

Inteligência artificial em saúde

Edson Amaro Jr.

Helder Nakaya

Luiz Vicente Rizzo

resumo

IA em saúde é uma realidade. Suas possíveis aplicações nas áreas de diagnóstico, pesquisa e interface entre provedores e pacientes são amplas e algumas já estão em uso, mesmo sem a certeza de que, em sua configuração atual, apresentem vantagens para os pacientes, provedores ou para a sociedade. As possibilidades, principalmente para IA generativa, são imensas. Entretanto, estudos apropriados devem ser conduzidos para validar o seu uso, não diferentes daqueles que se aplicam a qualquer avanço na área de saúde. Os próximos meses e anos trarão avanços no uso e nas fronteiras dessa tecnologia. Neste texto descrevemos algumas das utilidades e possibilidades da IA em saúde, seja na sua entrega, em pesquisa ou na gestão.

Palavras-chave: IA em saúde; IA na pesquisa diagnóstica; medicina ética; IA e relação paciente-saúde.

abstract

AI in healthcare is a reality. Its possible applications in areas such as diagnosis, research and interface between providers and patients are already in use, even without the certainty that, in their current configuration, they present advantages for patients, providers or society. The possibilities, especially for generative AI, are immense. However, rigorous studies must be conducted to validate its use, no different from those that apply to any advancement in healthcare. The near future will bring advances in the use and frontiers of this technology. In this text we describe some of the uses and possibilities of AI in healthcare, whether in its results, in research or in management.

Keywords: *AI in healthcare; AI in diagnostic research; ethical medicine; AI and patient-health relationship.*

A

medicina moderna depende de dados. A decisão por um tratamento ou a confirmação de um diagnóstico são geralmente apoiadas por dados na forma de resultados de exames clínicos, laboratoriais, imagens e até pelo genoma do paciente. Porém, a saúde não pode ser definida apenas pelos dados medidos nesses exames. Para tomar decisões, o médico precisa utilizar não apenas sua experiência, mas também integrar informações que não foram capturadas de forma objetiva em exames. Uma inteligência artificial que toma decisões baseada apenas em alterações de padrões de dados será limitada a doenças que já não necessitam tanto de “inteligência humana”.

Além disso, há várias definições para inteligência – a grande maioria, e por razões

óbvias, trata a inteligência como uma característica antropológica. O cérebro usa roteiros de localização espacial e temporal para a tomada de decisões e se adapta a recompensas por decisões bem-sucedidas. Esses roteiros não se aplicam para a inteligência artificial, pelo menos na forma atual. Isto posto, o uso dessas tecnologias na área de saúde não é novidade e não é reversível. Sua importância é de tal monta que o *New*

EDSON AMARO JR. é médico neurorradiologista do Hospital Albert Einstein e professor associado da Faculdade de Medicina da USP.

HELDER NAKAYA é pesquisador sênior do Hospital Albert Einstein e professor adjunto da Universidade Emory (Atlanta, EUA) e da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP.

LUIZ VICENTE RIZZO é diretor de Pesquisa do Hospital Albert Einstein e foi professor titular do Instituto de Ciências Biomédicas da USP (2005-2009).

England Journal of Medicine, um dos maiores jornais científicos na área médica, dedica uma revista especial para essas ferramentas¹.

Antes de discorrer sobre os possíveis usos desta tecnologia, é importante pontuar que a maior parte das funcionalidades apresentadas, principalmente na mídia leiga, não foram submetidas ao mesmo escrutínio científico de grande parte dos procedimentos que a medicina moderna utiliza. Essas ferramentas precisam passar por avaliação científica rigorosa, por ensaios clínicos robustos com desenhos apropriados e validados por análise estatística adequada.

