figura 8.3 – Outro exemplo de sentença (regra) informando que, entre a **Premissa** e a **Conclusão**, o relacionamento é do tipo “Pode exacerbar (ou estimular)”, ou seja, **SE** existir a “[Doença de refluxo gastroesofágico](#)”, **ENTÃO** ela “Pode exacerbar (ou estimular)” a doença [Asma](#).

PREMISSAS:		TIPO REGRA:	CONCLUSÕES:	
SE:		20 -	ENTÃO: Pode ser inferido que:	Probab.
1	Doença: Doença renal em estágio final = VERDADE		1 Doença: Doenças isquêmicas do coração = VERDADE	0.75

Figura 8.4 – Outro exemplo de sentença (regra) informando que, entre a **Premissa** e a **Conclusão**, o relacionamento é do tipo “Pode ser inferido que”, ou seja, **SE** existir a “[Doença renal em estágio final](#)”, **ENTÃO** “Pode ser inferido que” existam [Doenças isquêmicas do coração](#) (75% de probabilidade).

Capítulo 9

Planejamento e ação no mundo real

“Os navios estão a salvo nos portos, mas não foi para ficar ancorados que eles foram criados”.

William Shedd

Conforme citado por Linden ⁽³⁵⁾, os problemas do mundo real podem ser resolvidos por intermédio de técnicas de busca, bastando definir onde o problema se inicia e o objetivo aonde se deseja chegar.

Definindo a sequência das ações

Até agora foram discutidos eventos ou ações que são realizadas de modo imediato, sem levar em consideração um planejamento de ações que fossem realizadas de modo sequencial.

1) Algoritmos

Dentro da Ciência da Computação, um algoritmo é uma sequência finita de ações executáveis (processo ou conjunto de regras) que são seguidas para resolver um determinado tipo de problema.

Um algoritmo diz ao computador os passos específicos e em que ordem eles devem ser executados. São, portanto, o que permitem que os computadores trabalhem com dados e façam previsões a partir deles.

Fluxograma é uma representação esquemática (tipo de diagrama) de um processo ou algoritmo.

2) Protocolos médicos

São diretrizes médicas com o objetivo de orientar decisões e critérios relativos ao diagnóstico, manejo e tratamento em áreas específicas da saúde ⁽³⁶⁾.

Estão em uso há milhares de anos durante toda a história da medicina e devem ser baseados em evidência científica e considerar critérios de eficácia, segurança, efetividade e custo-efetividade das tecnologias recomendadas ⁽³⁷⁾. Desse modo, organizam e facilitam a

tomada de decisões promovendo uma padronização das condutas médicas; com isso há uma diminuição do risco de erros e de eventos adversos. Portanto, servem como importante apoio na tomada de decisão pelo médico, uma vez que ele saberá exatamente qual conduta adotar diante de um determinado quadro clínico do paciente.

3) Árvores de decisão

Grafos são modelos matemáticos que representam relações entre objetos. São constituídos por um conjunto de Vértices e Arestas.

Por definição, uma “**árvore de decisão**” é um **grafo** simples conexo e sem ciclos.

Uma árvore de decisão usa métodos de ramificação para ilustrar um curso de ação e vários resultados, sendo considerado um fluxograma que ajuda a tomar decisões levando em consideração possíveis resultados. Ajuda a avaliar e analisar cenários e consequências que você normalmente não imaginaria ⁽³⁸⁾.

As árvores de decisão são uma excelente maneira de lidar com decisões complexas, que envolvem muitos fatores diferentes e geralmente envolvem certo grau de incerteza ⁽³⁹⁾.

Para que uma árvore de decisão seja eficaz, ela deve conter todas as possibilidades, ou seja, todas as vias possíveis e sequências de eventos. Além disso, os eventos devem ser mutuamente exclusivos; em outras palavras, se um evento acontece, o outro não.

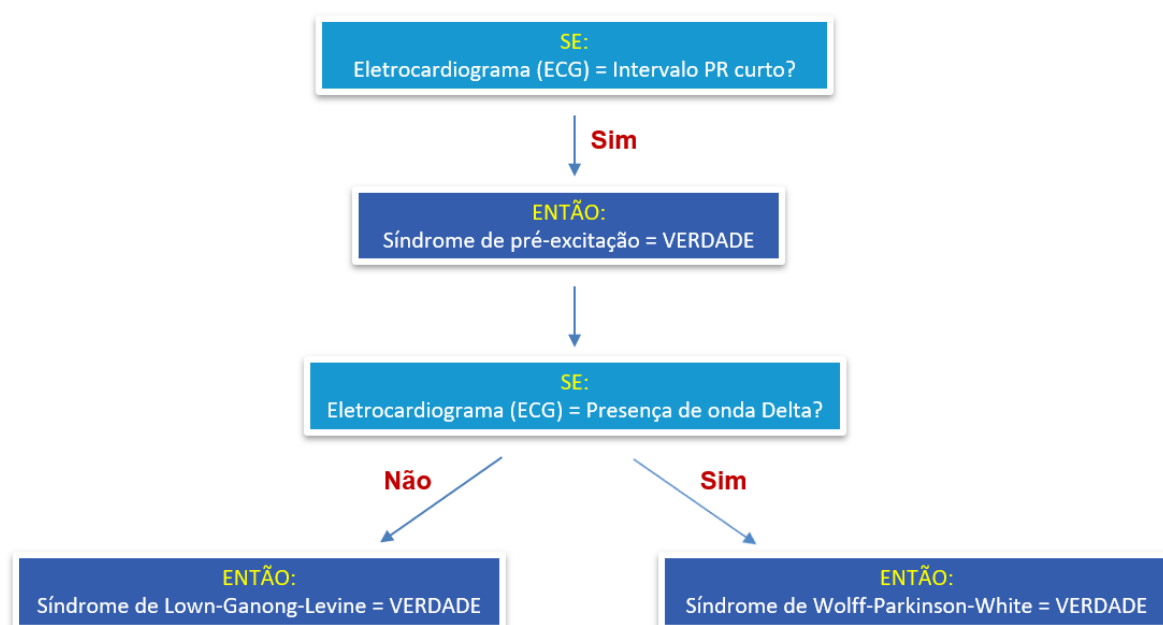


Figura 9.1 – Exemplo de uma árvore de decisão (sequência de ações) para detecção de síndromes de pré-excitação.

Aninhando passos condicionais, transformamos planos em árvores de decisão.

Vantagens:

- Uma árvore de decisão é fácil de entender e interpretar.
- A opinião e as preferências dos especialistas podem ser incluídas, assim como dados concretos.
- Pode ser usada com outras técnicas de decisão.
- Novos cenários podem ser facilmente adicionados.

Desvantagens:

- Se uma árvore de decisão for usada para variáveis categóricas com vários níveis, as variáveis com mais níveis terão mais ganho de informações.
- Os cálculos podem se tornar rapidamente muito complexos, embora isso geralmente seja um problema apenas se a árvore estiver sendo criada manualmente.

Como selecionar um algoritmo de árvore de decisão?

Estes são os algoritmos mais populares para se construir uma árvore de decisão:

- **CART:** Foi desenvolvido pela primeira vez em 1984 e uma característica única dele é que ele só pode construir árvores binárias.
- **Algoritmo ID3:** O “*Iterative Dichotomiser 3*” (Dicotomizador Iterativo 3), também conhecido como **ID3**, é o “avô” dos algoritmos de árvore de decisão e foi desenvolvido em 1986 por Ross Quinlan, um pesquisador de aprendizado de máquina.
- **Algoritmo C4.5:** É o sucessor do algoritmo ID3 e foi inventado em 1993 por Ross Quinlan.

Existem algumas diretrizes (Tabela 9.1) que podem ser usadas para ajudar a restringir as escolhas ⁽³⁸⁾.

Uma classificação envolve um conjunto predefinido de classes, como homem ou mulher.

Uma previsão (regressão) envolve um número contínuo, como o preço de uma casa.

- Se for uma classificação e a variável de resposta possuir duas classes (como homem ou mulher), utilizar um algoritmo de árvore de classificação padrão como CART ou ID3.

- Se for uma *classificação* e a variável de resposta possuir três ou mais classes (como banana, maçã e laranja), utilizar o algoritmo de árvore de classificação C4.5.
- Se for uma *previsão* e existir uma relação linear entre o preditor e a resposta, usar uma árvore de regressão padrão como o CART; caso contrário usar o C4.5.

	CART	Algoritmo ID3	Algoritmo C4.5
Vantagens	Pode trabalhar com um conjunto de dados contínuo ou discreto. Isso significa que pode ser usado para classificação ou regressão. Pode trabalhar com dados incompletos.	Muito simples. Fácil de implementar. Há uma grande quantidade de documentação disponível para ajudar na implementação e elaboração através de questões.	Pode trabalhar com um conjunto de dados contínuo ou discreto. Isso significa que pode ser usado para classificação ou regressão e trabalhar com dados categóricos ou numéricos. Pode trabalhar com dados incompletos. Resolve o <i>overfitting</i> pela poda e o uso da Razão do Ganho.
Desvantagens	Só pode dividir em uma única variável. Suscetível a instabilidade. O método de divisão é tendencioso para nós com valores mais distintos. De modo geral, o algoritmo pode ser tendencioso para nós com mais valores ausentes.	Suscetível de <i>overfitting</i> ¹ . Não manipula naturalmente dados numéricos. Não é possível trabalhar com valores ausentes. Os valores ausentes podem incluir dados que não estavam disponíveis, foram perdidos ou foram esquecidos. Os algoritmos da árvore de decisão lidam com valores ausentes de maneiras diferentes.	Constrói ramificações vazias com valores zero. Tende a construir árvores muito grandes com muitos subconjuntos. Suscetível de <i>overfitting</i> .

Tabela 9.1 – Vantagens e desvantagens de cada algoritmo para se construir uma árvore de decisão ⁽³⁸⁾.

¹ Também chamado de sobreajuste (do inglês: *overfitting*) é um termo usado em estatística para descrever quando um modelo estatístico se ajusta muito bem ao conjunto de dados anteriormente observado, mas se mostra ineficaz para prever novos resultados. É quando um modelo começa a memorizar dados de treinamento ao invés de aprender a generalizar a partir da tendência.

Para prever um resultado com sucesso, um algoritmo de árvore de decisão deve construir uma árvore a partir de um conjunto de dados de treinamento, o que significa que deve decidir "como" dividir os dados. Em nosso cenário, nosso conjunto de dados continha vários "atributos" ou "preditores", e cada um deles continha seus próprios subconjuntos.

Para construir a árvore, o algoritmo precisa decidir qual "atributo" dividir primeiro e se tornar a cabeça da árvore, que tecnicamente é chamado de nó raiz. Então deve decidir o que dividir em segundo lugar, terceiro e assim por diante, a fim de desenvolver e construir os ramos da árvore.

Para decidir como dividir os atributos, um algoritmo usa uma medida chamada "pureza".

Num nível simples, um algoritmo seleciona nós para dividir com base no nível mais alto de "pureza".

Um algoritmo continua a dividir seus nós até que cada subconjunto seja 100% puro. Portanto, a "pureza" é uma medida de confiança em um determinado resultado ⁽³⁸⁾.

Como a árvore de decisão “decide” qual atributo (nó) será dividido?

Será selecionado o atributo (nó) com base no critério de "pureza" e, para calcular isso, o algoritmo usa dois conceitos principais ⁽³⁸⁾:

- *Entropia*: “pureza” de uma amostra (um único subconjunto).
- *Ganho de informação*: “pureza” do atributo (todos os subconjuntos juntos).

Entropia:

Definida como “quanta informação está sendo perdida”. É a medida do grau de “desordem” de um sistema. Em outras palavras, quanto menos entropia, melhor. No contexto dos algoritmos da árvore de decisão, é um método comum usado para medir a pureza, e isso é feito medindo a incerteza de um único subconjunto.

A entropia é medida em *bits*. Se uma amostra (subconjunto) é 100% homogênea, ela tem uma entropia de 0 (zero) *bits*.

Definições de “pureza” ⁽³⁸⁾:

- Pureza é uma métrica usada por uma árvore de decisão para decidir a ordem em que os nós serão divididos. A primeira divisão de nó é chamado de nó raiz, e os nós restantes são os que preenchem a árvore e criam sua forma.

Se a "pureza" não fosse medida, o algoritmo não seria capaz de decidir qual nó seria

dividido em primeiro lugar, em segundo lugar e assim por diante; e a árvore não seria criada.

- Pureza é uma medida da certeza.
- A certeza é uma medida da homogeneidade. A homogeneidade é uma medida de como os itens são semelhantes.

Tudo pode ser resumido da seguinte forma:

Menos Entropia = Menos perda de informações = Maior Certeza = Maior Pureza

Um algoritmo de árvore de decisão seleciona um nó para dividir com base na maior quantidade de certeza dentro de seus subconjuntos, o que significa que sempre procura pelo subconjunto com a menor quantidade de *bits*.

Fórmula da Entropia:

$$\text{Entropia} = - (P_{(+)} \times \log_2 P_{(+)}) - (P_{(-)} \times \log_2 P_{(-)})$$

“P” significa probabilidade. Na fórmula acima, significa a probabilidade no caso do evento ser positivo $P_{(+)}$ e a probabilidade no caso do evento ser negativo $P_{(-)}$.

Para medir a pureza de todos os subconjuntos juntos é necessário obter o “ganho de informação”.

