

Inteligência Artificial e Medicina

Artificial Intelligence and Medicine

Luiz Carlos Lobo¹

PALAVRAS-CHAVE

- Relação Médico-Paciente.
- Exame Clínico.
- Sistemas de Apoio à Decisão.
- Inteligência Artificial.
- Dispositivos Corporais.
- Educação Médica.

RESUMO

Ao mesmo tempo em que se discutem problemas na relação médico-paciente e a deficiência do exame clínico na atenção médica, que torna o diagnóstico clínico mais dependente de exames complementares, enfatiza-se cada vez mais a importância do computador em medicina e na saúde pública. Isto se dá seja pela adoção de sistemas de apoio à decisão clínica, seja pelo uso integrado de novas tecnologias, incluindo as tecnologias vestíveis/corporais (wearable devices), seja pelo armazenamento de grandes volumes de dados de saúde de pacientes e da população. A capacidade de armazenamento e processamento de dados aumentou exponencialmente ao longo dos recentes anos, criando o conceito de big data. A Inteligência Artificial processa esses dados por meio de algoritmos, que tendem a se aperfeiçoar pelo seu próprio funcionamento (self learning) e a propor hipóteses diagnósticas cada vez mais precisas. Sistemas computadorizados de apoio à decisão clínica, processando dados de pacientes, têm indicado diagnósticos com elevado nível de acurácia. O supercomputador da IBM, denominado Watson, armazenou um volume extraordinário de informações em saúde, criando redes neurais de processamento de dados em vários campos, como a oncologia e a genética. Watson assimilou dezenas de livros-textos em medicina, toda a informação do PubMed e Medline, e milhares de prontuários de pacientes do Sloan Kettering Memorial Cancer Hospital. Sua rede de oncologia é hoje consultada por especialistas de um grande número de hospitais em todo o mundo. O supercomputador inglês Deep Mind, da Google, registrou informações de 1,6 milhão de pacientes atendidos no National Health Service (NHS), permitindo desenvolver novos sistemas de apoio à decisão clínica, analisando dados desses pacientes, permitindo gerar alertas sobre a sua evolução, evitando medicações contraindicadas ou conflitantes e informando tempestivamente os profissionais de saúde sobre seus pacientes. O Deep Mind, ao avaliar um conjunto de imagens dermatológicas na pesquisa de melanoma, mostrou um desempenho melhor do que o de especialistas (76% versus 70,5%), com uma especificidade de 62% versus 59% e uma sensibilidade de 82%. Mas se o computador fornece o know-what, caberá ao médico discutir o problema de saúde e suas possíveis soluções com o paciente, indicando o know-why do seu caso. Isto requer uma contínua preocupação com a qualidade da educação médica, enfatizando o conhecimento da fisiopatologia dos processos orgânicos e o desenvolvimento das habilidades de ouvir, examinar e orientar um paciente e, conseqüentemente, propor um diagnóstico e um tratamento de seu problema de saúde, acompanhando sua evolução.

ABSTRACT**KEYWORDS**

- Doctor-Patient Relationship.
- Clinical Examination.
- Decision Support Systems.
- Artificial Intelligence.
- Wearable Devices.
- Medical Education.

While discussions develop regarding problems in the doctor-patient relationship and the deficiency of the clinical examination in medical practice, which leaves diagnoses more dependent of complementary tests, the importance of the computer in medicine and public health is highlighted. This is happening, either through the adoption of clinical decision support systems, the use of new technologies, such as wearable devices, or the storage and processing of large volumes of patient and population data. Data storage and processing capacity has increased exponentially over recent years, creating the concept of “big data”. Artificial Intelligence processes such data using algorithms that continually improve through intrinsic self-learning, thus proposing increasingly precise diagnostic hypotheses. Computerized clinical decision support systems, analyzing patient data, have achieved a high degree of accuracy in their diagnoses. IBM’s supercomputer, named “Watson”, has stored an extraordinary volume of health information, creating a neural network of data processing in several fields, such as oncology and genetics. Watson has assimilated dozens of medical textbooks, all the information from PubMed and Medline, and thousands of medical records from the Sloan Kettering Cancer Memorial Hospital. Its oncology network is now consulted by numerous specialists from all over the world. The English supercomputer Deep-Mind, by Google, has stored data from 1.6 million National Health Service patients, enabling the development of new clinical decision support systems, analysis of these patient data and generating alerts on their evolution in order to avoid contraindicated or conflicting medications, whilst also sending timely updates to the physicians about the health of their patients. Analyzing a set of dermatological images in a melanoma study, Deep-Mind showed a higher level of performance than that of specialists (76% versus 70.5%), with a specificity of 62% versus 59% and a sensitivity of 82%. Nevertheless, whereas the computer provides the know-what, it is the physician that will discuss the medical problem and the possible solutions with the patient, indicating the know-why of his or her case. This area requires continuous focus on the quality of medical training, emphasizing knowledge of the physiopathology of the organic processes and the development of the abilities to listen to, examine and advise a patient and, consequently, propose a diagnosis and treatment, accompanying his or her evolution.