Também é importante ressaltar que os modelos de IA dependem diretamente da quantidade e qualidade dos dados, assim como de definições claras dos desfechos que se quer predizer. Se treinarmos modelos com dados insuficientes ou de baixa qualidade (artefatos técnicos, enviesados para certas raças, grupos desbalanceados, confundidores e covariáveis que não são levados em conta etc.), corremos o risco de criarmos uma “burrice artificial” que poderá abalar a confiança nessa poderosa tecnologia, atrasando assim seu desenvolvimento. A definição do desfecho é outra parte importante na criação de um bom modelo de IA. Um desfecho claro é a “morte” (ou “sobrevivência”) de um paciente após uma conduta médica. Porém, muitas vezes o desfecho pode ser relacionado a efeitos adversos a um tratamento com um fármaco, à qualidade de vida do paciente após uma intervenção ou mesmo à gravidade de uma doença. Nesses casos, os critérios utilizados na classificação podem não ser um consenso na comunidade médica e irão

impactar diretamente o poder preditivo dos modelos de IA.

A influência da IA pode ser ampla e será abordada em partes aqui. A saber, na pesquisa, na medicina diagnóstica, na medicina clínica e cirúrgica, na interação profissional de saúde-paciente e na navegação da jornada do paciente.

NA PESQUISA

Um dos maiores impactos da IA será no encurtamento do tempo de desenvolvimento e validação para medicamentos e procedimentos. Desde a descoberta/revisão de epítopos ótimos para a construção de vacinas com a análise tridimensional de proteínas ligantes aos receptores do sistema imune até a previsão de antigenicidade e imunogenicidade das vacinas. E também diminuindo a necessidade do uso de animais, o que em si só é um valor agregado enorme pelo fator moral, mas também pelo econômico, uma vez que a pesquisa pré-clínica hoje carrega uma porcentagem razoável do custo agregado de trazer uma nova medicação ou vacina ao mercado, passando pela triagem de novas moléculas e reposicionamento de medicamentos já desenvolvidos. Um exemplo de sucesso em descoberta de novas drogas usando IA é a empresa Benevolent².

A IA tem o potencial de acelerar a descoberta de medicamentos, permitindo aos pesquisadores analisar rapidamente conjuntos de dados em grande escala, conceber novas moléculas e prever a eficácia de potenciais candidatos a medicamentos em bibliotecas

1 Ver: <https://ai.nejm.org>.

2 Ver: <https://www.benevolent.com/>.

já existentes, ou ainda indicar quais configurações químicas apresentam o maior potencial de evolução para medicamento. Por exemplo, as tecnologias físico-químicas disponíveis que fazem o processo de varredura de elementos da flora e fauna para uso farmacológico são custosas tanto em tempo como em dinheiro. Tendo como ponto de partida elementos da biodiversidade, a IA pode transformar um processo tedioso, caro e de baixo rendimento. Outra área de possível impacto da IA é no desenho de ensaios clínicos e em sua análise. A IA tem sido usada já há algum tempo em pesquisa para analisar grandes conjuntos de dados e identificar padrões que seriam difíceis de serem detectados por seres humanos. Isso permite, por exemplo, que dados de genômica de um indivíduo possam ser analisados rapidamente para a descoberta de suscetibilidades a doenças. Também permite que esses dados sejam usados para melhor determinar se uma coorte em qualquer estudo clínico é representativa do ponto de vista genético da população que se pretende estudar. Definições mais precisas de grupos em um ensaio clínico têm o potencial de diminuir o número de participantes necessários para se obter dados significantes de segurança e eficácia. Também a análise de dados secundários e acessórios por IA tem o potencial de revelar tendências discretas e grupos específicos com efeitos inesperados, ambos importantes achados em qualquer estudo clínico.

Profissionais de saúde, cientistas experimentais e especialistas em IA irão cada vez mais trabalhar juntos em pesquisas acadêmicas relacionados à saúde. Não é à toa que a prestigiada Universidade Johns Hopkins anunciou em 2023 a criação de um novo departamento em IA para saúde

com 100 professores³. Iniciativas similares também acontecem em outras universidades, como Stanford⁴, Mayo Clinic⁵ e University of Oxford⁶. Muitos já entenderam que para se obter grandes avanços científicos será preciso um time verdadeiramente multidisciplinar.