Ganho de informação:

Permite medir a "pureza" de um único atributo, agregando essencialmente a medida "pureza" de seus **subconjuntos**.

Fórmula do ganho de informação:

$$\text{Ganho de informação} = \text{entropia (principal)} - [\text{média entropia (subconjuntos)}]$$

“principal” é definida pelas classes de destino iniciais.

Ao aplicar essa fórmula, o algoritmo está essencialmente perguntando o seguinte: "Se um nó específico é dividido, ele *umenta* ou *diminui* a entropia?" Para responder a essa pergunta, a fórmula mede a diferença na entropia *antes* da divisão e *após* a divisão, e analisa o resultado.

Para calcular essa diferença, a fórmula subtrai a entropia média dos subconjuntos da entropia principal (também chamada de destino ou original) antes da divisão.

Escolha do melhor atributo (nó):

Para responder à pergunta anterior "Como escolher o melhor atributo", é usado o Ganho de informação.

Em cada iteração do algoritmo é escolhido o atributo que apresente um maior ganho.

4) *Random Forests*

É um algoritmo de aprendizado de máquina muito popular que pode ser usado para classificação e regressão.

Uma *random forest* (floresta aleatória) utiliza várias árvores de decisão para prever um resultado, e essa coleção de árvores é geralmente chamada de conjunto.

Isso está em contraste com o algoritmo da árvore de decisão, que usa apenas uma única árvore para prever um resultado. Ambos os algoritmos têm prós e contras.

Em uma *random forest*, cada árvore é construída exatamente da mesma forma como explicada anteriormente, com uma exceção: aleatoriedade. Cada árvore em uma *random forest* é construída a partir de uma seleção ou subconjunto "aleatório" de exemplos e atributos de treinamento.

Por último, existem várias maneiras pelas quais uma *random forest* faz sua previsão, mas a mais popular é selecionando o voto majoritário de todas as suas árvores.

Capítulo 10

Sinopse

“O livro é um mudo que fala, um surdo que responde, um cego que guia, um morto que vive”.
Padre Antônio Vieira

Sequência dos processos adotados no projeto

De maneira geral, foi adotada a seguinte sequência de processos pelo sistema: Fornecimento dos dados de entrada pelo usuário, busca em largura (visando incluir o maior número possível de diagnósticos), busca em profundidade (filtragem e refinamento da pesquisa) e exibição dos diagnósticos mais prováveis (Figura 10.1).

- 1) O usuário fornece os **dados de entrada** (sinais, sintomas, medicamentos, exames complementares ou procedimentos médicos já realizados pelo paciente).

Nesse momento, o sistema acrescenta em sua base de dados de entrada os itens que são *semelhantes* ou *sinônimos* aos dados fornecidos. Também são inseridos os itens *ascendentes* e *descendentes* de cada dado fornecido. O objetivo é maximizar a busca em largura.

- 2) **Busca em largura:**

O banco de dados, através de seus relacionamentos, faz a seleção de **todos** os **prováveis diagnósticos** que possam ser decorrentes de **qualquer um** dos dados de entrada (sejam eles oriundos dos dados semelhantes, sinônimos ou dos itens ascendentes ou descendentes).

De certa forma, porém, o sistema se concentra somente nas hipóteses que são sugeridas por alguma evidência disponível, evitando assim uma sobrecarga computacional em processar outras informações que **não** possuem relevância.

- 3) **Busca em profundidade:**

- a) Conferência com protocolos clínicos:

Através de protocolos clínicos previamente armazenados, haverá uma interação com o usuário (na forma de perguntas ou de avisos pelo sistema) a fim de se avaliar o

seguimento de certas condutas já padronizadas ou protocoladas, presenças ou ausências de certas manifestações clínicas, etc.

- b) Verificação de regras, conferência com exames falso-positivos e diagnósticos diferenciais:

Através de algoritmos, o sistema decide quais regras satisfazem os dados que o usuário forneceu, calculando e pontuando os diagnósticos mais prováveis do paciente.

- c) Os diagnósticos são classificados ou ordenados de acordo com o número de achados ou pontuações obtidos. De modo geral, será feita uma filtragem dos diagnósticos mais prováveis (Regra de 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.

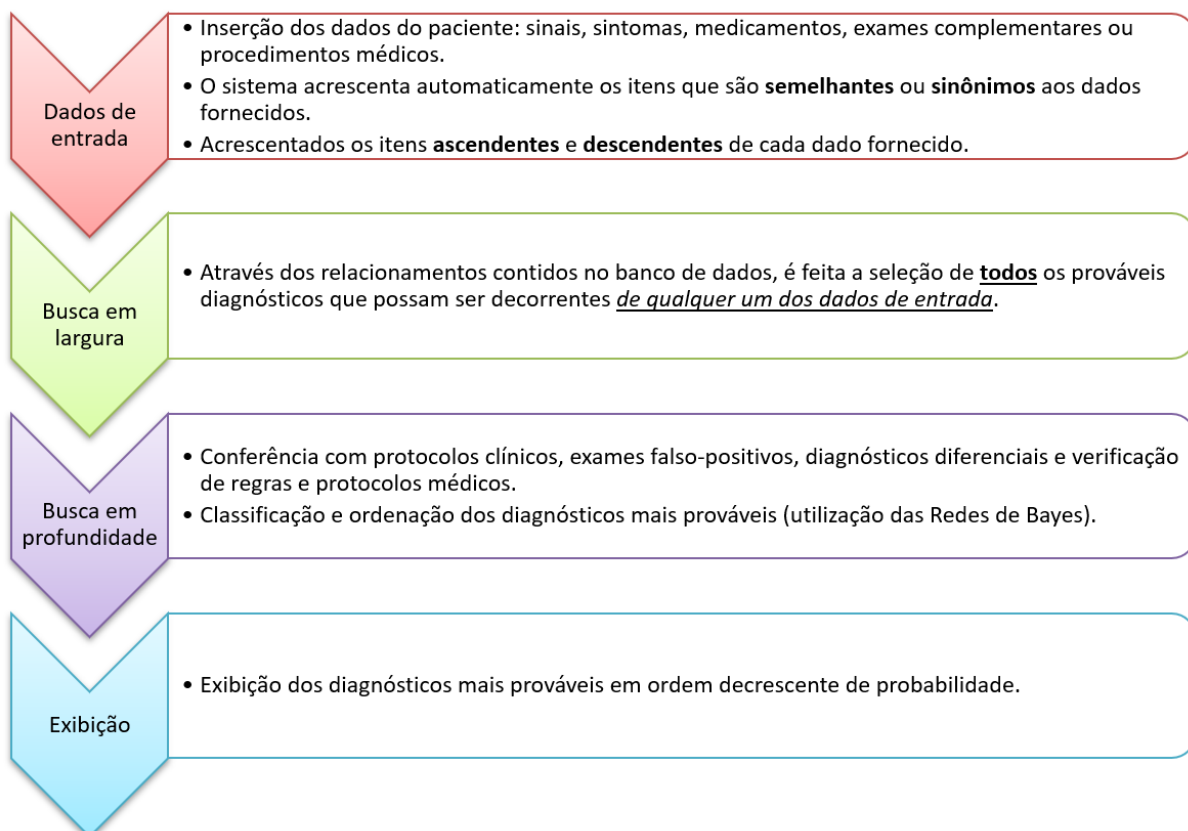


Figura 10.1 – Sequência resumida dos processos realizados pelo sistema.

Diagnósticos mais prováveis distribuídos por categoria

De modo geral, todas as evidências serão combinadas visando sugerir um diagnóstico médico mais provável.

A conclusão desse diagnóstico médico recairá sobre 4 grandes categorias (Figura 10.2), ou seja, estar-se-á concluindo no final do processo que o diagnóstico será decorrente de uma **doença**, de um **medicamento**, de um **exame** alterado, ou até mesmo sendo decorrente de um **procedimento** médico realizado previamente. O principal diagnóstico será o que possuir a maior somatória das probabilidades.

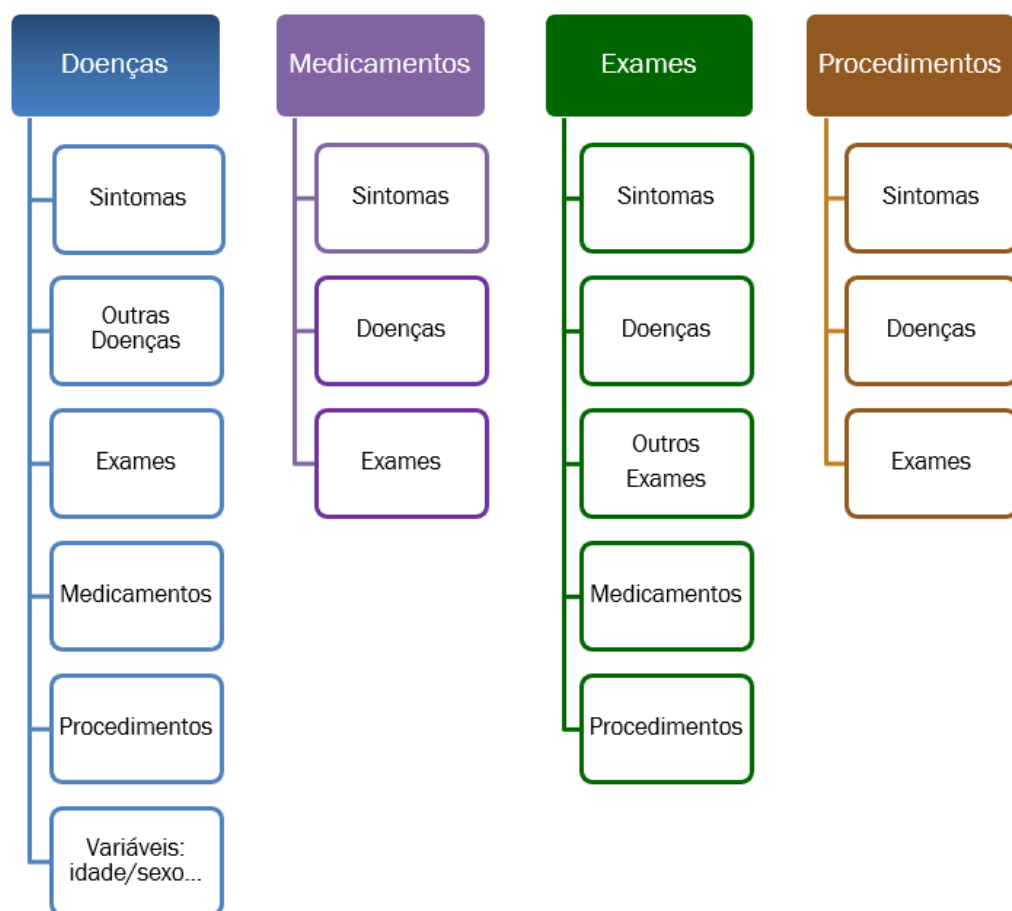


Figura 10.2 – Categorias de diagnósticos: no final do processo, os possíveis diagnósticos serão decorrentes da somatória das evidências, ou seja, da somatória das probabilidades de cada um dos dados fornecidos sobre o paciente (exemplo: sintomas, exames, medicamentos, procedimentos etc.).

Tecnologias utilizadas no projeto

Visando uma maior abrangência e rapidez na disseminação do conhecimento humano, o sistema está disponível através de páginas na internet (www.danton.med.br).

Foi adotada a plataforma **.NET**, ou seja, as páginas na internet foram elaboradas em **ASP.NET** em combinação com as linguagens de programação **Visual Basic** e **JavaScript**.

Dentre os bancos de dados relacionais livres, um dos mais populares é o **MySQL**, o qual foi utilizado neste projeto. Ele possui código fonte aberto, é voltado para a internet (com suporte a múltiplas conexões), além de ser fácil de utilizar e possuir melhorias contínuas, realiza mais de 1 milhão de queries (consultas) por segundo e possui uma grande capacidade de armazenamento - maior que 118 Terabytes de dados (118.000.000.000.000 bytes), possibilitando inclusive o armazenamento de arquivos de áudio e vídeo, dentre outros.

DANTON - SISTEMA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA Bem-vindo Ademar ! Log Out

Home Dicionário Sintomas Doenças Medicamentos Exames Procedimentos Área médica Configurações

BEM-VINDO AO DANTON

O sistema Danton visa auxiliar os profissionais médicos no reconhecimento de algumas doenças através da inteligência artificial, não sendo destinado a substituir qualquer médico.

A relação médico-paciente é insubstituível.

A avaliação clínica e a experiência médica sempre serão necessárias para dar sentido à informação.

Código de Ética Médica:
É vedado ao médico prescrever tratamento ou outros procedimentos sem exame direto do paciente, salvo em casos de urgência ou emergência e impossibilidade comprovada de realizá-lo, devendo, nesse caso, fazê-lo imediatamente após cessar o impedimento.

Artigo 5º: Compete ao médico aprimorar continuamente seus conhecimentos e usar o melhor do progresso científico em benefício do paciente.

"O único homem que nunca comete erros é aquele que nunca faz coisa alguma. Não tenha medo de errar, pois você aprenderá a não cometer duas vezes o mesmo erro."
Roosevelt

Homem Vitruviano - Leonardo da Vinci

Anterior Parar Próxima

Visits 1 645

© 2018 por Ademar Rosa de Souza. Todos os direitos reservados. Última atualização no banco de dados: 31/12/2018 - 15:40:40

Figura 10.3 – Tela inicial do projeto (www.danton.med.br).