Recebido em: 08/06/2017

Aprovado em: 12/06/2017

INTRODUÇÃO

Ao longo de sua evolução, o homem adquiriu uma série de extensões. Com o desenvolvimento da oposição do polegar pôde segurar um porrete e aumentar o tamanho de seu braço ou atirar pedras para se defender de agressores. Com o uso de ondas de rádio pôde atingir populações distantes e com o microscópio ver dimensões muito pequenas, como as bactérias.

Se o telefone permitiu a conversa entre pessoas que residem em qualquer lugar do planeta, estendendo a capacidade de ouvir, a televisão permitiu ver fatos distantes e no momento em que se produzem, aumentando a capacidade de ver.

O advento do computador trouxe uma enorme ampliação da dimensão do homem, aumentando sua capacidade de calcular e armazenar grandes volumes de informação, e isso em nanossegundos. Ampliou sua memória e o tempo de recuperação de uma informação. O “aqui e agora” passou a ser o

mote do mundo atual, caracterizando uma sociedade em mudança rápida e constante.

A criação de redes que interligam computadores, ensinando a comunicação rápida entre pessoas, de certo modo fragmentou e segmentou a sociedade em grupos de interesses semelhantes.

Conversa-se mais através de *smartphones* do que presencialmente. A oferta contínua de vídeos e áudios em *streaming* reforça esse processo de individualização e isolamento. Talvez isso explique o fato de ser a depressão um dos grandes problemas médicos da atualidade.

Ao mesmo tempo, houve um grande avanço nas tecnologias médicas voltadas ao diagnóstico pela imagem: o ecocardiograma, que, alguns acham, tornará obsoleto o estetoscópio, o ultrassom, que substitui, dizem, a palpação e a percussão do abdome, a ressonância, que substitui os exames de radiologia

contrastada, e o PET, que permite verificar as áreas envolvidas em várias atividades cerebrais, vieram substituir o exame clínico dos pacientes e a relação médico-paciente. Hoje, faz-se diagnóstico pelos exames e não pelo raciocínio e julgamento clínico. Para que avaliar a expansão torácica, auscultar, sentir o frêmito toracovocal ou fazer uma percussão para diagnosticar uma pneumonite, se um raio X simples de tórax pode fazer o diagnóstico?

Trabalhos recentes¹ enfatizam “*the fading art of the clinical examination*” e ressaltam a necessidade de olhar, ouvir e examinar o paciente e só então pedir exames para comprovar a hipótese diagnóstica.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MEDICINA

Inteligência Artificial em medicina é o uso de computadores que, analisando um grande volume de dados e seguindo algoritmos definidos por especialistas na matéria, são capazes de propor soluções para problemas médicos.

Computadores podem armazenar e recuperar dados sobre imagens, como lesões dermatológicas ou exames radiológicos, de ultrassom, de ressonância magnética, de tomografia por emissão de pósitrons (PET), de ecocardiogramas, de eletroencefalogramas, eletrocardiogramas, dados de dispositivos vestíveis/corporais (*wearable devices*) e gerar probabilidades de diagnóstico baseadas em algoritmos de decisão estabelecidos e que podem se automodificar em decorrência de resultados obtidos (*self improvement*).

Dados de pacientes podem ser coletados seja diretamente de prontuários médicos eletrônicos, seja por meio da digitação de informações de anamnese, de exame clínico do paciente, exames complementares, evolução da enfermidade e medicamentos prescritos e usando algoritmos definidos e que podem ser atualizados com a análise desses dados e propor diagnósticos diferenciais de enfermidades, com as respectivas probabilidades de ocorrência.

Atualmente, o uso de *wearable devices* tem sido introduzido na prática médica, obtendo informações contínuas sobre glicemia, ECG e movimento, por exemplo, que podem gerar ações automatizadas, como injetar insulina, dar uma descarga elétrica de um desfibrilador subcutâneo ou variar a dose de um medicamento em pacientes com doença de Parkinson. Informações desses *gadgets* são capturadas pelo celular do paciente e podem ser transmitidas ao seu médico.

Desde algum tempo, busca-se desenvolver sistemas computadorizados de apoio ao diagnóstico clínico. Howard Bleish², há mais de 50 anos, já oferecia um sistema que, avaliando dados de um paciente, sugeria ações para restabelecer seu equilíbrio hidroeletrólítico.

Vários sistemas³ foram desenvolvidos com o objetivo de oferecer uma lista de possíveis diagnósticos para um problema de saúde, com as probabilidades de acerto, usando dados da gênese e evolução desse problema, avaliando sinais e sintomas de pacientes, analisando resultados de exames realizados e propondo possibilidades diagnósticas.