NA MEDICINA DIAGNÓSTICA

Medicina diagnóstica é a área médica/biomédica de avaliação da saúde de um indivíduo por meio de exames laboratoriais, funcionais ou de imagem. O objetivo da medicina diagnóstica é ajudar a determinar a causa de um problema de saúde e fazer um diagnóstico preciso para fornecer um tratamento eficaz. Isso pode envolver várias modalidades, como exames laboratoriais, de imagem (por exemplo, ressonância magnética, tomografia computadorizada etc.), exames anatomopatológicos (biópsias, exames de aspirados e de líquidos corporais), exames funcionais (eletrocardiograma, eletromiografia, prova de função pulmonar etc.). Conquanto um grau de IA já venha sendo usado, principalmente em exames de imagem, a diversidade dos dados de um paciente (dados clínicos, demográficos, de imagem, laboratoriais, ambientais e genéticos, para citar alguns) é uma base intrigante que pode ser analisada. A IA pode analisar grandes quantidades de dados de pacientes, isoladamente qualquer um dos tipos de dados acima, e ainda todos eles combinados, e associá-los

3 Ver: <https://ai.jhu.edu/>.

4 Ver: <https://aihealth.stanford.edu/>.

5 Ver: <https://www.mayo.edu/research/departments-divisions/artificial-intelligence-informatics/overview>.

6 Ver: <https://aideproject.web.ox.ac.uk/>.

e/ou analisá-los em conjunto com informações demográficas, geográficas, de histórico médico e de trabalho. Teoricamente, seja pela maior precisão ou rapidez na análise de um conjunto de dados ou pela possibilidade de análise de todos os dados de uma só vez, a IA poderia fornecer previsões mais precisas de diagnóstico, prognóstico e até tratamento, ajudando os profissionais de saúde a tomar decisões mais embasadas.

Recentemente, a revista *Nature Medicine* publicou uma lista com 11 ensaios clínicos que, segundo os editores, terão em seus dados algumas das descobertas mais importantes do próximo ano⁷. Conquanto esse tipo de previsão – que é mais comum em programas de variedades no domingo à noite – seja de assertividade duvidosa, cumpre lembrar que são ensaios importantes. Em um deles, sobre uso de IA para o diagnóstico precoce de câncer de pulmão, há dois dos 11 ensaios citados em câncer de pulmão. O ensaio randomizado liderado pelo dr. David Baldwin, do Nottingham University Hospitals, segue 150 mil pacientes em seis hospitais do Reino Unido testando a IA aplicada ao raio-X (RX) de pulmão assim que ele é obtido em primeira consulta. A proposta é que essa abordagem possa diminuir o tempo para a indicação da tomografia computadorizada (TC) de tórax e, conseqüentemente, o tempo para o diagnóstico do câncer. Em tempo, o diagnóstico precoce de câncer de pulmão salva muitas vidas. A melhor prática indica que o primeiro teste a ser obtido é

o RX de tórax, seguido pela TC se houver suspeita de câncer. O investigador principal aponta que “a IA está sendo implantada em hospitais sem uma análise adequada dos impactos clínicos, algo que nos preocupa. Se nosso estudo encontrar uma melhora significativa no tempo até o diagnóstico, provavelmente levará a uma mudança imediata no padrão de atendimento para incluir IA no momento da radiografia de tórax”.

Em um futuro próximo, a IA também irá ajudar o médico na hipótese diagnóstica. Além de dados de resultados de exames médicos, os modelos de aprendizado de máquina também serão treinados com dados de textos de prontuário, de *wearables* (anéis e relógios que medem diversos parâmetros de saúde) e de tecnologias genômicas. Grandes modelos de linguagem (do inglês *large language models*), como o que está por trás do ChatGPT, poderão ser usados para interpretar, classificar e organizar o texto livre digitado por médicos em anamneses. As grandes empresas de tecnologia como Google, Samsung, Apple e Meta já começaram a investir em soluções de IA para a saúde. Como detentor de um volume imenso de dados, o SUS se torna uma fonte de ouro para essas empresas. Se investimentos estratégicos não forem feitos em infraestrutura computacional e treinamento de profissionais de IA, poderemos sofrer um colonialismo de dados, no qual venderemos barato nossos dados coletados a duras penas para pagar caro pelo modelo treinado por essas *big techs*.