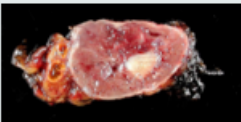
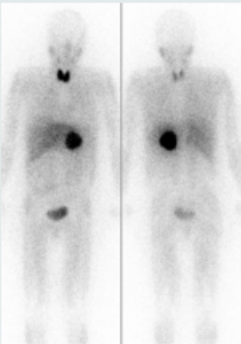
DANTON - SISTEMA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA
Log In

Home
Dicionário
Sintomas
Doenças
Medicamentos
Exames
Procedimentos
Área médica
Configurações

IMAGENS

Pesquisar:
84º item de um total de 467 itens cadastrados.

Feocromocitoma
02 - (CID: C00 - D48) Neoplasias [tumores]

Imagem	Descrição
 Author: Michael Feldman, MD, PhD University of Pennsylvania School of Medicine	Adrenal gland with pheochromocytoma: Patient with clinical symptoms of hypertension. Image shows adjacent normal adrenal gland with paraganglioma (pheochromocytoma) involving adrenal medulla.
 Author: Drahtreg01	Secção coronal através do abdômen: L: Fígado S: Coluna vertebral RK: Rim direito IK: Rim esquerdo *: Feocromocitoma.
 Author: Drahtreg01	Body Scintigrafie 24 hours after intravenous administration of 123Iod-MIBG. Physiological occupancy of the thyroid, liver and bladder. Pathological accumulation in a tumor of the left adrenal glands (pheochromocytoma). Left: from the front. Right: from behind.

Doença	Itens relacionados com as imagens
Feocromocitoma	SOE
1	

© 2015 por Ademair Rosa de Souza. Todos os direitos reservados.
Última atualização no banco de dados: 01/03/2016 - 00:16:11

Figura 10.4 – Página de "Imagens" do projeto.
(www.danton.med.br/Imagens.aspx)

DANTON - SISTEMA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA
Bem-vindo Ademar ! Log Out

Home
Dicionário
Sintomas
Doenças
Medicamentos
Exames
Procedimentos
Área médica
Configurações

CONSULTAS

Pesquisar:
Digite aqui o nome do paciente e tecle Enter

3ª consulta de um total de 3 consultas cadastradas.

Paciente: João Clementino de Souza

Idade (anos): 71
Peso (Kg): 74
Altura (m): 1,67
Gênero: Masculino
Raça:

IMC = 26,5 (sobrepeso)

Dados do paciente		
Sintoma	Infecções frequentes	✗
Sintoma	Petéquias	✗
Sintoma	Sangramento	✗

Adicionar:
☒ Sintoma/Doença
☐ Medicamento
☐ Exame
☐ Procedimento

Digite aqui um dado do paciente

Protocolos clínicos:

SE: Idade (anos) > 65
ENTÃO: Há indicação de:
Vacina Anti-pneumocócica

Itens que aguardam resposta do usuário:

Anemia por deficiência de ferro (ferropriva)?
Sim Não Não sei

Desorientação não especificada?
Sim Não Não sei

Dorsalgia?
Sim Não Não sei

Prováveis diagnósticos
Itens descartados ou desconhecidos

69 hipóteses diagnósticas e suas pontuações:

1ª → Leucemia de células pilosas {0,160}

Sintomas

Infecções frequentes

Petéquias

Sangramento

Outras variáveis

Homem

Idoso

1ª → Leucemia linfocítica crônica {0,160}

2ª → Leucemia linfoblástica aguda {0,128}

3ª → Síndromes mielodisplásicas {0,128}

Lembretes e observações:

Figura 10.5 – Exemplo fictício de um paciente e seus sintomas, com uma lista de prováveis doenças em ordem decrescente de probabilidade.

Este é um sistema de apoio à decisão médica e não um sistema de decisão. Portanto, deve ser utilizado apenas como um adjuvante nas tomadas de decisões.

Apenas médicos devidamente registrados em seus conselhos regionais de medicina estarão autorizados a utilizar o sistema.



Medicina na Grécia antiga

No mundo antigo as doenças eram interpretadas como uma punição dos deuses ⁽⁴⁰⁾.

Parte II

**Estudo comparativo avaliando três
modalidades de diagnóstico médico:
parecer médico, buscas no Google
e sistema especialista**

Capítulo 11

Prólogo

“Informação sozinha fica como uma peça solta na mente, que, se não for transformada em conhecimento, logo é esquecida”.

Içami Tiba

Juntamente com o avanço da medicina, o conhecimento científico ganha proporções gigantescas, onde, nem sempre, é possível para a maioria dos médicos assimilá-los. Conforme a Organização Mundial da Saúde apud Wechsler et al (2003), a quantidade de informações referentes à área da saúde dobra a cada três anos, surgindo novos métodos de diagnósticos e terapêutica, novos princípios químicos, inovações da área da biologia molecular e da genética, entre outros avanços medicinais.

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 informática possa contribuir de forma significativa.

Informações sobre qualquer doença podem ser facilmente encontradas na internet, mas dificilmente encontra-se algum mecanismo que faça o raciocínio e a análise entre os dados obtidos de um mesmo paciente e se chegue a uma solução (diagnóstico) para o problema.

O neurocientista Gary Small, pesquisador da Universidade da Califórnia (EUA), acredita que, desde quando o homem primitivo aprendeu a usar uma ferramenta, o cérebro não sofria um impacto tão grande e significativo como ocorreu com o uso da internet. Sabemos que o cérebro humano é uma estrutura movida a desafios e que se transforma com eles ⁽⁴¹⁾.

Como o acesso à internet tem se tornado mais facilmente disponível em ambulatórios e enfermarias dos hospitais, inclusive via telefones celulares, ela está rapidamente se tornando uma importante ferramenta clínica para os médicos. De maneira geral, médicos e pacientes estão cada vez mais usando a internet para procurar informações relacionadas à saúde (Figura 11.1).

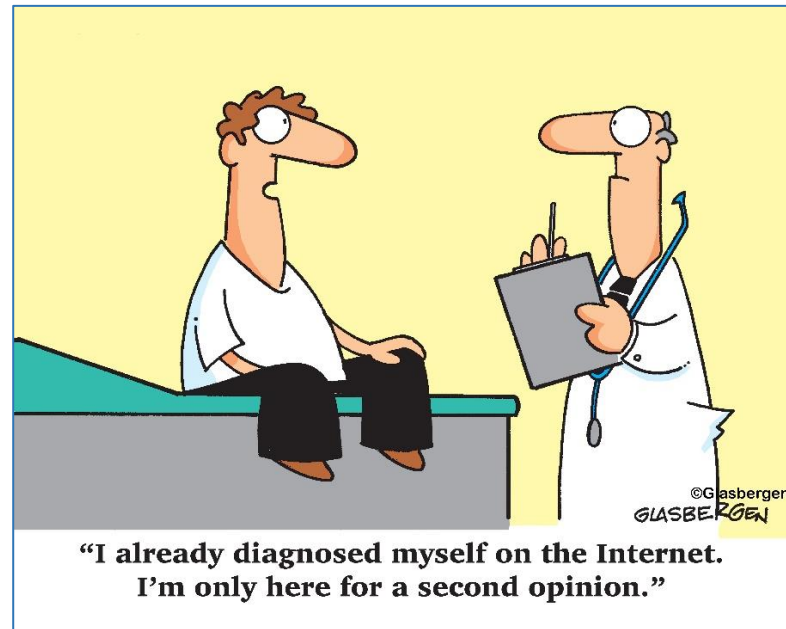


Figura 11.1 – Tradução: “Eu já me diagnostiquei na internet. Eu estou aqui apenas para uma segunda opinião”. (Publicação autorizada pelo detentor do direito autoral).

Segundo o estudo realizado por Tang e Kwoon ⁽⁴²⁾, buscas no Google® encontraram os diagnósticos corretos em 58% dos casos, sendo considerado, portanto, uma ferramenta útil para diagnosticar condições com sintomas e sinais particulares e que podem ser facilmente usados como palavras para busca. Enfatizaram, porém, que uma busca bem-sucedida depende de um usuário "humano especialista" e que, portanto, os pacientes teriam menos chances de sucesso em se autodiagnosticarem pela internet. Concluíram que, em casos de diagnóstico difícil, é comumente útil utilizar-se do Google® para o diagnóstico.

Observa-se então, ser importante estudar o impacto destas novas tecnologias voltadas para o trabalho médico sob a ótica dos benefícios obtidos nos resultados do processo decisório e na perspectiva das mudanças que ocorrem na dinâmica global desse processo (Figura 11.2).



Figura 11.2 – Caricatura de um cotidiano comum na prática médica atual, apelidado por muitos de “Dr. Google” ⁽⁴³⁾.

Capítulo 12

Metodologia

“Eu gosto do impossível, porque lá a concorrência é menor”.
Walt Disney

Delineamento experimental

Estudo prospectivo, randomizado, cruzado e aberto; no qual 3 grupos de médicos realizariam diagnósticos de casos clínicos provenientes de um periódico médico, utilizando-se de 3 métodos distintos.

Para a realização deste projeto foram selecionadas amostras de casos clínicos (casos de diagnósticos) apresentados no periódico médico *"The New England Journal of Medicine"*.

Na unidade da UNESP de Botucatu-SP foram selecionados alunos dos dois últimos anos (5.º e 6.º ano) do curso de medicina (internato).

Na unidade da FAMESP de Bauru-SP, seriam selecionados intensivistas (com titulação mínima de residência médica): sendo um médico com formação primária em Medicina Interna, o segundo com formação primária em Cirurgia e outro com formação primária em Pediatria. Estes médicos seriam randomizados para compor cada grupo. Dessa maneira, os grupos seriam homogêneos com relação à especialidade e cada grupo contaria com um clínico, um cirurgião e um pediatra em cada sessão de diagnóstico; sendo excluídos os médicos ou alunos que possuíam assinatura de periódicos médicos.

Foram formados 3 grupos de médicos (ou graduandos de medicina), sendo cada grupo composto por 4 integrantes.

Cada médico (ou graduando de medicina) realizou o desafio diagnóstico individualmente dentro das instalações da própria unidade, ou seja, na unidade de Botucatu-SP foram utilizadas as salas do Núcleo de Educação a Distância (NEaD); e no Hospital Estadual de Bauru seriam utilizadas algumas das salas de estudo.

Os grupos de médicos (ou graduandos de medicina) foram denominados: Grupo **A**, **B** e **C**.

E os métodos diagnósticos foram denominados: Método 1, 2 e 3.

- **Método 1: Método tradicional;** onde cada médico ou graduando de medicina forneceu o seu parecer individual com relação ao diagnóstico do caso clínico (sem contar com qualquer tipo de suporte tecnológico).

- **Método 2: Utilização de ferramentas de buscas na internet (Google®).**

O médico (ou graduando) poderia submeter os dados a ferramentas de busca na internet a fim de obter auxílio para o seu diagnóstico. A escolha da ferramenta de buscas Google® deveu-se ao fato de ser a mais popular na internet atualmente, com acesso a bilhões de artigos médicos, sendo a busca por informações médicas um de seus usos mais comuns.

- **Método 3: Utilização de um Sistema de Apoio à Decisão Médica.**

De modo análogo, os dados de cada caso clínico seriam inseridos neste sistema pelo médico (ou graduando) através da página de consultas médicas (Figura 10.5), o qual obteria uma lista das hipóteses diagnósticas mais prováveis.

Foi realizado um treinamento prévio com os médicos para a utilização deste Sistema de Apoio à Decisão Médica.

Dos 262 casos clínicos disponíveis em Novembro/2019 no "*The New England Journal of Medicine*" (<http://www.nejm.org/medical-articles/clinical-cases>), foram selecionados 18 casos clínicos de maneira aleatória e que não estavam disponíveis para pesquisa livre na internet, sendo que os médicos (ou graduandos) não tiveram contato prévio com os mesmos. Foi dada prioridade para os casos de “Clínica Médica”, sendo excluídos os casos cirúrgicos e evitados os casos contendo múltiplas patologias (a fim de evitar confusão por parte dos alunos).

Estes 18 casos clínicos foram divididos em 6 encontros, ou seja, foram realizados 3 casos clínicos em cada encontro (sessão clínica), com duração máxima de 1h para conclusão dos mesmos. Cada grupo utilizou um dos 3 métodos diagnósticos citados acima (Quadro 12.1).

Sessões clínicas	Método 1 Parecer individual	Método 2 Utilização do Google	Método 3 Utilização do Sistema Especialista
Sessão clínica 1	Grupo A	Grupo B	Grupo C
	Caso clínico 01	Caso clínico 01	Caso clínico 01
Tempo: 1h	Caso clínico 02	Caso clínico 02	Caso clínico 02
	Caso clínico 03	Caso clínico 03	Caso clínico 03

Quadro 12.1 – Detalhe do primeiro desafio diagnóstico (Sessão clínica 1), onde os 3 grupos de médicos (grupos: A, B e C) realizaram simultaneamente os mesmos 3 casos clínicos utilizando os 3 métodos diagnósticos. Para isso, foi estipulado o tempo máximo de 1h para conclusão de cada sessão clínica.

Em cada encontro foram feitos rodízios dos métodos diagnósticos entre os grupos (Quadro 12.2).