Recente trabalho⁴ selecionou quatro sistemas, após eles terem analisado dados de 20 casos clínicos apresentados no *New England Medical Journal* e no *Medical Knowledge Self Assessment Program (MKSAP)* do American College of Physicians, que visa avaliar os conhecimentos de medicina interna de estudantes do terceiro ano de Medicina de escolas dos EUA. Dois desses sistemas de diagnósticos diferenciais – *DDX (DXPlain)*, de Harvard, e Isabel, privado) – indicaram acertos significativos, ainda que não tenham acertado o diagnóstico de dois casos do *MKSAP*.

Berner e col.⁵ discutiram a relevância de se ter uma lista de hipóteses diagnósticas, seja para o clínico, seja para estudantes de Medicina. Uma lista de possíveis diagnósticos, aceitos de forma acrítica, poderia resultar no pedido de muitos exames para esclarecer o caso, tornando mais caro o tratamento do paciente.

Recente trabalho⁶ analisa a adoção de sistemas de apoio à decisão clínica para melhorar a acurácia da medicina, considerando o aumento da carga de trabalho de médicos em emergências e clínicas de família. A Associação Americana de Escolas de Medicina (AAMC) estima uma demanda de 130.600 médicos até 2025, o que justificaria a adoção de programas de apoio à decisão como forma de diminuir a possibilidade de erros médicos.

Em 2009, verificou-se que 32% dos erros médicos nos EUA resultavam da diminuição do tempo de interação do médico com os pacientes, produzindo diagnósticos equivocados, não reconhecimento da urgência ou piora da evolução do paciente que demandariam prescrever ou realizar ações pertinentes. Mesmo em hospitais que disponham de prontuários médicos eletrônicos⁷, com a possibilidade de melhor coleta de dados, admite-se que 78,9% dos erros médicos estariam relacionados a problemas na relação médico-paciente, exame clínico deficiente, falha de avaliação dos dados do paciente ou falta de exames que comprovassem a hipótese diagnóstica.

O uso de sistemas que cruzam remédios prescritos e dados do paciente, evitando interações ou doses inapropriadas, está disponível e se reflete numa melhor e mais segura prescrição medicamentosa. Médicos e farmacêuticos se beneficiam muito com esses sistemas que confrontam dados e prescrições, evitando casos de medicações inadequadas a mulheres grávidas, doentes com insuficiência renal, alérgicos à droga prescrita e interações entre medicações feitas por mais de um profissional.

CRÍTICAS AO USO DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA

A tomada de decisão em medicina depende, essencialmente, da proposta de hipóteses diagnósticas sugeridas pelo médico após colher e avaliar dados sobre os problemas de saúde de um paciente. Essas hipóteses seriam avaliadas e indicariam a necessidade de ter novas informações sobre o caso ou a realização de exames complementares que permitam eleger a melhor opção na solução do problema.

A experiência obtida após anos de trabalho clínico permitiria ao profissional avaliar melhor essas hipóteses diagnósticas fazendo perguntas ao paciente ou sugerindo exames a serem realizados.

Um trabalho clássico de Elstein e cols.⁸ indicava, após longa pesquisa registrando o processo de solução de problemas em várias situações controladas, o seguinte:

1. Hipóteses de solução de problemas, com frequência, são geradas precocemente ao se entrevistar um paciente, seja porque o médico se lembra de casos semelhantes, seja porque leu um artigo que discutia situações com as mesmas características;
2. Hipóteses são, de regra, apresentadas em número limitado, mesmo em casos complexos; não obstante, hipóteses gerais, como dor abdominal, podem ser propostas junto com outras;
3. Como consequência da proposição precoce de hipóteses, os médicos podem buscar novos dados para comprovar suas hipóteses e não para reavaliá-las, necessitando de muito mais informação ou resultados de exames para rever essas hipóteses;
4. A solução de um caso está, de regra, relacionada à competência do profissional em relação ao problema apresentado pelo paciente. Como dizia Claude Bernard, “quem não sabe o que procura não entende o que encontra”.

Estudos de Rimoldi⁹ mostraram que o número de dados de anamnese, exame físico e exames complementares requisitados por internos, residentes e especialistas para resolver um caso varia significativamente, indicando a importância da experiência na proposição de possíveis diagnósticos. O reconhecimento de padrões (*pattern recognition*) e de critérios de diagnóstico (combinação de sintomas, sinais e resultados de exames) é usado na determinação de um diagnóstico correto.

Um trabalho da Universidade Estadual de Londrina sobre o raciocínio clínico dos estudantes de Medicina¹⁰ indicou dois processos de elaboração de hipóteses diagnósticas entre

os alunos: hipotético-dedutivo e indutivo. Mostrou predominância de alunos (69%) induzindo um diagnóstico. Esses processos ressaltam dois tipos de pensar: o teórico-dedutivo (que vai do geral ao particular), mais comum entre latinos, e o empírico-indutivo (que vai do particular ao geral), que caracteriza, em geral, os anglo-saxões¹¹.