NA MEDICINA CLÍNICA E CIRÚRGICA

Os sistemas de apoio à decisão clínica alimentados por IA podem fornecer assis-

7 Ver: https://www.nature.com/articles/s41591-023-02699-5?utm_source=linkedin&utm_medium=social&utm_content=organic&utm_campaign=CONR_JRNLS_AWA1_GL_SCON_SME_DA_NATUREPORTFOLIO.

tência e apoio em tempo real para tomar decisões mais informadas sobre o atendimento ao paciente. Alguns já estão em uso há anos por profissionais isolados ou por instituições. No entanto, o desenvolvimento e a implantação da IA no diagnóstico médico ainda estão em fase inicial. Há vários desafios técnicos, éticos e de regularização que devem ser superados para que essas ferramentas possam ser usadas com segurança. Como denotado acima, o escrutínio dessas ferramentas pelo método científico não pode ser relevado apenas porque elas parecem funcionar. O primeiro desafio deve-se à qualidade e disponibilidade dos dados médicos, pois os algoritmos de IA requerem grandes quantidades de dados classificados e de alta qualidade para serem eficazes. Na área de saúde os dados são frequentemente fragmentados, incompletos e impropriamente classificados. Se os dados não forem representativos de um indivíduo ou população, o uso da ferramenta de IA levará a diagnósticos incorretos ou incompletos e ocasionalmente perigosos.

Ainda no grupo dos 11 ensaios clínicos citados acima, há um estudo de aprendizado de máquinas liderado pelo dr. Steven Meex, do Laboratório Diagnóstico Central do Centro Médico de Maastricht, nos Países Baixos. Segundo o pesquisador, “MARS-ED é um ensaio clínico piloto prospectivo, multicêntrico, randomizado, aberto e de não inferioridade de assistência de pontuação de risco para médicos no departamento de emergência. O objetivo é determinar a precisão do diagnóstico, as mudanças nas políticas e o impacto clínico do Risk Index como base para a realização de um ensaio clínico randomizado, multicêntrico e em grande escala”. Há muito entusiasmo sobre

IA. A validação prospectiva de modelos de IA raramente é feita, mas é indispensável, porque a implementação pode ser decepcionante. Se o modelo de IA for validado, os seus efeitos poderão incluir a identificação de pacientes que irão piorar apesar do julgamento clínico. É difícil prever como os médicos reagirão ao serem questionados por um modelo de IA, mas vimos que, embora não mudem frequentemente de ideia, podem tornar-se mais cuidadosos.

O estudo acima se baseia em uma análise retrospectiva realizada no Centro Médico de Maastricht, onde foi introduzido um novo escore de risco clínico baseado em IA, o Risk Index, para prever a mortalidade em 31 dias de pacientes que procuraram tratamento em um pronto-socorro. A ferramenta foi desenvolvida e avaliada em quatro hospitais holandeses, com base em dados de 266.327 pacientes, com 7,1 milhões de resultados laboratoriais disponíveis. O Risk Index superou significativamente em suas previsões a avaliação dos médicos de emergência nas quatro instituições com as variações esperadas quando controlado para anos de experiência do médico, mas sem controles específicos para o desempenho medido desses médicos.

A popularização de sistemas robóticos para cirurgia, principalmente pela diminuição de seus custos, traz consigo a inserção da IA na área cirúrgica. Os consoles atuais de cirurgia robótica já possuem algoritmos para correção de tremor e sistemas de alerta para sangramento, entre outras ferramentas de segurança. Esses sistemas permitem, por exemplo, estender a vida útil de um cirurgião. A integração com programas para a análise de imagens médicas (ressonância magnética, tomografia com-

putadorizada, hemodinâmica etc.) poderá oferecer instrumentos de navegação para o cirurgião e até realizar procedimentos em “piloto automático”.