Sessões clínicas	Método 1 Parecer individual	Método 2 Google	Método 3 Sistema Especialista
1	Grupo A	Grupo B	Grupo C
2	Grupo A	Grupo C	Grupo B
3	Grupo B	Grupo A	Grupo C
4	Grupo B	Grupo C	Grupo A
5	Grupo C	Grupo A	Grupo B
6	Grupo C	Grupo B	Grupo A

Quadro 12.2 – Distribuição dos grupos experimentais de acordo com o método diagnóstico utilizado durante as seis sessões consecutivas.

Cada médico (ou graduando) forneceu apenas um diagnóstico que considerou ser o mais compatível com os dados de cada caso clínico. Esse diagnóstico médico foi registrado.

Em seguida, foram comparados os resultados com os diagnósticos corretos, conforme publicado no periódico.

Neste estudo, o pesquisador, enquanto observador, valeu-se de um diário de campo que, ao lado dos tradicionais questionários usados em experimentos, funcionou como um coletor de dados, os quais foram suplementados com igual valia por entrevistas semiestruturadas com os atores do processo.

Técnicas elementares de estatísticas aliadas à interpretação dos dados qualitativos a partir de codificações sugeridas por técnicas de análise de conteúdo, forneceram um painel de dados que permitiram apurar os impactos da adoção da tecnologia, bem como enquadrar os efeitos

nas posturas dos grupos e dos atores participantes do processo. Este questionário consta no “Apêndice 2 (Questionário)”.

Variáveis a serem analisadas

Análise descritiva (variáveis a serem avaliadas dos médicos participantes da pesquisa): idade, sexo, raça, ano de formação, faculdade onde se formou e residência médica/especialização.

Tamanho amostral

Considerando-se um erro alfa de 0,05; um erro beta de 0,1 e uma estimativa de diferença de proporção de acertos diagnósticos de 20%, foi necessário um número de 144 diagnósticos.

Tendo em vista que podem haver 6 arranjos dos 3 grupos de médicos, considerando todos os cruzamentos possíveis (ver Quadro 12.2), foram necessários 18 casos clínicos.

Como eram necessários pelo menos 144 diagnósticos, precisaríamos de 3 casos clínicos em cada uma das 6 sessões clínicas.

Análise estatística

As variáveis contínuas foram descritas em média $\pm$ desvio padrão e as variáveis categóricas foram descritas em números absolutos e porcentagens.

As proporções de acertos de cada um dos 3 métodos utilizados foram comparadas pelo teste não paramétrico de **Kruskal-Wallis**, considerando-se nível de significância $p < 0,05$.

O teste de Kruskal-Wallis compara a média de mais de duas amostras e identifica se essas médias diferem significativamente entre elas. É um teste análogo ao teste **F** utilizado na **ANOVA 1 fator**, porém permitindo análises de amostras pequenas. Por ser um método não paramétrico, o teste não assume uma distribuição normal.

Capítulo 13

Resultados

*“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”*
Mahatma Gandhi

Para o recrutamento dos médicos participantes da pesquisa foi feita a divulgação do projeto adotando as seguintes estratégias:

- De forma verbal, de uma pessoa para outra.
- Visita ao hospital da UNESP de Botucatu-SP, percorrendo todas as enfermarias e pronto-socorro.

No final do dia foi feita uma aula demonstrativa do projeto para os interessados.

- Divulgação do projeto em grupos de médicos via WhatsApp® (aplicativo multiplataforma de mensagens instantâneas). Estes grupos incluíam os médicos do Hospital de Base de Bauru-SP, Hospital Estadual de Bauru e os alunos do 5.º e 6.º ano de medicina (internato) da UNESP de Botucatu-SP.

Mesmo contendo centenas de médicos em cada instituição, infelizmente não houve a adesão de qualquer médico do Hospital de Base de Bauru-SP e nem do Hospital Estadual de Bauru.

Portanto, o projeto ficou restrito apenas aos alunos do internato (5.º e 6.º ano) da UNESP de Botucatu-SP.

Primeiro ciclo de sessões clínicas:

Inicialmente houve a adesão de apenas 6 alunos do internato na participação no projeto. Neste grupo, 5 alunos estavam finalizando o 6.º ano da faculdade de medicina e 1 aluno estava finalizando o 5.º ano.

Em virtude da logística e disponibilidade destes alunos da UNESP, ficou decidido de comum acordo pela realização de todos os casos clínicos em um único dia, sendo escolhido um

sábado para a realização dos mesmos. Neste dia, antes do início das atividades, foi feito o sorteio dos grupos.

No Quadro 13.1 encontra-se a lista dos casos clínicos selecionados para este primeiro ciclo de sessões clínicas, e nos quadros 13.2 a 13.4 encontram-se as respostas dos alunos.

No quadro 13.5 encontra-se o total de respostas corretas de acordo com o método utilizado no primeiro ciclo de sessões clínicas.

Sessões clínicas	Caso clínico	Diagnóstico do caso clínico
Sessão 1	1	Infecção pelo vírus da dengue ou Chikungunya.
	2	Doença de Still de início adulto.
	3	Doença por arranhadura do gato (encefalopatia associada a <i>Bartonella henselae</i>).
Sessão 2	4	Esclerose lateral amiotrófica.
	5	Doença de Behçet.
	6	Insuficiência mitral aguda.
Sessão 3	7	Eosinofilia pulmonar tropical (Síndrome de Löffler).
	8	Lúpus eritematoso sistêmico.
	9	Granulomatose eosinofílica com poliangiite.
Sessão 4	10	Provável leptospirose aguda.
	11	Insuficiência adrenal primária (doença de Addison).
	12	Síndrome hemolítico-urêmica atípica.
Sessão 5	13	Meningoencefalite.
	14	Rickettsiose do grupo da febre maculosa.
	15	Poliarterite nodosa.
Sessão 6	16	Insulinoma.
	17	Endocardite trombótica não bacteriana devido a um câncer subjacente.
	18	Síndrome de hipersensibilidade induzida por drogas, associada a infecção ou reativação do herpesvírus humano 6.

Quadro 13.1 – Diagnósticos dos casos clínicos aplicados no primeiro ciclo de sessões clínicas.

Aluno 1 – Grupo A (6.º ano)				Aluno 2 – Grupo A (6.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno	Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	1	Sim	Arbovirose, sendo a mais provável Chikungunya	1	1	Sim	Chikungunya
2	1	Não	Febre reumática	2	1	Não	Febre reumática
3	1	Sim	Doença da arranhadura do gato	3	1	Não	Raiva
4	1	Sim	Síndrome do neurônio motor superior	4	1	Sim	Esclerose lateral amiotrófica (ELA)
5	1	Não	Herpes zoster disseminado em paciente imunocomprometido (possivelmente portador do vírus HIV)	5	1	Não	HIV agudo
6	1	Não	Pulmão de SARA por pneumonia adquirida na comunidade	6	1	Não	Fibrose pulmonar idiopática
7	2	Sim	Pneumonia eosinofílica - Sd de Loeffler	7	2	Não	Doença de Churg-Strauss
8	2	Não	Colagenose	8	2	Sim	Lupus eritematoso sistêmico
9	2	Não	Espondiloartrite	9	2	Não	Granulomatose de Wegener
10	3	Não	Coccidioidomicose pulmonar aguda	10	3	Não	Calazar
11	3	Não	Meningite	11	3	Não	Hiponatremia sintomática
12	3	Não	Salmonelose	12	3	Sim	Síndrome hemolítico-urêmica
13	2	Não	Adenocarcinoma de intestino	13	2	Não	Síndrome de Guillain-Barré
14	2	Não	Sífilis secundária	14	2	Não	Doença de Lyme
15	2	Não	Vasculite cutânea de pequenos vasos	15	2	Não	Brucelose
16	3	Sim	Insulinoma	16	3	Não	Encefalopatia de Wernicke
17	3	Não	Histoplasmose	17	3	Não	Doença de Moyamoya
18	3	Não	Febre tifoide	18	3	Não	Macroglobulinemia de Waldenström

Quadro 13.2 – Respostas dos alunos do **Grupo A** do primeiro ciclo de sessões clínicas.

Aluno 1 – Grupo B (6.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	2	Sim	Chikungunya
2	2	Não	Lupus
3	2	Não	Espondilite anquilosante
4	3	Sim	Doença do neurônio motor (ELA)
5	3	Sim	Doença de Behçet
6	3	Não	TEP
7	1	Sim	Estrongiloidíase
8	1	Não	Linfoma Hodgkin
9	1	Não	Pneumonite autoimune
10	1	Não	Zika
11	1	Não	SIADH
12	1	Não	Glomerulonefrite difusa aguda
13	3	Não	Meningite tuberculosa
14	3	Sim	Febre maculosa
15	3	Não	Aspergilose
16	2	Sim	Insulinoma
17	2	Sim	Embolia múltipla por endocardite infecciosa
18	2	Não	Doença de Castleman

Aluno 2 – Grupo B (5.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	2	Sim	Dengue
2	2	Não	Doença de Kawasaki
3	2	Não	TCE grave com hiperemia cerebral, HIC e lesão cerebral difusa
4	3	Não	Esclerose múltipla
5	3	Não	Sífilis secundária
6	3	Não	Acidose metabólica por sepse de foco pulmonar
7	1	Sim	Estrongiloidíase com pneumonite
8	1	Não	Síndrome hemafagocítica
9	1	Não	Histoplasmose
10	1	Não	Brucelose
11	1	Não	CA de mama com metástase cerebral
12	1	Não	Intoxicação exógena por psicofármacos
13	3	Não	Síndrome de Guillain-Barré
14	3	Não	Doença de Lyme (rickettsiose?)
15	3	Não	Legionella (pneumonia)
16	2	Sim	Insulinoma
17	2	Não	Mixoma
18	2	Não	Toxoplasmose

Quadro 13.3 – Respostas dos alunos do **Grupo B** do primeiro ciclo de sessões clínicas.

Aluno 1 – Grupo C (6.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	3	Não	Rubéola
2	3	Não	[em branco]
3	3	Não	Meningoencefalite por toxoplasmose
4	2	Não	Distrofia muscular difusa (escápula-umeral?)
5	2	Não	Tuberculose oral (?)
6	2	Não	Insuf cardíaca descompensada secundária a infecção de foco pulmonar
7	3	Não	Pneumonia por Haemophilus
8	3	Sim	LES
9	3	Não	Tb pulmonar
10	2	Não	Dengue hemorrágica
11	2	Não	Hiponatremia secundária à êmese (por intox alimentar)
12	2	Sim	SHU secundária a desidratação (?)
13	1	Não	Esclerose múltipla
14	1	Não	Escarlatina?
15	1	Não	Granulomatose pulmonar + orquite
16	1	Não	Pancreatite crônica + Sd Wernicke-Korsakoff
17	1	Não	Amiloidose
18	1	Não	Sd mielodisplásica

Aluno 2 – Grupo C (6.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	3	Não	Sífilis secundária
2	3	Não	Artrite reumatoide juvenil
3	3	Não	Encefalite
4	2	Não	Síndrome Leambert-Eaton
5	2	Não	HPV
6	2	Não	Doença pulmonar obstrutiva crônica exacerbada
7	3	Não	Angeíte de hipersensibilidade
8	3	Não	Neoplasia de pâncreas
9	3	Não	Doença pulmonar autoimune
10	2	Sim	Leptospirose
11	2	Sim	Doença de Addison
12	2	Não	Síndrome nefrítica
13	1	Não	Colite pseudo-membranosa
14	1	Não	Doença de Lyme
15	1	Não	Tuberculose extra-pulmonar
16	1	Não	Diabetes tipo 1 descompensado
17	1	Não	Arterite de Takayasu
18	1	Não	Síndrome de Sjögren

Quadro 13.4 – Respostas dos alunos do **Grupo C** do primeiro ciclo de sessões clínicas.

Sessões clínicas	Caso clínico	Diagnóstico do caso clínico	Respostas corretas		
			Método 1 (Parecer individual)	Método 2 (Google)	Método 3 (Sistema Especialista)
Sessão 1	1	Infecção pelo vírus da dengue ou Chikungunya.	2	2	0
	2	Doença de Still de início adulto.	0	0	0
	3	Doença por arranhadura do gato (encefalopatia associada a Bartonella henselae).	1	0	0
Sessão 2	4	Esclerose lateral amiotrófica.	2	0	1
	5	Doença de Behçet.	0	0	1
	6	Insuficiência mitral aguda.	0	0	0
Sessão 3	7	Eosinofilia pulmonar tropical (Síndrome de Löffler).	2	1	0
	8	Lúpus eritematoso sistêmico.	0	1	1
	9	Granulomatose eosinofílica com poliangiite.	0	0	0
Sessão 4	10	Provável leptospirose aguda.	0	1	0
	11	Insuficiência adrenal primária (doença de Addison).	0	1	0
	12	Síndrome hemolítico-urêmica atípica.	0	1	1
Sessão 5	13	Meningoencefalite.	0	0	0
	14	Rickettsiose do grupo da febre maculosa.	0	0	1
	15	Poliarterite nodosa.	0	0	0
Sessão 6	16	Insulinoma.	0	2	1
	17	Endocardite trombótica não bacteriana devido a um câncer subjacente.	0	1	0
	18	Síndrome de hipersensibilidade induzida por drogas, associada a infecção ou reativação do herpes vírus humano 6.	0	0	0
Total de respostas corretas:			7	10	6

Quadro 13.5 – Total de respostas corretas de acordo com o método utilizado no primeiro ciclo de sessões clínicas. No total deste ciclo, cada método foi aferido 36 vezes (18 casos clínicos x 2 alunos).