Sistemas de suporte à decisão clínica podem assistir o profissional nesse processo de tomada de decisão. Esses sistemas podem sugerir hipóteses, com suas probabilidades de ocorrência, mas não explicam o porquê dessas hipóteses. Informam o *know-what*, mas não o *know-why*.

Por outro lado, o sistema de tomada de decisão, dependendo da capacidade de perceber o que ocorre com o paciente, pode levar a erros na conduta proposta.

Uma menina de 14 anos procurou o Hospital de Sobradinho em Brasília com amenorreia primária. Queixava-se de “ainda não ter ficado moça”. Mas o residente que a atendeu observou a icterícia da paciente e, após exames, fez um diagnóstico de anemia falciforme. Tratou a paciente e deu-lhe alta, mas a paciente, chorando, dizia ao médico que não a tinham tratado porque “ainda não tinha ficado moça”.

Para obviar essa distorção na percepção de um caso, Weed¹² propôs em 1964 a adoção do “Prontuário Orientado para Problemas”, em que, após ouvir e examinar o paciente, o médico deveria listar os problemas apresentados seja de ordem somática, seja de ordem psicológica e mesmo de ordem social, e propor um plano de ação para cada problema apresentado¹³.

O “Prontuário Médico Orientado para Problemas” foi adotado em poucos hospitais, talvez porque, reconhecendo os problemas do paciente e propondo um plano de diagnóstico e tratamento para cada problema, a competência médica fique sujeita a uma clara avaliação por seus pares.

USO DE SUPERCOMPUTADORES EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MEDICINA

Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que se propõe a desenvolver sistemas que simulem a capacidade humana de percepção de um problema, identificando seus componentes para, com isso, resolver problemas e propor/tomar decisões.

Outra definição de Inteligência Artificial indica que seria a criação de sistemas inteligentes de computação capazes de realizar tarefas sem receber instruções diretas de humanos (os “robôs” são exemplos disso).

Usando diferentes algoritmos e estratégias de tomada de decisões e um grande volume de dados, sistemas de IA são capazes de propor ações, quando solicitados.

A Inteligência Artificial envolve várias etapas ou competências, como reconhecer padrões e imagens, entender linguagem aberta escrita e falada, perceber relações e nexos, seguir algoritmos de decisão propostos por especialistas, ser capaz de entender conceitos e não apenas processar dados, adquirir “raciocínios” pela capacidade de integrar novas experiências e, assim, se autoaperfeiçoar, resolvendo problemas ou realizando tarefas.

Os primórdios da IA datam de 1950, quando Alan Turing publicou seu artigo “*Computing Machinery and Intelligence*”¹⁴ e propôs o teste (hoje nomeado TT em sua homenagem) que compara a performance de um computador e de uma pessoa na solução de um problema.

O termo Inteligência Artificial foi cunhado numa conferência no Dartmouth College em 1956¹⁵ por McCarthy e cols., e a sua aplicação em medicina iniciou-se com o artigo de Shortliffe em 1963¹⁶.

Szlovits, em publicação de 2009¹⁷, admite que atualmente a IA em medicina está se tornando não apenas uma parte, mas um componente essencial da informática médica e um recurso importante na solução de problemas em atenção à saúde.

As pesquisas iniciais visavam capturar o conhecimento de especialistas no desenvolvimento de sistemas de apoio ou proposta de soluções clínicas.

Atualmente, o problema é processar um grande volume de informações, seja por meio de prontuários eletrônicos com dados dos pacientes, resultados de seus exames, diagnóstico proposto, prescrição e resultados dessas medicações, seja por digitação, considerando que dados podem não estar disponíveis ou podem estar incompletos. Deve-se considerar também que informações ainda podem ter que ser digitadas em decorrência da incompatibilidade de sistemas onde elas estejam registradas. Há que se considerar, no entanto, que essa digitação poderá eventualmente introduzir um componente de erro humano.

Sistemas que funcionam em *background* podem ser utilizados para verificar dados de pacientes, como interação e incompatibilidade de medicamentos, dados de exames complementares discrepantes, exames solicitados e/ou a serem realizados.

O problema da perda de confidencialidade dos dados armazenados tem sido ressaltado e deve ser sempre discutido, mas sistemas de saúde, como o NHS da Inglaterra, indicam que o benefício da troca de experiências excede problemas eventuais decorrentes da quebra de confidencialidade. A troca de informações já é feita entre pacientes com *websites*, como PatientsLikeMe, Acor (*association of cancer online*), CrowdMed, SmartPatients.

Várias empresas estão muito engajadas em projetos de IA, como IBM, Google, Apple, Microsoft e Amazon.