NA INTERAÇÃO PROFISSIONAL DE SAÚDE-PACIENTE

A interação entre o profissional de saúde e o paciente é muito mais ampla que apenas aquelas ações caracterizadas no momento do atendimento. As ferramentas de IA explicável podem automatizar tarefas rotineiras, liberando os profissionais de saúde para se concentrarem em cuidados mais complexos aos pacientes. Ferramentas de IA que favoreçam a coleta de informações antes, durante e depois da consulta/atendimento podem garantir acurácia, além da otimização do tempo. Ferramentas que ajudem na leitura e composição de comunicações por escrito também têm um papel importante na preservação do tempo útil de pacientes e profissionais de saúde. Aqui há uma nota de cautela: essas ferramentas diminuem a pessoalidade da comunicação. Algumas já estão presentes em plataformas comerciais para qualquer tipo de negócio.

Portanto, a otimização do tempo do médico deve ser investida na qualidade da interação humana entre ele e o paciente. Não deve servir para adicionar mais pacientes no mesmo tempo de consulta, mas permitir um atendimento mais longo, empático e atencioso. Já existem, por exemplo, iniciativas que visam “escutar” e transcrever a consulta em tempo real, colocando as informações diretamente no prontuário médico. Isso livraria o médico de digitar enquanto atende um paciente. Obviamente, a tecnologia avança

muito mais rápido do que nossa capacidade de discutir seu uso ético e responsável.

NA NAVEGAÇÃO DA JORNADA DO PACIENTE

A jornada de um paciente pelos diversos serviços de saúde, especialmente para aqueles com doenças crônicas, pode ser complexa e entediante. Nela, a marcação de consultas, exames, execução de pagamentos, aquisição de medicamentos e outros insumos já podem ser executados por diversas formas de IA em diferentes tipos de equipamento. A dificuldade de comunicação entre as diversas plataformas é um problema ainda pela sua diversidade. Além disso, o acesso rápido à satisfação do paciente e familiares, gerando ajuste da jornada para melhorar sua experiência no atendimento em curso, é outra área em que a IA pode ter um grande impacto.

Ainda há à nossa frente mudanças mais radicais. Num futuro não tão distante, num *shopping center*, supermercado ou farmácia próximos, a saúde poderá estar dentro de uma caixa⁸. O anúncio de 100 milhões de dólares investidos nessa possibilidade mostra o que se está pensando. Tecnologias de IA mais avançadas estão cada vez mais sendo colocadas na pesquisa, como a IA quântica, para acelerar o processo de treinamento convencional e fornecer modelos de diagnóstico rápido. Considerando que os computadores quânticos têm significativamente mais poder de processamento do que os computadores

8 Ver: <https://www.forbes.com/sites/katiejennings/2023/11/15/an-ai-doctor-in-a-box-coming-to-a-mall-near-you/?sh=309234f24284>.

clássicos, isso pode permitir que algoritmos de IA quântica analisem grandes quantidades de dados de saúde em tempo real, talvez levando a diagnósticos mais precisos e de forma mais eficiente. Também a escolha do melhor curso de tratamento para um paciente com base em seu histórico médico e outros fatores pode ser impactada positivamente. Ao utilizar algoritmos de IA para analisar grandes quantidades de dados complexos de saúde, incluindo dados biométricos, geográficos, históricos, entre outros, poder-se-á identificar padrões e relações. A IA para ações em saúde pode transformar o campo da medicina, gerando melhores resultados para os pacientes e um sistema de saúde mais eficiente e eficaz.

ASPECTOS ÉTICOS NO USO DE IA NA MEDICINA

Para evitar problemas éticos decorrentes do uso da inteligência artificial na medicina, é imperativo estabelecer diretrizes claras e robustas que garantam transparência e confiabilidade nas decisões assistidas por IA. A essência desta abordagem reside na obrigação de tornar explícito o papel dos sistemas de IA na tomada de decisões clínicas. Isso não apenas mitigaria a desconfiança entre médicos, pesquisadores e pacientes, mas também fortaleceria a relação entre pacientes e o sistema de saúde. Uma comunicação clara sobre como e por que uma decisão foi apoiada por IA é crucial para manter a confiança e o entendimento mútuo.