Segundo ciclo de sessões clínicas:

Como ainda não havia atingido o número mínimo de participantes do projeto, cerca de um mês após foi feita nova divulgação do projeto, onde houve a adesão de mais 6 alunos do internato. Neste grupo, todos os alunos estavam finalizando o 5.º ano da faculdade de medicina.

Da mesma forma, por razões de logística e disponibilidade dos internos, foi escolhido um sábado para a realização de todos os casos clínicos. Neste dia, antes do início das atividades, também foi feito o sorteio dos grupos.

No Quadro 13.6 encontra-se a lista dos casos clínicos selecionados para este segundo ciclo de sessões clínicas, e nos quadros 13.7 a 13.9 encontram-se as respostas dos alunos.

No quadro 13.10 encontra-se o total de respostas corretas de acordo com o método utilizado no segundo ciclo de sessões clínicas.

Sessões clínicas	Caso clínico	Diagnóstico do caso clínico
Sessão 1	1	Anemia perniciosa (deficiência de vitamina B12).
	2	Abscesso tubo-ovariano.
	3	Uso de oxicodona e cocaína.
Sessão 2	4	Tumor intracraniano de células germinativas (germinoma).
	5	Colecistite aguda e crônica e colelitíase extensa com inflamação transmural da vesícula biliar.
	6	Leucemia de células cabeludas.
Sessão 3	7	Infecção pelo vírus da dengue ou Chikungunya.
	8	Doença de Still de início adulto.
	9	Doença por arranhadura do gato (encefalopatia associada a Bartonella henselae).
Sessão 4	10	Deficiência de vitamina C (escorbuto).
	11	Toxicidade por digoxina.
	12	Síndrome de Cushing devido a um tumor neuroendócrino tímico de baixo grau bem diferenciado com secreção de corticotropina.
Sessão 5	13	Esclerose lateral amiotrófica.
	14	Doença de Behçet.
	15	Insuficiência mitral aguda.
Sessão 6	16	Provável leptospirose aguda.
	17	Insuficiência adrenal primária (doença de Addison).
	18	Insulinoma.

Quadro 13.6 – Diagnósticos dos casos clínicos aplicados no segundo ciclo de sessões clínicas.

Aluno 3 – Grupo A (5.º ano)				Aluno 4 – Grupo A (5.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno	Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	1	Não	Delirium hiperativo	1	1	Não	Esquizofrenia
2	1	Não	Abdome agudo infectado	2	1	Não	Cisto roto de ovário
3	1	Não	Transtorno afetivo bipolar	3	1	Sim	Drogadição (dependência química de opióides e outras drogas)
4	1	Não	Tumor neuroendócrino	4	1	Não	Hipopituitarismo
5	1	Não	Síndrome coronariana aguda com supradesnivelamento do segmento ST (SCASST)	5	1	Não	IAM (tromboembolismo séptico secundário a endocardite)
6	1	Não	Síndrome do anticorpo anti-fosfolípide (SAAF)	6	1	Não	Infecção pelo vírus HTLV
7	2	Não	Zika vírus	7	2	Não	Artrite reativa
8	2	Não	Febre reumática	8	2	Não	Reação adversa a antibiótico na vigência de overdose
9	2	Não	Linfoma não-Hodgkin	9	2	Não	Epilepsia decorrente de TCE
10	3	Sim	Deficiência de ácido ascórbico (Vit. C)	10	3	Não	Plumbismo
11	3	Não	Uremia	11	3	Não	Doença dos Legionários
12	3	Não	Lupus eritematoso disseminado	12	3	Não	Embolia pulmonar
13	2	Não	Doença de Kennedy (atrofia muscular espinhal e bulbar)	13	2	Não	Atrofia muscular progressiva
14	2	Não	Síndrome retro-viral aguda (secundária ao HIV)	14	2	Não	Sífilis secundária
15	2	Não	Pneumonia hospitalar	15	2	Não	Sepse de foco pulmonar
16	3	Não	Febre maculosa (Riquetsiose)	16	3	Não	Coccidioidomicose pulmonar aguda
17	3	Sim	Insuficiência adrenal	17	3	Não	Alcalose metabólica
18	3	Não	Encefalopatia de Wernicke devido a deficiência de Vit. B1	18	3	Não	Feocromocitoma SOE

Quadro 13.7 – Respostas dos alunos do **Grupo A** do segundo ciclo de sessões clínicas.

Aluno 3 – Grupo B (5.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	2	Não	Esquizofrenia paranoide
2	2	Não	Torção anexial (devido ao crescimento de cisto ovariano)
3	2	Não	Transtornos mentais e comportamentais devidos ao uso de substância psicoativa (opiáceos)
4	3	Não	Adenoma de hipófise
5	3	Não	Infarto agudo do miocárdio
6	3	Não	Mielofibrose aguda
7	1	Sim	Chikungunya (Arbovirose)
8	1	Não	Endocardite bacteriana com micro-êmbolos
9	1	Não	Infecção do sistema nervoso central (foco primário cutâneo)
10	1	Não	Iatrogenia medicamentosa no idoso (Hipocoagulabilidade e hipotensão medicamentosa)
11	1	Não	Delirium secundário a desequilíbrio hidroeletrólítico (queda de função renal)
12	1	Não	Hiperplasia de glândula adrenal
13	3	Sim	Esclerose Lateral Amiotrófica
14	3	Não	Infecção pelo HIV - associada a infecções oportunistas
15	3	Não	Exacerbação aguda de DPOC - paciente com hipertensão pulmonar

Aluno 4 – Grupo B (5.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	2	Não	Esquizofrenia
2	2	Não	Doença inflamatória intestinal
3	2	Não	Transtorno de humor bipolar secundário ao uso abusivo de opioides e outras drogas
4	3	Não	Síndrome de Klinefelter
5	3	Não	Feocromocitoma
6	3	Sim	Leucemia aguda
7	1	Sim	Arbovirose - Chikungunya
8	1	Não	Endocardite
9	1	Não	Neurotoxoplasmose
10	1	Não	Anemia multi-carencial secundária ao álcool e a uma síndrome paraneoplásica
11	1	Não	Endocardite
12	1	Não	Cardiomiopatia e estenose de válvula mitral
13	3	Sim	Doença do neurônio motor
14	3	Não	Sífilis secundária
15	3	Não	Embolia pulmonar

16	2	Não	Sarampo	16	2	Não	Dengue
17	2	Não	Hiponatremia secundária a perda (vômitos) e diluição (maior ingesta hídrica)	17	2	Não	Hiponatremia euvolêmica por síndrome da secreção inapropriada de ADH
18	2	Não	Alteração do estado mental secundário à hipoglicemia	18	2	Não	Neuroglicopenia

Quadro 13.8 – Respostas dos alunos do **Grupo B** do segundo ciclo de sessões clínicas.

Aluno 3 – Grupo C (5.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	3	Não	Esquizofrenia
2	3	Não	Gastroenterite aguda infecciosa
3	3	Não	Transtorno bipolar
4	2	Não	Macroprolactinoma
5	2	Não	Síndrome coronariana aguda secundária ao abuso de drogas (cocaína, álcool e canabinoide)
6	2	Não	Linfoma
7	3	Sim	Chikungunya
8	3	Não	Escarlatina
9	3	Não	TCE com HIC secundário a trauma devido crise convulsiva
10	2	Não	Desidratação secundária a uso de diuréticos
11	2	Não	ICC descompensada secundária a desidratação
12	2	Não	Miocardiopatia hipertensiva
13	1	Não	Esclerose múltipla
14	1	Não	Reação aguda HIV
15	1	Não	TEP
16	1	Não	Dengue
17	1	Não	Hiponatremia grave

Aluno 4 – Grupo C (5.º ano)			
Caso clínico	Método	Resp. correta?	Resposta do aluno
1	3	Não	Encefalopatia hepática
2	3	Não	Pancreatite aguda
3	3	Não	Transtorno afetivo bipolar
4	2	Não	Tumor de hipófise
5	2	Não	Hepatite alcoólica aguda
6	2	Não	Trombose venosa profunda secundária a leucemia
7	3	Não	Mononucleose
8	3	Não	Febre reumática com comprometimento cardíaco
9	3	Não	Meningite bacteriana
10	2	Não	Leptospirose
11	2	Não	Uremia
12	2	Não	Emergência hipertensiva secundária a insuficiência cardíaca
13	1	Não	Esclerose múltipla
14	1	Não	Síndrome da Imuno-Deficiência Adquirida
15	1	Não	Pneumonia bacteriana complicada
16	1	Não	Raiva
17	1	Não	Distúrbios eletrolíticos causados por

							desidratação pós- infecção alimentar
18	1	Não	[em branco]	18	1	Não	Tumor em sistema nervoso central

Quadro 13.9 – Respostas dos alunos do **Grupo C** do segundo ciclo de sessões clínicas.

Sessões clínicas	Caso clínico	Diagnóstico do caso clínico	Respostas corretas		
			Método 1 (Parecer individual)	Método 2 (Google)	Método 3 (Sistema Especialista)
Sessão 1	1	Anemia perniciosa (deficiência de vitamina B12).	0	0	0
	2	Abscesso tubo-ovariano.	0	0	0
	3	Uso de oxicodona e cocaína.	1	0	0
Sessão 2	4	Tumor intracraniano de células germinativas (germinoma).	0	0	0
	5	Colecistite aguda e crônica e colelitíase extensa com inflamação transmural da vesícula biliar.	0	0	0
	6	Leucemia de células cabeludas.	0	0	1
Sessão 3	7	Infecção pelo vírus da dengue ou Chikungunya.	2	0	1
	8	Doença de Still de início adulto.	0	0	0
	9	Doença por arranhadura do gato (encefalopatia associada a Bartonella henselae).	0	0	0
Sessão 4	10	Deficiência de vitamina C (escorbuto).	0	0	1
	11	Toxicidade por digoxina.	0	0	0
	12	Síndrome de Cushing devido a um tumor neuroendócrino tímico de baixo grau bem diferenciado com secreção de corticotropina.	0	0	0
Sessão 5	13	Esclerose lateral amiotrófica.	0	0	2
	14	Doença de Behçet.	0	0	0
	15	Insuficiência mitral aguda.	0	0	0
Sessão 6	16	Provável leptospirose aguda.	0	0	0
	17	Insuficiência adrenal primária (doença de Addison).	0	0	1
	18	Insulinoma.	0	0	0
Total de respostas corretas:			3	0	6

Quadro 13.10 – Total de respostas corretas de acordo com o método utilizado no segundo ciclo de sessões clínicas. No total deste ciclo, cada método foi avaliado 36 vezes (18 casos clínicos x 2 alunos).

No final, foram feitos gráficos comparando o total de respostas corretas de acordo com o método utilizado (Gráfico 13.1) e o total de respostas corretas de cada aluno de acordo com o método utilizado (Gráfico 13.2).

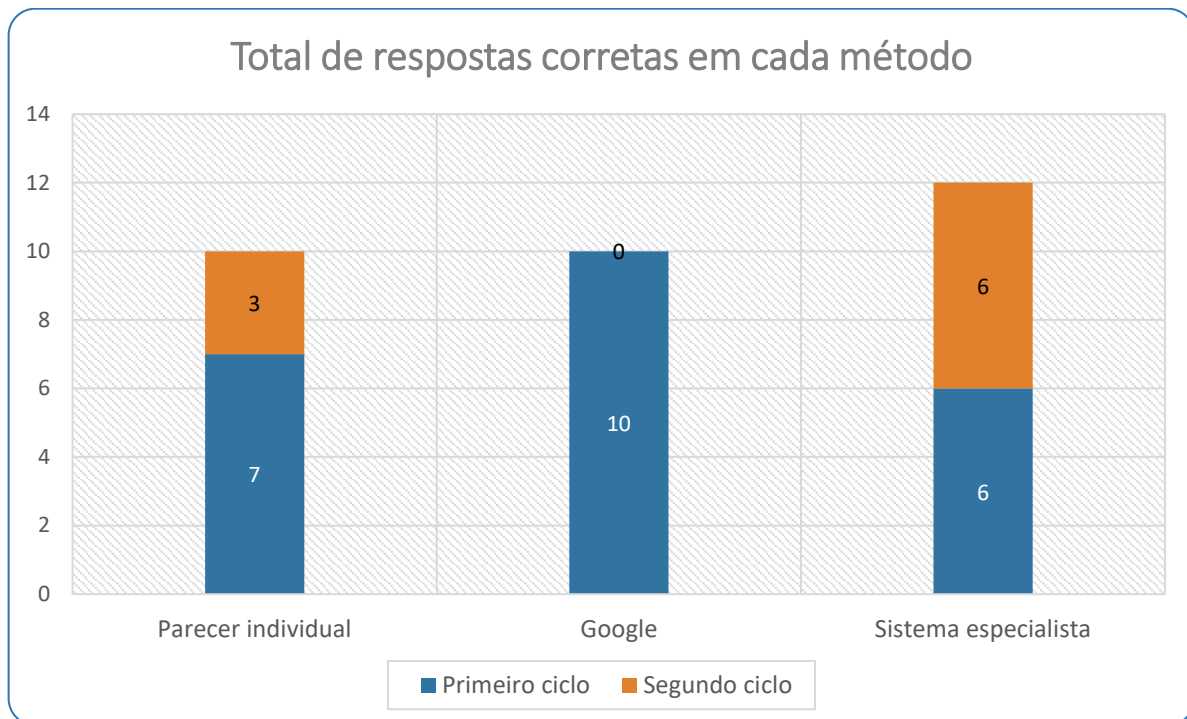


Gráfico 13.1 – Total de respostas corretas de acordo com o método utilizado, incluindo os dois ciclos de sessões clínicas. Portanto, cada método foi avaliado 72 vezes (18 casos clínicos x 4 alunos).