Com a disseminação dos *smartphones*, sistemas como o Apple Siri, Microsoft Cortana e Google Now permitem interação em linguagem aberta, funcionando como um assistente pessoal, dando informações ao usuário, lembrando ações a serem tomadas, fazendo postagens no Facebook ou Twitter e conversando com o usuário como um amigo virtual.

Duas das mais importantes experiências no uso de IA em vários campos, inclusive medicina, são a plataforma Watson Health, da IBM, e o Deep Mind, da Inglaterra, que processam informações armazenadas na “nuvem” de oncologia e de avaliação de risco e evolução de pacientes.

Registrando um grande número de casos com seu esquema de diagnóstico, tratamentos prescritos e resultados obtidos, esses sistemas permitem uma expansão do conhecimento médico e a sugestão de condutas a serem seguidas, nesse caso com embasamento probabilístico.

Pesquisadores da IBM, usando redes neurais, conseguiram obter uma acurácia de 86% no diagnóstico de retinopatia diabética feito em 35 mil imagens de retina acessadas através da tecnologia EyePACs da IBM de identificação de lesões e outros sinais observados em vasos sanguíneos.

Ao contrário do Watson, que processa mais demandas específicas, o Deep Mind, criado em 2010 e comprado pela Google em 2014, também usando uma rede neural, pretende não ser programado com fins predefinidos, “aprendendo” com a experiência na solução de problemas.

O Deep Mind tem sido usado em medicina na avaliação de *scans* visuais, buscando causas de cegueira. Em 2016, estabeleceu um projeto com o Royal Free London NHS Foundation Trust e com o Imperial College Health Care NHS Trust para acessar os prontuários eletrônicos de pacientes e avaliar seus dados, o que tem gerado grande controvérsia no país. O problema da confidencialidade dos dados tem sido questionado, sobretudo pelo fato de eles serem processados livremente por uma empresa privada (Google).

No Brasil, em 2016, a Fiocruz criou o Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (Cidacs), buscando integrar dados de saúde e políticas sociais de mais de cem milhões de brasileiros contemplados no Programa Bolsa Família e outros programas de proteção social numa única base de dados, mas preservando a confidencialidade desses dados.

Também foram criadas plataformas de vigilância em saúde, estudos genéticos (Epigen), de incorporação de tecnologias e inovações em sistemas de informação para apoiar o SUS e de Estudos de Equidade e Sustentabilidade Urbana e seus efeitos em saúde. Essa iniciativa deverá ser o começo de um programa de integração de dados sobre as condições de saúde de indivíduos e da população do País.

EXPERIÊNCIAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SAÚDE

Em trabalho recente, Mukherjee¹⁸ relata a experiência de Sebastian Thrun, da Universidade de Stanford, que armazena, numa rede neural de computação, 130 mil imagens de lesões da pele classificadas por dermatologistas. O sistema usa algoritmos que reconhecem imagens e suas características (*pattern recognition*). Em junho de 2015, Thrun e equipe começaram a validar o sistema usando um conjunto de 14 mil imagens que haviam sido diagnosticadas por dermatologistas, solicitando que o sistema reconhecesse três tipos de lesão: benignas, malignas e crescimentos não cancerosos. O sistema acertou 72% das vezes, comparado com um acerto de 66% obtido por dermatologistas qualificados. A experiência de Thrun foi ampliada para incluir 25 dermatologistas e uma amostra de 2 mil casos biopsiados. A máquina continuou sendo mais acurada.

Outra experiência relatada por Mukherjee foi desenvolvida na Universidade de Columbia: uma radiologista discutia a importância de diagnosticar precocemente um AVC numa tomografia computadorizada (*CT scan*), permitindo a destruição oportuna de um coágulo no cérebro. É fácil diagnosticar um AVC quando o cérebro já está morto e cinzento, dizia ela. O desafio é diagnosticar e intervir precocemente. O reconhecimento de imagens feito por IA poderia obviar esse desafio pelo reconhecimento de pequenos detalhes indicando áreas suspeitas em cortes de CT que poderiam passar despercebidas.

Uma pesquisa realizada na USP¹⁹ mostrou que a geração de hipóteses e diagnósticos diferenciais, em geral, é feita pelo reconhecimento visual imediato de determinadas lesões. A experiência foi realizada com 25 radiologistas que tentaram reconhecer imagens do pulmão apresentadas a eles dentro de um tubo de ressonância magnético funcional. O tempo médio para propor um diagnóstico foi de 1,33 segundo, ativando sempre a mesma área do cérebro. O importante parece ter sido o conhecimento prévio da forma e características da lesão, o que poderia ser feito por Inteligência Artificial.

O dermatologista Lindsay Bordone, da Universidade de Columbia¹⁸, tinha 49 pacientes agendados no dia. Examinados em sequência, todos saíam felizes. É que o computador pode acertar o *know-what*, mas o médico, conversando com seu paciente, explica o *know-why*. Isto indica por que os médicos nunca serão substituídos por uma máquina. Elas não explicam o porquê nem aliviam a angústia do paciente.