Outro aspecto ético significativo é a responsabilidade pela guarda dos dados privados do paciente e pelos resultados gerados pelo uso da IA. Quando a IA é empregada

por profissionais de saúde, a responsabilidade tende a recair sobre eles, tanto pela segurança dos dados quanto pelos possíveis erros de diagnóstico ou tratamento. Contudo, a situação se complica quando os pacientes utilizam diretamente essas ferramentas de IA para autodiagnóstico ou tratamento. Mesmo que indiretamente, a disponibilização para o público geral de programas de IA com fins médicos pode prejudicar a interação profissional-paciente, com consequências imprevisíveis. Se um sistema de busca como o Google já espalhou desinformação e causou danos a muitos indivíduos, imagine-se o que pode acontecer com a democratização de modelos de IA que não são regulados ou testados devidamente? Nesses casos, a atribuição de responsabilidade é menos clara, levantando questões sobre a responsabilidade civil por danos ou diagnósticos incorretos. Por isso, a democratização (no sentido de ampla disponibilização) de programas de IA médica ao público pode prejudicar a relação profissional-paciente, com potenciais riscos de desinformação semelhantes aos observados em plataformas de busca na internet.

A questão da responsabilidade é central no debate ético sobre a IA na medicina. A ambiguidade sobre quem carrega a responsabilidade por erros ou danos – sejam eles os desenvolvedores de IA, os profissionais de saúde que a utilizam ou as próprias instituições – exige a criação de regulamentos específicos. Essas regras devem definir limites claros e atribuições de responsabilidade para proteger os pacientes contra prejuízos e violações de privacidade. É essencial que tais regulamentos sejam acompanhados de mecanismos de fiscalização efetivos para garantir sua aplicação. Acelerar o processo de regulamentação para

acompanhar o ritmo frenético de desenvolvimento da IA na medicina se torna, então, uma prioridade. Isso exige uma abordagem proativa e colaborativa que envolva legisladores, profissionais de saúde, desenvolvedores de IA, pacientes e a sociedade em geral. Uma estratégia eficaz pode incluir o estabelecimento de comitês regulatórios especializados em IA na saúde, que funcionem tanto em nível nacional quanto internacional, para garantir a criação de normas coerentes e aplicáveis globalmente.

O impacto da IA generativa e outras tecnologias de *machine learning* na medicina requer uma reavaliação dos códigos

éticos tradicionais. As escolas de medicina e outras instituições educacionais serão desafiadas a atualizar seus currículos e diretrizes éticas para abordar as nuances específicas trazidas pela IA. Esse processo inclui o enfrentamento do desafio das “caixas-pretas” em IA, em que os processos de decisão de modelos de *machine learning* são desconhecidos e não facilmente interpretáveis por humanos. Para superar isso, é crucial desenvolver e implementar técnicas de IA explicável, que tornem os processos de tomada de decisão da IA transparentes e compreensíveis, tanto para os profissionais de saúde quanto para os pacientes.

REFERÊNCIAS

- BHANDARI, M.; ZEFFIRO, T.; REDDIBOINA, M. “Artificial intelligence and robotic surgery: current perspective and future directions”. *Current Opinion in Urology*, v. 30, n. 1, jan./2020, pp. 48-54.
- HASHIMOTO, D. A. et al. “Artificial intelligence in surgery: promises and perils”. *Annals of Surgery*, v. 268, n. 1, jul./2018, pp. 70-6.
- KALA RANI, K. S. “Chapter 14: applications of quantum AI for healthcare”, in P. Raj et al. (eds.). *Quantum computing and artificial intelligence: training machine and deep learning algorithms on quantum computers*. Berlin/Boston, De Gruyter, 2023, pp. 271-88.
- KAUSHIK, R.; KANT, R.; CHRISTODOULIDES, M. “Artificial intelligence in accelerating vaccine development – Current and future perspectives”. *Frontiers in Bacteriology*, v. 2, 2023.
- KUMAR, Y. et al. “Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda”. *Ambient Intel Humanized Computing*, v. 14, n. 7, 2023, pp. 8.459-86.
- SIMOENS, S.; HUYS, I. “R&D costs of new medicines: a landscape analysis”. *Frontiers Medicine*, v. 8, 2021.