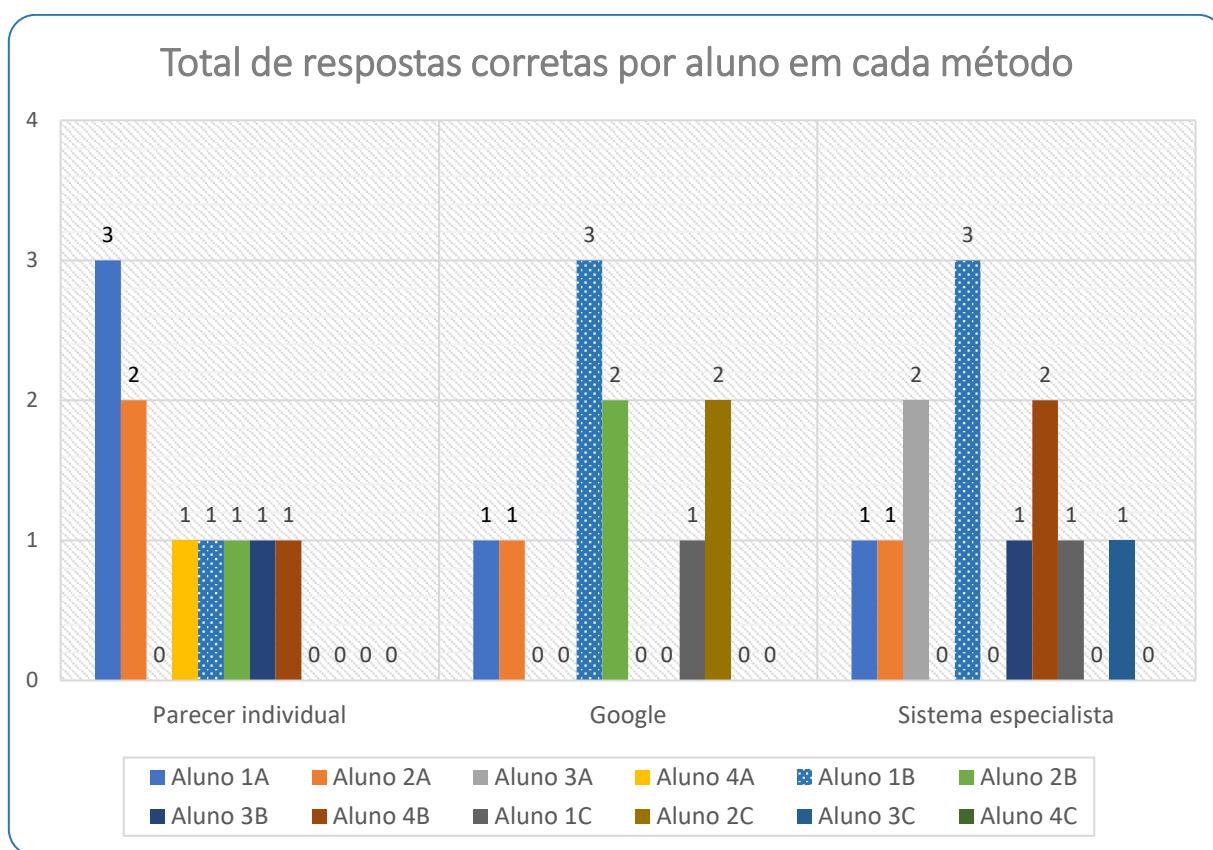


Gráfico 13.2 – Total de respostas corretas de cada aluno, de acordo com o método utilizado. Cada aluno realizou 6 casos clínicos em cada método.

Capítulo 14

Discussão

“A pedra preciosa não pode ser polida sem fricção, nem o homem aperfeiçoado sem provas.”
Confúcio

Considerações e ponderações sobre o primeiro ciclo de casos clínicos:

- 1) Os casos clínicos foram considerados difíceis e prolixos pelos internos. Relataram também que, na história de alguns casos clínicos, nem sempre eram respeitadas a ordem cronológica dos eventos. Em virtude disso, os casos foram julgados difíceis de serem plenamente analisados dentro do intervalo de tempo de 20 minutos.
- 2) Em decorrência disso, pelo fato de múltiplos dados de cada caso clínico serem inseridos no sistema especialista (o que não havia sido previsto inicialmente na elaboração do projeto), houve uma sobrecarga computacional com consequente demora na análise de cada caso clínico: em 2 sessões clínicas (total de 6 casos clínicos) o sistema apresentou uma lentidão excessiva, onde não houve tempo suficiente para finalização e exibição das listas de prováveis diagnósticos na respectiva sessão clínica. Portanto, levando-se em conta que 2 alunos estavam utilizando o sistema simultaneamente nessas ocasiões, houve um prejuízo em 6 respostas.

Em virtude disso, após a conclusão dos trabalhos, foi feita uma revisão na parte de programação do sistema especialista.

Detectado que a parte lenta (“gargalo”)¹ se referia à fase em que o sistema tentava localizar e evitar repetições na entrada dos dados nas tabelas de cada paciente (promovendo assim um registro completo e de qualidade das informações).

Para contornar este problema, a solução foi a criação de índices compostos (contendo múltiplas colunas), o que elevou significativamente a capacidade de processamento das informações.

¹ Dentro de um sistema industrial, “gargalos de produção” são todos os pontos que limitam a capacidade final de produção, ou seja, é o ponto de estrangulamento. Dito de outro modo, é a parte responsável pela etapa mais lenta no processo produtivo.

Considerações e ponderações sobre o segundo ciclo de casos clínicos:

- 1) Novamente os casos clínicos foram considerados difíceis e extensos pelos internos.
Alguns relataram que, em virtude de serem fornecidos muitos dados para cada caso clínico, tiveram dificuldades em saber quais dados deveriam ser colocados para pesquisa no Google.
- 2) Em alguns momentos o sistema especialista apresentou falhas na exibição das listas de prováveis diagnósticos, porém sem comprometer o funcionamento para os outros usuários (como ocorreu no primeiro ciclo de casos clínicos). Após a reinicialização da página houve normalização do processo.
Portanto, desta vez não houve prejuízo na elaboração das respostas finais pelos alunos.
- 3) Um dos alunos que estava utilizando o sistema especialista comentou que achou muito interessante a exibição da lista de prováveis diagnósticos, pois continha alguns diagnósticos diferenciais dos quais ele não havia se lembrado durante a realização do caso clínico. E que após isso, passou a avaliar um maior número de possibilidades de diagnóstico para o caso.

Análise estatística

Primeiramente será necessário definir quais serão as hipóteses nula e a alternativa.

A hipótese nula é a de que todos os três métodos possuem média significativamente iguais, e a hipótese alternativa é a de que pelo menos uma delas tem médias significativamente diferente das demais.

H₀: Parecer individual = Google = Sistema Especialista

H_A: Pelo menos um desempenho médio é significativamente diferente.

Regra de decisão do teste:

- Nível de significância $\alpha = 0,05$ (5%)
- Se $p < \alpha \Rightarrow$ Rejeitar H₀
- Se $p \geq \alpha \Rightarrow$ Não rejeitar H₀

Alunos	Respostas corretas		
	Método 1 (Parecer individual)	Método 2 (Google)	Método 3 (Sistema Especialista)
Aluno 1A (6.º ano)	3	1	1
Aluno 2A (6.º ano)	2	1	1
Aluno 3A (5.º ano)	0	0	2
Aluno 4A (5.º ano)	1	0	0
Aluno 1B (6.º ano)	1	3	3
Aluno 2B (5.º ano)	1	2	0
Aluno 3B (5.º ano)	1	0	1
Aluno 4B (5.º ano)	1	0	2
Aluno 1C (6.º ano)	0	1	1
Aluno 2C (6.º ano)	0	2	0
Aluno 3C (5.º ano)	0	0	1
Aluno 4C (5.º ano)	0	0	0
Total	10	10	12
Média amostral	0,833	0,833	1,0
Variância	0,878	1,06	0,909
Média global	0,889		

Quadro 14.8 – Respostas corretas de cada aluno para cada grupo de 6 casos clínicos, ou seja, cada aluno realizou 6 casos clínicos em cada um dos 3 métodos.

Variância: É a medida da dispersão dos valores de uma amostra em relação à sua média, ou seja, indica o quanto os valores se distanciam da média.

Na análise deste projeto foi utilizado o teste estatístico não paramétrico de **Kruskal-Wallis** (Figura 14.1).

Em sua análise, foi encontrada uma mediana de 1,0 para o método 1, uma mediana de 0,5 para o método 2 e uma mediana de 1,0 para o método 3.

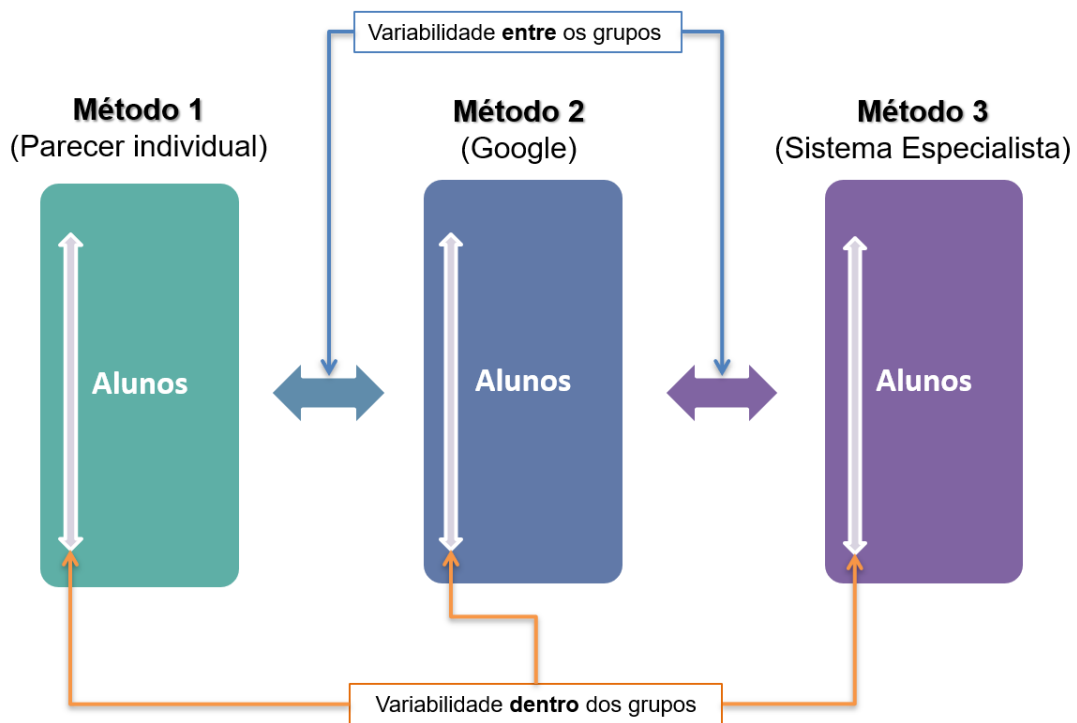


Figura 14.1 – O teste de **Kruskal-Wallis** determina a variabilidade que existe entre os grupos e a variabilidade dentro de cada grupo.

Obteve-se um $p=0,846$.

Conclui-se, portanto, que o valor calculado se encontra na área de aceitação da hipótese nula, ou seja, aceita-se a hipótese de que as médias de todos os métodos (Parecer individual, Google e Sistema Especialista) são significativamente iguais.

Em resumo, a maior parte da variância deveu-se a diferenças dentro dos próprios grupos, e não entre os grupos.

Foi observado um menor número de respostas corretas no grupo dos alunos do 5.º ano. A mediana de acertos deste grupo foi zero; enquanto para o grupo dos alunos do 6.º ano foi de 1,0. A mediana geral foi de 1 acerto (variando de 0 a 3 acertos).

Utilizando-se o **teste de Mann-Whitney**, obteve-se um $p=0,03$; concluindo-se, portanto, que houve uma diferença significativa entre estes dois grupos. Fato este que pode ser atribuído à menor experiência médica dos alunos do 5.º ano da faculdade de medicina.

Devido a múltiplos motivos, não foi possível calcular corretamente o tempo gasto por cada aluno em cada caso clínico. Entretanto ficou nítido que os alunos que estavam utilizando

o Método 1 (“Parecer individual”) entregaram as folhas de respostas num tempo muito menor do que os que estavam utilizando os outros métodos (“Google” e “Sistema especialista”).

Dificuldades encontradas na realização do projeto

- Dificuldades na obtenção das probabilidades condicionais, ou seja, dificuldade em encontrar bases de dados contendo as probabilidades (prevalências) de todas as doenças/sintomas na população.
- Dificuldades na obtenção de voluntários para participarem da pesquisa (tanto médicos quanto estudantes de medicina).

Conclusões

*“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível,
e de repente, você estará fazendo o impossível”.*
São Francisco de Assis

Este projeto procurou aplicar conhecimentos de informática na construção de um Sistema de Apoio à Decisão Médica. Para isto, foram utilizados um banco de dados relacional e aplicadas técnicas de inteligência artificial, tais como: a construção de *Árvores de Decisão*, *Aprendizado não supervisionado* (modelos de hierarquia) e a utilização das *Redes de Bayes* (onde estão envolvidos domínios de conhecimento com significativo grau de incerteza, como é o caso da área médica).