O apoio à decisão clínica disponível por meio de consultores *on-line*, como oferecido no Brasil pelo Telessaúde/Tele-Medicina, favorece a prática em lugares remotos onde a dis-

ponibilidade de recursos e a possibilidade de discutir o caso *in loco* são escassas ou inexistentes. A disponibilização contínua de sistemas computadorizados de apoio à decisão clínica seria outra alternativa a ser postulada.

INTEGRAÇÃO DE BASE DE DADOS – BIG DATA

A capacidade de armazenar dados aumentou de forma exponencial nas últimas décadas. De armazenamento em fitas e discos móveis, passou-se a armazenar via internet em sistemas de grande capacidade (*warehouses*) e, atualmente, em redes de computadores ditos “na nuvem”.

O armazenamento de dados passou a ser gigantesco, levando ao conceito de *big data*. Estima-se em 2,5 exabytes (um exabyte corresponde a 10 à potência 18; para comparação, um gigabyte é 10 à potência 9), com um crescimento anual previsto de 57% no período de 2014-2019²⁰, chegando a 24,3 exabytes em 2019, admitindo-se ainda que em 2019 vídeos deverão corresponder a 50% do tráfego na internet.

Big data está sendo gradualmente introduzido no sistema de atenção à saúde. Dados de prevalência, incidência e evolução de enfermidades permitiriam gerar dados estatísticos, antecipar surtos epidemiológicos e prescrever ações preventivas.

Dados de pacientes, como idade, sexo, etnia, local de residência, antecedentes pessoais e familiares, sintomas e sinais apresentados, exames realizados ou obtidos por meios eletrônicos (*wearable devices*), diagnósticos feitos, tratamento e evolução coletados, permitiriam estabelecer uma base de dados e aprimorar condutas estabelecidas.

Esses dados deveriam ser disponibilizados ao paciente, que poderia participar de decisões que envolvessem ações médicas, já que as consequências dessas ações seriam sofridas por ele.

Eric Topol fala em empoderar o paciente²¹ na discussão de seu problema de saúde, sobretudo se se considerar que outros sistemas como o Google já oferecem dados sobre problemas médicos, mas sem uma análise criteriosa dessa informação. O médico poderá discutir o caso agregando seu *know-why*.

O problema passou a ser dispor de processos de integração e pesquisa em diferentes bases de dados. Sistemas integrados e universais de atenção à saúde, como o National Health Service, da Inglaterra, facilitam a pesquisa por constituírem uma base de dados única. Discute-se a abertura desses dados a toda a comunidade médica, com a certeza de que o benefício de trocar e compartilhar experiências é muito maior que a preservação de sua confidencialidade.

Um sistema único e padronizado de dados em saúde poderia ser o trunfo essencial a garantir a qualidade da atenção prestada em saúde no Brasil.

Integrar diferentes sistemas de registro eletrônico de dados em medicina e saúde é o grande desafio. A adoção de diferentes sistemas informatizados nos estados e municípios brasileiros e a baixa integração com os sistemas privados de saúde dificultam a criação de uma base de dados única e nacional e a possibilidade de estabelecer condutas e diretrizes para os principais problemas de saúde do País²².

A obtenção de dados colhidos no Datasus com o fim de pagar contas hospitalares e que seriam processados, eventualmente, no sistema de computação do Cidacs-Fiocruz poderia iniciar um programa de racionalização e melhoria da atenção médica no País, seja pelo conhecimento da frequência de ações adotadas para resolver casos clínicos e custos envolvidos, seja pela possibilidade de verificar os resultados dos procedimentos realizados e tratamentos prescritos, evitando recorrências e sugerindo ações preventivas.

Integrar dados dos vários níveis de atenção à saúde, analisando-os por região e complexidade, incentivar a troca *on-line* de experiências, discutir o uso de novas tecnologias na prática médica, não só em grandes centros, mas, sobretudo, em áreas remotas, são imperativos a serem discutidos.

Dados de notificações de doenças processados tempestivamente pela vigilância em saúde permitem estudar não só o diagnóstico desses casos, como os desvios em sua evolução, prever a possibilidade de surtos e epidemias, e propor as medidas necessárias de prevenção e proteção da saúde da população.

Afortunadamente, a informação científica tende a ser padronizada. A Organização Mundial da Saúde e o Instituto de Saúde dos EUA (NIH) desenvolveram padrões, como a Classificação Internacional de Doenças (CID) e a *International Health Terminology Standards Development Organization (Snomed)*. A integração de dados genômicos é feita por meio de sistemas de nomenclatura como o *Gene Ontology*. Sem uma padronização de dados fica difícil a integração e a adoção de sistemas de apoio à decisão clínica e em sistemas de saúde.

Big data que agregam informações sobre saúde, determinantes genéticos de doenças, estudos de órgãos, células, moléculas, e até átomos, de mecanismos de transcrição e expressão do DNA e como modificá-los, de proteínas e metabólitos e a interação de indivíduos com o ecossistema ensejam um conhecimento de possíveis agravos à saúde do indivíduo e da população e como controlá-los e resolvê-los.

Nos EUA, o programa de pesquisa em câncer estabeleceu o projeto *NCI-Match*, que busca parear tipos de tumor e terapias prescritas. O projeto envolveu mil pacientes que apresentavam um tumor que não havia respondido a tratamentos padrões para o caso. Usando marcadores genéticos, buscou-se

propor drogas mais bem ajustadas e observar a evolução do paciente.

O programa *Precision Medicine Initiative* prevê estabelecer uma base de dados genéticos de um milhão de pessoas para avaliar a eficácia de drogas em condições específicas.

Um volume muito grande de informações médicas (80% segundo a IBM) já está armazenado nos bancos de dados do Watson²³, supercomputador da empresa. O sistema Watson de oncologia é hoje usado em um grande número de instituições de saúde dos EUA²⁴.

No Brasil, o Fleury Medicina e Saúde é o primeiro parceiro da unidade IBM Watson em Saúde na América Latina²⁵, iniciando, sobretudo, estudos com o *Watson Genomics* para auxiliar médicos a identificar medicamentos e ensaios clínicos relevantes com base em alterações genômicas de um indivíduo e dados extraídos da literatura médica. O Watson na área de saúde fornece a oncologistas conhecimentos advindos dos mais importantes centros de pesquisa e tratamento de câncer no mundo.

Esperamos que outras instituições brasileiras sigam a experiência do Fleury e que passem a intercambiar informações sobre problemas de atenção à saúde em nível individual e coletivo.

CONCLUSÃO

A deficiência na interação com o paciente, a falta de seu exame clínico e a dependência de exames complementares no diagnóstico médico irão aumentar cada vez mais o uso do computador em medicina.

A disponibilidade de sistemas de apoio à decisão clínica com grande acurácia, o uso de dispositivos vestíveis/corporais (*wearable devices*), o aumento exponencial da capacidade de armazenar e processar dados de pacientes e da população (*big data*) são fatos que já se integraram à realidade em muitos países.

A Inteligência Artificial processa esses dados por meio de algoritmos que tendem a se aperfeiçoar pelo seu próprio funcionamento (*self learning*) e a propor hipóteses diagnósticas cada vez mais precisas.

O sistema de computação *Deep Mind* inglês, recentemente adquirido pela Google, processa atualmente 1,6 milhão de prontuários de pacientes atendidos nos hospitais do Serviço Nacional de Saúde da Inglaterra (NHS), buscando desenvolver uma nova geração de sistemas de apoio à decisão clínica, analisando dados desses pacientes e gerando alertas sobre a sua evolução, evitando medicações contraindicadas ou conflitantes e informando tempestivamente os profissionais de saúde sobre seus pacientes.

A IBM, por sua vez, criou um supercomputador – o Watson – com capacidade de armazenar dados médicos num volume extraordinário. O Watson assimilou dezenas de livros-textos em medicina, toda a informação do PubMed e Medline, e milhares de prontuários de pacientes do Sloan Kettering Memorial Cancer Hospital. Segundo a revista *Forbes*, o Watson analisou 25 mil casos clínicos com a assistência de 14.770 médicos para buscar melhorar sua acurácia diagnóstica e está ficando mais inteligente a cada ano. Sua rede de oncologia é hoje consultada por especialistas de um grande número de hospitais.

O programa *Precision Medicine Initiative* prevê estabelecer uma base de dados genéticos de um milhão de pessoas para avaliar a eficácia de drogas em condições específicas.

O processamento de um grande volume de informações em saúde permitirá melhorar a compreensão da gênese, diagnóstico e tratamento de problemas de saúde não só do indivíduo, como da população. Permitirá, em consequência, propor novas ações voltadas à promoção, prevenção e recuperação da saúde, o que incluiria a necessidade de eventual reestruturação dos sistemas voltados a desenvolver essas ações.

Mas se o computador fornece o *know-what*, caberá ao médico discutir o problema de saúde e suas possíveis soluções com o paciente, indicando o *know-why* do seu caso. Isto requer uma contínua preocupação com a qualidade da formação médica e o entendimento de que o médico talvez seja o mais importante agente terapêutico, pela orientação que dá a seu paciente e, conseqüentemente, pelo alívio de suas tensões e necessidades.