Tendo em vista os objetivos propostos e os resultados obtidos, esta pesquisa apresentou as seguintes conclusões:

- a) Após estudos preliminares, foi possível modelar e validar um sistema especialista de apoio a decisão médica.
- b) Porém, contrariando as expectativas, no grupo avaliado (que incluía apenas os alunos do 5.º e 6.º ano da faculdade de medicina) não foi observada diferença estatística entre os três métodos utilizados: 1) Parecer médico individual; 2) Buscas utilizando o Google e 3) Sistema Especialista.
- c) De qualquer modo, este sistema especialista pode ser utilizado tanto na prática médica quanto para o aprendizado médico, podendo também ser utilizado tanto por médicos generalistas quanto por médicos especialistas.

Epílogo

“Treine enquanto eles dormem, estude enquanto eles se divertem, persista enquanto eles descansam, e então, viva o que eles sonham”.
Provérbio chinês

A prática médica poderia ser resumida em uma frase: decisões. Ser médico exige que o profissional consiga exercer a tomada de decisão com prudência. As decisões estão cada vez mais difíceis: o conhecimento médico aumenta, os pacientes são cada vez mais bem informados e o tempo para decidir está cada vez menor. Não são decisões simples; além disso, suas repercussões podem ser extremas, pondo em risco a vida do paciente. Antigamente, com o forte vínculo entre o paciente e o seu médico, muitas falhas eram até relevadas; hoje não, a indústria dos processos por indenizações não para de crescer ⁽⁴⁴⁾.

Considerações finais

O objetivo geral do diagnóstico médico automatizado é identificar possíveis doenças para um determinado conjunto de dados do paciente (sinais, sintomas, exames etc.), onde as doenças melhores classificadas são examinadas com mais detalhes pelo médico, garantindo assim uma maior segurança na escolha dos possíveis diagnósticos.

O objetivo é **auxiliar** o médico no diagnóstico e **não o substituir** nesta tarefa.

Projetos futuros

O passo inicial seria validar o sistema atual com um maior número de casos clínicos e com um maior número de participantes.

Com resultados satisfatórios no desenvolvimento deste projeto, outros trabalhos podem ser realizados com o objetivo de melhorar ainda mais o sistema.

Além disso, este projeto também pode ser fonte de outras ideias e necessidades, podendo gerar pesquisas futuras interessantes. Destacam-se as seguintes ideias/projetos que podem ser incorporadas ao sistema:

- a) Implementação deste sistema em alguma unidade de saúde e utilização de técnicas de **Data Mining** (Mineração de Dados^I) para descoberta de conhecimento.
- b) **Reconhecimento de voz:** Possibilitaria uma maior agilidade e interatividade entre o usuário e o sistema.
- c) **Sensores móveis ou de infravermelhos:** Podem captar sintomas não visíveis, ajudando a identificar precocemente uma doença.
- d) **Análise do genoma ou expressão genética** e suas repercussões em possíveis doenças.
- e) **Reconhecimento de exames de imagem:** Cada vez mais utilizados, os sistemas de inteligência artificial se mostraram tão bons ou superiores aos humanos no reconhecimento de exames de imagem. Utilizando redes neurais para o reconhecimento de padrões, ao alimentar os sistemas com grandes volumes de imagens médicas, os computadores podem ser treinados a reconhecerem padrões vinculados a uma condição específica (ex: câncer) que possa ser difícil de identificar para um observador humano ⁽⁴⁵⁾.

Representam, portanto, abordagens interessantes para desenvolvimentos futuros no contexto deste projeto.

^I “Mineração de Dados é o processo de explorar grandes quantidades de dados à procura de padrões consistentes, como regras de associação ou sequências temporais, para detectar relacionamentos sistemáticos entre variáveis, detectando assim novos subconjuntos de dados” ⁽⁴⁶⁾.

*“Por aqui, no entanto, nós não olhamos para trás por muito tempo.
Nós continuamos seguindo em frente, abrindo novas portas e
fazendo coisas novas, porque somos curiosos...
e a curiosidade continua nos levando a novos caminhos.
Siga em frente.”*

Walt Disney

Referências

1. Westphal JT. Modelagem difusa de um sistema especialista médico: avaliação dos fatores de internação em crianças queimadas. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
2. Nunamaker JF, Dennis AR, Valacich JS, Vogel DR, George JF. Issues in the design development use and management of group support systems. 1993; p. 125-145.
3. Marin HF, Massad E, Azevedo Neto RS. O prontuário eletrônico do paciente na assistência, informação e conhecimento médico Massad E, Marin HdF, Neto RSdA, editors. São Paulo; 2003.
4. Tapscott D, Caston A. Mudança de paradigma São Paulo: Makron Books; 1995.
5. Butow P, Hoque E. Using artificial intelligence to analyse and teach communication in healthcare. The Breast. 2020; 50: p. 49-55.
6. Fan J, Fang L, Wua J, Guo Y, Dai Q. From Brain Science to Artificial Intelligence. Engineering. 2020 January.
7. Johnson KW, Soto JT, Glicksberg BS, Shameer K, Miotto R, Ali M, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. Journal of the American College of Cardiology. 2018 June; 71(23): p. 2668–79.
8. Liu GD, Li YC, Zhang W, Zhang L. A Brief Review of Artificial Intelligence Applications and Algorithms for Psychiatric Disorders. Engineering. .
9. Schinkel M, Paranjape K, Nannan Panday RS, Skyttberg N, Nanayakkara PWB. Clinical applications of artificial intelligence in sepsis: A narrative review. Computers in Biology and Medicine. 2019 December; 115(103488).
10. Dornelas JS. Impactos da adoção de sistemas de apoio à decisão para grupos em um processo decisório público participativo: o caso do orçamento de Porto Alegre. Dissertação (Doutorado em Administração). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2000.
11. Nunamaker JF, Dennis AR, Valacich JS, Vogel DR, George JF. Electronic meeting systems. Communications of ACM. 1991 July: p. 40-61.
12. Batista EdO. Sistemas de informação São Paulo: Editora Saraiva; 2012.
13. Gilvary C, Madhukar N, Elkhader J, Elemento O. The Missing Pieces of Artificial Intelligence in Medicine. Trends in Pharmacological Sciences. 2019 August; 40(8): p. 555-564.
14. Haykin S. In Haykin S. Redes neurais: princípios e práticas. 2nd ed. São Paulo: Artmed Editora; 2008. p. 27-74.
15. Flach P. Machine Learning: The Art and Science of Algorithms That Make Sense of Data: Cambridge University Press; 2012.
16. [Online]. [cited 2019 Agosto 22. Available from: www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/machine-learning-summarized-in-one-picture.
17. Panch T, Szolovits P, Atun R. Artificial intelligence, machine learning and health systems. 2018 December; 8(2).
18. Krittanawong C, Zhang H, Wang Z, Aydar M, Kitai T. Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine. Journal of The American College of Cardiology. 2017 May; 69(21): p. 2657–64.
19. Linares KSC. Sistema Especialista Nebuloso para Diagnóstico Médico. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 1997.
20. Rosso M. Sistema Especialista de Apoio à Decisão em Ventilação Mecânica. In VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde; 2002; Natal: Anais eletrônicos do VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde.
21. Mendes RD. Inteligência Artificial: Sistemas Especialistas no Gerenciamento da Informação. Ciência da Informação. 1997.
22. Carneiro L. [Online].; 2009 [cited 2018 Abril 30. Available from: <http://timedicina.blogspot.com.br/2009/02/sistema-de-apoio-decisao-medica-sadm.html>.

23. Cardoso F. A inteligência do chip: softwares que imitam o raciocínio humano. [Online].; 2016 [cited 2018 Abril 30. Available from: <https://super.abril.com.br/tecnologia/a-inteligencia-do-chip-softwares-que-imitam-o-raciocinio-humano/>.
24. A consulta no carrinho virtual. Revista da APM. 2011 Setembro: p. 36-37.
25. [Online]. [cited 2020 Março 01. Available from: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Watson_\(supercomputador\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Watson_(supercomputador)).
26. Andrade PJN. Sistemas Especialistas de Apoio ao Diagnóstico em Medicina: Relações com o Teorema de Bayes e com a Lógica do Raciocínio Diagnóstico. Arq Bras Cardiol. 1999; p. 537-544.
27. Dreyfus HL, Dreyfus SE. Expertise intuitiva: para além do pensamento analítico. 2nd ed.: Fabrefactum editora; 1988.
28. Rabuske RA. Inteligência Artificial Florianópolis: Editora da UFSC; 1995.
29. Krepsky W. Protótipo de um interpretador para um ambiente de programação lógica. Trabalho de conclusão de curso em Ciências da Computação. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau; 1999.
30. Sistemas de Informação - o Uso Consciente da Tecnologia Para o Gerenciamento. [Online]. [cited 2018 Outubro 16. Available from: <https://www.passeidireto.com/arquivo/46049539/o-uso-consciente-de-tecnologia-da-informacao-para-o-gerenciamento/2>.
31. Russel S, Norvig P. Inteligência artificial. 2nd ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2004.
32. Flores CD, Höher CL, Ladeira M, Vicari RM. Uma experiência do uso de redes probabilísticas no diagnóstico médico. Argentine Symposium on Healthcare Informatics. 2000; p. 126-128.
33. Karcher C. Redes Bayesianas aplicadas à análise do risco de crédito. Dissertação de Mestrado em Sistemas Eletrônicos. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica; 2009.
34. Roque A. Probabilidade e Estatística I – Aula 15 – A Regra de Bayes. [Online]. [cited 2018 Agosto 30. Available from: <http://sisne.org/Disciplinas/Grad/ProbEstat1/aula%2015.pdf>.
35. Linden R. Algoritmos Genéticos. 3rd ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna; 2012.
36. Wikipedia. [Online]. [cited 2018 Setembro 2. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_guideline.
37. Ministério da Saude - Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas - PCDT. [Online]. [cited 2018 Setembro 2. Available from: <http://portalms.saude.gov.br/protocolos-e-diretrizes>.
38. Smith C. Decision Trees and Random Forests: A Visual Introduction For Beginners: Blue Windmill Media; 2017.
39. Statistics How To - Decision Tree: Definition and Examples. [Online]. [cited 2018 Setembro 2. Available from: <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/decision-tree-definition-and-examples/>.
40. Ancient History Lists. [Online]. [cited 2019 Janeiro 25. Available from: <https://www.ancienthistorylists.com/greek-history/top-10-inventions-discoveries-ancient-greece-remarkably-used-today/>.
41. Magno E. O dilema do professor frente à geração Z. Jornal Virtual..
42. Tang H, Ng JHK. Googling for a diagnosis—use of Google as a diagnostic aid: internet based study. British Medical Journal. 2006 Dec 2; p. 1143-5.
43. [Online]. [cited 2019 Janeiro 25. Available from: <https://pt.memedroid.com/memes/detail/431820>.
44. Andratt E. Sistema Especialista para Avaliação Antropométrica em Pediatria: investigação, diagnóstico, orientação e encaminhamento. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Tecnologia em Saúde; 2006.
45. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan HA. Artificial Intelligence in Medicine: Where Are We Now? 2020 January; 27(1): p. 63-70.
46. Wikipédia - a enciclopédia livre. [Online]. [cited 2020 Fevereiro 1. Available from: https://pt.wikipedia.org/wiki/Minera%C3%A7%C3%A3o_de_dados.

Apêndice



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa "*Estudo comparativo avaliando três modalidades de diagnóstico médico: parecer médico, buscas no Google e Sistema Especialista de Apoio à Decisão Médica*", sob a responsabilidade do pesquisador *Ademar Rosa de Souza*, o qual pretende observar, testar e avaliar três métodos de diagnóstico médico em ambiente real.

Sua participação é voluntária e se dará através da realização de diagnósticos de casos clínicos provenientes de um periódico médico, utilizando-se de três modalidades de diagnóstico médico: parecer médico, buscas no Google e Sistema Especialista de Apoio à Decisão Médica.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para o desenvolvimento de um Sistema Especializado de Apoio à Decisão Médica, cujas características visam: interface amigável, português brasileiro, rápido acesso e fácil manuseio.

Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no Hospital Estadual de Bauru, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 1-100, Bauru - SP, pelo telefone (14) 3103-7777; ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, através dos fones (14) 3880-1608 ou 3880-1609; ou com a Comissão Científica da FAMESP, na Rua José Aiello, 5-61, Bauru-SP, telefone (14) 3226-3939.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do participante

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador Responsável

QUESTIONÁRIO		
Caso clínico nr: ____	Grupo: ____	Método: ____
Data do teste: ____/____/____	Início: ____:____	Término: ____:____
Nome do médico: _____		
Idade: ____	Sexo: ____	Raça: ____
Ano de formação: ____ Faculdade: _____		
Residência médica/Especialização: _____		
Parecer diagnóstico: _____		

Observações: _____		

Apêndice 2 – Questionário a ser preenchido pelo participante durante o desafio diagnóstico.