REFERÊNCIAS

1. Knox R. The Fading Art of the Physical Exam. National Public Radio [internet]. 2010 Sep 20;Science. Disponível em: <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=129931999>
2. Bleish H. Computer Evaluation of Acid-Base Disorders, *JClinInv*. 1972;53:285-291.
3. Wikipedia contributors. Clinical decision support system. Wikipedia, The Free Encyclopedia [capturado 5 mai. 2017]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Clinical_decision_support_system&oldid=778842100.
4. Bond WF, Schartz LM, Weaver KR, Levick D, Giuliano M, Graber ML. Differential Diagnosis Generators: an evaluation of currently available computer programs. *JGenIntern Med*. 2011;27(2):213-319.
5. Berner ES. *Clinical Decision Support Systems: theory and practice*. New York: Springer; 1999.
6. Wikipedia contributors. Clinical decision support system. Wikipedia, The Free Encyclopedia [capturado 6 mai. 2017]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Clinical_decision_support_system
7. Castaneda C, Nafley K, Mannion C, Bhattacharyya P, Blake P, Pecora A, Goy A, Suh KS. Clinical Decision Support Systems for Improving Diagnostic Accuracy and Achieving Precision Medicine. *JClin Bioinforma*. 2015;5(4). Disponível em: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4381462/.
8. Elstein AS, Shulman LS, Sprafka SA. *Medical Problem Solving: an analysis of clinical reasoning*. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1978.
9. Rimoldi HJA. Diagnosing the Diagnostic Process. *Medical Education*. 1988;22(4):270-278.
10. Fornaziero CC, Gordan PA, Garanhani ML. O raciocínio clínico dos estudantes de medicina em uma universidade pública do Brasil. *Rev Bras Educ Med*. 2012;36(4):463-469.
11. Conant JB. *Two Modes of Thought*. New York: Trident Press; 1964.
12. Weed LL. Medical Records, patient care and medical education. *Irish J Med Sci*. 1964;6:271-282.
13. Lobo LCG. Prontuário Médico Orientado para Problemas. *Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo*. 1976;31:67-72.
14. Turing AM. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*. 1950;49:433-460.
15. McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shanon CE. A Proposal of the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence
16. Shortlife EH. The Adolescence of AI in medicine: will the field come of age in the '90s. *Artif Intell Med*. 1993;5(2):93-166.
17. Patel VL, Shortlife EH, Stefanelli M, Szolovits P, Berthold MR, Bellazi R, Abu-Hanna A. The Coming Age of Artificial Intelligence in Medicine. *Artif Intell Med* 2009;46(1):5-17.
18. Mukherjee S. A.I. Versus M.D: what happens when diagnosis is automated? *The New Yorker* [on line] 2010 april 3. [capturado 3 mai. 2017] Disponível em: <http://www.newyorker.com/magazine/2017/04/03/ai-versus-md>.
19. Melo M, Scarpin DJ, Amaro JR, EPassos, RBD, Sato JR, Friston KJ, Price CJ. How Doctors Generate Diagnostic Hypotheses: Study of Radiological Diagnosis with Functional Magnetic Resonance Imaging. Disponível em: <http://journal.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0028752>
20. CISCO VNI Mobile, 2015, Cyber Academy. Global Mobile Traffic Forecast CAGR = Computed Annual Growth Rate. Edinburgh.

21. Topol E. *The Patient Will See You Now: the future of medicine is in your hands*. New York: Basic Books, 2015.
22. Lobo LCG. *Sistemas de Informação e Planejamento de Saúde*. Brasília: Ed. Univ. Brasília, 1993.
23. IBM. IBM's Watson Supercomputer May Soon be the Best Doctor in the World, *Business Insider* [capturado 8 mai. 2017] Disponível em: [Wikipedia contributors. Clinical decision support system. Wikipedia, The Free Encyclopedia](https://www.wikiwand.com/en/IBM's_Watson_Supercomputer_May_Soon_be_the_Best_Doctor_in_the_World) [capturado 5 mai. 2017]. Disponível em: <http://www.businessinsider.com/ibms-watson-may-soon-be-the-best-doctor-in-the-world-2014-4>
24. IBM. Como o Watson, a plataforma de computação cognitiva da IBM, está ajudando a revolucionar o perfil de cinco verticais econômicas, *IDGNOW* [capturado 6 Mai. 2017] Disponível em: <http://idgnow.com.br/ti-corporativa/2016/06/20/como-o-watson-a-plataforma-de-computacao-cognitiva-da-ibm-esta-ajudando-a-revolucionar-o-perfil-de-cinco-verticais-economicas>
25. Merker J. Fleury Testa Watson para Saúde. *Baguete* [capturado 7 mai. 2017] Disponível em: <https://www.baguete.com.br/noticias/04/10/2016/fleury-testa-watson-para-saude>

CONFLITO DE INTERESSES

O autor negou haver qualquer conflito de interesses.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Luiz Carlos Lobo
Rua Raul Pompéia, 94 – apto 1007
Copacabana – Rio de Janeiro
CEP 22080-002 – RJ
E-mail: luizcarloslobo@gmail.com