Anexos



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campos de Botucatu



CHECKLIST - ENTRADA DE PROJETO

DADOS OBRIGATÓRIOS PARA O RECEBIMENTO	SIM	NÃO	AUXÍLIO UPECLIN
FORMULÁRIO ABERTURA PROCESSO INSTITUCIONAL	X		
FOLHA DE ROSTO GERADA PELA PB	X		
PROJETO PESQUISA	X		
ORÇAMENTO		X	
OBJETIVOS	X		
MATERIAIS/MÉTODOS/DELINEAMENTO	X		
TAMANHO AMOSTRAL	X		
CRONOGRAMA DE VISITAS	X		
PLANO DE EXECUÇÃO/CRONOGRAMA(ANÁLISE , PUBLICAÇÃO ETC)	X		
PROTOCOLO DE ATENDIMENTO		X	
FINANCIAMENTO		X	
FONTE FINANCIAMENTO			
AUTORIZAÇÃO DEPARTAMENTO(PEDIATRIA DERMATO)			
TCLE/justificativa para Dispensa	X		
OBS:			

Recebido por: 

Ana Paula Piloto de Oliveira
 Enfermeira - COREN/SP 48708
 UPECLIN - Unidade de Pesquisa Clínica
 da Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP

data: 12/08/2015



UPECLIN - Unidade de Pesquisa Clínica da Faculdade de Medicina de Botucatu
Distrito de Rubião Júnior, s/n CEP 18618-970 Botucatu São Paulo Brasil
Tel: 55 14 38801691. Fax: 3880 1680. E-mail: upeclin@fmb.unesp.br

Anexo 1 – Entrada do projeto na Unidade de Pesquisa Clínica da Faculdade de Medicina de Botucatu-SP (UPECLIN).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

ESCRITÓRIO DE APOIO À PESQUISA
DOCUMENTO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Em tendo cumprido as análises solicitadas pelo Fluxo Institucional de Projetos de Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu e Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, informamos que a proposta de pesquisa "Estudo comparativo avaliando três modalidades de diagnóstico médico: parecer médico, buscas no google e sistema especialista de apoio à decisão médica ", número "2709/2015", que tem como autor principal "Ademar Rosa de Souza" está liberada para ser submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição.

Atenciosamente,



Felipe Isidoro Bernardi
EAP/STAEPE
Assistente de Suporte Acadêmico III

08 de setembro de 2015

Faculdade de Medicina de Botucatu – Escritório de Apoio à Pesquisa – STAEPE
Distrito de Rubião Júnior, s/n CEP 18618-970 Botucatu São Paulo Brasil
Tel /Fax 55 14 3860-1603 eap@fmb.unesp.br

Anexo 2 – Liberação do projeto para ser submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNESP.



**FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO
MÉDICO E HOSPITALAR**
FAMESP ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE SAÚDE

PARECER COMISSÃO CIENTÍFICA FAMESP

NÚMERO: 033/2015
DATA: 02/07/2015

PESQUISA:

"ESTUDO COMPARATIVO AVALIANDO TRES MODALIDADES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO: PARECER MÉDICO, BUSCAS NO GOOGLE E SISTEMA ESPECIALISTA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA"

ORIENTADOR(A):

PROF. DR LUIS CUADRADO MARTIN

AUTOR(A):

ADEMAR ROSA DE SOUZA

LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA:

HOSPITAL ESTADUAL DE BAURU

PARECER:

APROVADO COM PENDÊNCIA

PENDÊNCIA:

PARECER CONSUBSTANCIADO (AVAL CEP)

OBSERVAÇÕES:

Somente será permitido o início dos trabalhos na Unidade, após envio do Parecer Consubstanciado à Comissão Científica da FAMESP.



DR. GUSTAVO HIDEKI KAWANAMI
PRÉSIDENTE COMISSÃO CIENTÍFICA
FAMESP

Fundação para o Desenvolvimento Médico e Hospitalar / FAMESP
Rua José Aiello, 5-61
CEP: 17.014-273 - Bauru/SP
Telefone: (14) 3226-3939

Anexo 3 – Parecer da Comissão Científica da FAMESP.

← → ↻ 🏠 aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/visao/pesquisador/gerirPesquisa/geri Q ☆

Saúde
Ministério da Saúde

Plataforma Brasil

principal ✕ sair

Público Pesquisador Alterar Meus Dados

Ademar Rosa de Souza - Pesquisador | V3.0
Sua sessão expira em: 36min 15

Cadastrados

GERIR PESQUISA

Para cadastrar um novo projeto, clique aqui: [Nova Submissão](#) Para cadastrar projetos aprovados anteriores a Plataforma Brasil, clique aqui: [Projeto anterior](#)

BUSCAR PROJETO DE PESQUISA:

Título do Projeto de Pesquisa: CAAE:

Pesquisador Responsável: Última Modificação: Tipo de Projeto:

Palavra-chave:

SITUAÇÃO DA PESQUISA

☒ Marcar Todas

☒ Aguardando Apreciação de

☒ Aprovado

☒ Em Apreciação Ética

☒ Em Edição

☒ Em Recepção e Validação Documental

☒ Não Aprovado - Não Cabe Recurso

☒ Não Aprovado na CONEP

☒ Não Aprovado no CEP

☒ Pendência Documental Emitida pela CONEP

☒ Pendência Documental Emitida pelo CEP

☒ Pendência Emitida pela CONEP

☒ Pendência Emitida pelo CEP

☒ Recurso Submetido ao CEP

☒ Recurso Submetido a CONEP

☒ Recurso não Aprovado no CEP

☒ Retirado

☒ Retirado pelo Centro Coordenador

Buscar Projeto de Pesquisa **Limpar**

LISTA DE PROJETOS DE PESQUISA:

Tipo *	CAAE *	Versão *	Pesquisador Responsável *	Comitê de Ética *	Instituição *	Origem *	Última Apreciação *	Situação *	Ação
P		1	Ademar Rosa de Souza	S411 - Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP	Departamento de Clínica Médica	PO	PO	Pendência Documental Emitida pelo CEP	

LEGENDA:

(*) Tipo
P = Projeto de Centro Coordenador Pp = Projeto de Centro Participante Pc = Projeto de Centro Coparticipante

(*) Formação do CAPE

Ano de submissão do Projeto Tipo do centro Código do Comitê que está analisando o projeto

Sequencial para todos os Projetos submetidos para apreciação Dígito verificador Sequencial quando estudo possui Centro(s) Participante(s) e/ou Coparticipante(s)

(*) Origem / Última Apreciação

PO = Projeto Original de Centro Coordenador POP = Projeto Original de Centro Participante POC = Projeto Original de Centro Coparticipante
E = Emenda de Centro Coordenador Ep = Emenda de Centro Participante Ec = Emenda de Centro Coparticipante
N = Notificação de Centro Coordenador Np = Notificação de Centro Participante

(*) Lista de Projetos de Pesquisa
- A exibição da ação indica que existem uma ou mais emendas em fila, ou seja, que aguardam apreciação.

DATASUS Este sistema foi desenvolvido para os navegadores Internet Explorer (versão 7 ou superior) GOVERNO FEDERAL

Anexo 4 – Entrada do projeto na Plataforma Brasil (Ministério da Saúde).

24/10/2016

Plataforma Brasil

Saúde

principal

saír

Ademar Rosa de Souza - Pesquisador | V3.0

Cadastros

Sua sessão expira em: 29min 40

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO COMPARATIVO AVALIANDO TRÊS MODALIDADES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO: PARECER MÉDICO, BUSCAS NO GOOGLE E SISTEMA ESPECIALISTA DE APOIO À DECISÃO MÉDICA.

Pesquisador Responsável: Ademar Rosa de Souza

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 40256015.5.0000.5411

Submetido em: 11/09/2015

Instituição Proponente: Departamento de Clínica Médica

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Receção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_560071

LISTA DE PESQUISADORES DO PROJETO

CPF/Documento *	Nome *	Atribuição	E-mail *	Curriculo	Tipo de Análise *	Ação
042.043.358-98	Luís Cuadrado Martín	Equipe do Projeto	cuadrado@fmb.unesp.br	Letras CV	PROPONENTE	
688.224.136-87	Ademar Rosa de Souza	Contato Científico, Contato Público, Pesquisador principal	ademarrosa@gmail.com	Letras CV	PROPONENTE	

LISTA DE COMITÊS DE ÉTICA DO PROJETO

Comitê de Ética *	Tipo de Vínculo *	Ação
5411 - UNESP - Faculdade de Medicina de Botucatu	COORDENADOR	

LISTA DE INSTITUIÇÕES DO PROJETO

CNPJ da Instituição *	Razão Social *	Tipo de Instituição *	Comitê de Ética *	Ação
	Departamento de Clínica Médica	PROPONENTE	5411 - UNESP - Faculdade de Medicina de Botucatu	

LISTA DE PROJETOS RELACIONADOS

Tipo *	CAAE *	Versão *	Pesquisador Responsável *	Comitê de Ética *	Instituição *	Origem *	Última Avaliação *	Situação *	Ação
P	40256015.5.0000.5411	1	Ademar Rosa de Souza	5411 - UNESP - Faculdade de Medicina de Botucatu	Departamento de Clínica Médica	PO	PO	Aprovado	

LEGENDA:

(*) Tipo

P = Projeto de Centro Coordenador Pp = Projeto de Centro Participante Pc = Projeto de Centro Coparticipante

(*) Formação do CAAE:

Ano de submissão do Projeto						Tipo de centro		Código do Comitê que está analisando o projeto												
n	n	n	n	n	n	a	a	.	d	v	.	i	x	x	x	.	i	i	i	i
Sequencial para todos os Projetos submetidos para apreciação						Dígito verificador		Sequencial, quando estudo possui Centro(s) Participante(s) ou Coparticipante(s)												

(*) Origem / Última Avaliação

PO = Projeto Original de Centro Coordenador	POp = Projeto Original de Centro Participante	POc = Projeto Original de Centro Coparticipante
E = Emenda de Centro Coordenador	Ep = Emenda de Centro Participante	Ec = Emenda de Centro Coparticipante
N = Notificação de Centro Coordenador	Np = Notificação de Centro Participante	

Voltar

Anexo 5 – Entrada do projeto na Plataforma Brasil (Ministério da Saúde).

 UNESP -FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU									
Continuação do Parecer: 3.821.746									
Objetivo da Pesquisa: O objetivo será observar, testar e avaliar três métodos de diagnóstico médico em ambiente real: a) Método tradicional: parecer individual de um médico (ou estudante de medicina).b) Utilização de ferramentas de buscas na Internet (Google©)c) Utilização de um Sistema de Apoio à Decisão Médica (SADM).									
Avaliação dos Riscos e Benefícios: Riscos mínimos, que deverão ser minimizados com sigilo e privacidade dos dados. Benefícios para o Apoio ao Diagnóstico Médico.									
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Pesquisa relevante, bem delineada e factível de ser realizada com o método e no tempo proposto no cronograma. A emenda não altera objetivos e metodologia substancialmente.									
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Apresenta termos obrigatórios (Folha de rosto, anuência da FMB e do Hospital Estadual de Bauru/FAMESP, parecer do Conselho de Curso da Graduação em Medicina e TCLE).									
Recomendações: Apresentar relatório final de atividades após finalização da pesquisa.									
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Após análise em REUNIÃO ORDINÁRIA, o Colegiado deliberou APROVADA A EMENDA apresentada.									
Considerações Finais a critério do CEP: Conforme deliberação do Colegiado, em REUNIÃO ORDINÁRIA do Comitê de Ética em Pesquisa FMB/UNESP, realizada em 03/02/2020, a EMENDA apresentada encontra-se APROVADA.									
Atenciosamente,									
Comitê de Ética em Pesquisa FMB/UNESP									
Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 40%;">Endereço: Chácara Butignolli, s/n</td><td style="width: 60%;"></td></tr><tr><td>Bairro: Rubião Junior</td><td>CEP: 18.618-970</td></tr><tr><td>UF: SP</td><td>Município: BOTUCATU</td></tr><tr><td>Telefone: (14)3880-1609</td><td>E-mail: cep@fmb.unesp.br</td></tr></table>		Endereço: Chácara Butignolli, s/n		Bairro: Rubião Junior	CEP: 18.618-970	UF: SP	Município: BOTUCATU	Telefone: (14)3880-1609	E-mail: cep@fmb.unesp.br
Endereço: Chácara Butignolli, s/n									
Bairro: Rubião Junior	CEP: 18.618-970								
UF: SP	Município: BOTUCATU								
Telefone: (14)3880-1609	E-mail: cep@fmb.unesp.br								

Anexo 6 – Parecer do Comitê de Ética da UNESP de Botucatu-SP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



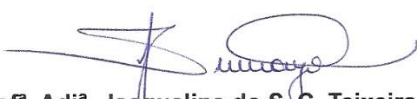
Despacho: 31/2018-CCGM/STG

Assunto: Projeto de pesquisa

Interessado: Ademar Rosa de Souza

AD REFERENDUM DO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA, manifesto-me favoravelmente ao projeto de pesquisa intitulado "Estudo comparativo avaliando três modalidades de diagnóstico médico: parecer médico, buscas no google e sistema especialista de apoio à decisão médica", sob a orientação do Prof. Dr. Luis Cuadrado Martin.

Seção Técnica de Graduação, aos 21 de junho de 2018.


p/ **Profª. Adjª. Jacqueline do S. C. Teixeira Caramori**
Coordenadora do Curso de Graduação em Medicina

Faculdade de Medicina de Botucatu – Seção Técnica de Graduação
Distrito Rubião Junior, s/nº CEP 18.618-970 Botucatu SP
tel 14 3880.1114 e-mail: graduacao@fmb.unesp.br

Anexo 7 – AD Referendum do Conselho de Curso de Graduação em Medicina (UNESP Botucatu-SP).