

UM GUIA PARA
**INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL**

NA ÁREA DA
SAÚDE



Autor:

**Dr. Bertalan Meskó
(O Médico Futurista)**

Coautores:

**Pranavsingh Dhunnoo (Parte I e Parte II, seções 1 e 2)
Andrea Koncz
Judit Kuszko
Nóra Radó**

Direitos

autorais: Webicina Kft.



APLICANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SAÚDE

A capacidade da inteligência artificial de recolher informações, analisar enormes conjuntos de dados e encontrar correlações que de outra forma seriam invisíveis ao olho humano coloca-a facilmente como uma das tecnologias mais disruptivas nos cuidados de saúde do século XXI. E esses potenciais disruptivos podem trazer uma ajuda tremenda durante crises de saúde pública, conforme destacado durante a pandemia da COVID-19 .

A contribuição da AI aconteceu nos primeiros dias do surto. Na verdade, foi a BlueDot, uma empresa de IA, quem emitiu os primeiros avisos de um surto, antes que a OMS ou o CDC o fizessem.

A BlueDot usou seu algoritmo para examinar hordas de reportagens, dados de companhias aéreas e relatórios de surtos de doenças animais para detectar tendências. Em seguida, foram analisados por epidemiologistas, que alertaram os clientes da empresa. O software até previu corretamente o provável caminho do vírus de Wuhan a Tóquio depois que ele apareceu pela primeira vez.

Essas contribuições também se estenderam durante a pandemia. Por exemplo, o Hospital Zhongnan, na China, usou um software baseado em IA para ajudar radiologistas a rastrear pacientes em busca de sinais de pneumonia associados a infecções por SARS-CoV-2 em imagens de tomografia computadorizada de pulmão; e, assim, priorizar possíveis casos de COVID-19 para testes adicionais. Outros, como o BarabasiLab, tiveram assistência da inteligência artificial à busca de tratamentos potenciais para o romance coronavírus.

É claro que a contribuição da IA nos cuidados de saúde estenderá para além da pandemia, mas estes exemplos indicam como podemos nos preparar melhor para crises futuras com a ajuda de tais algoritmos.

Considerando estes, bem como a contribuição da IA noutras áreas da saúde, podemos facilmente discernir que tipos de tarefas os algoritmos inteligentes podem realizar na medicina e na saúde, e são estas que exploraremos nas sessões seguintes. São essas tarefas que abordaremos:

Simplificar dados de saúde para melhor gerenciamento e mineração de insights

Projetar caminhos de tratamento para facilitar decisões diagnósticas e terapêuticas

Fornecer informações valiosas em imagens médicas

Auxiliar profissionais médicos como escribas virtuais para papelada

Ajudar os pacientes no gerenciamento de sua doença

Tornar a medicina de precisão uma realidade

Apoiar empresas farmacêuticas na concepção de medicamentos e ensaios clínicos

À medida que as soluções baseadas em IA para fins de saúde surgem cada vez mais nas empresas todos os meses, os decisores políticos e os reguladores precisam de intensificar o seu jogo. Esforços nesse sentido são visíveis, como os da Food & Drugs Administration (FDA) dos EUA e da Agência Europeia de Medicamentos (EMA). A FDA, em particular, demonstrou liderança na adoção de tecnologias médicas baseadas em IA e até emitiu um [quadro regulamentar](#) para IA médica.

Em todo o mundo, os governos da [Dinamarca](#) para o [Cazaquistão](#) adotaram estratégias nacionais de saúde digital para concentrar os esforços na saúde digital e discussões relevantes levarão inevitavelmente à IA médica.

As previsões já projetam que o tamanho do mercado global de IA na área da saúde ultrapassará a sua avaliação de 20 mil milhões de dólares em 2024 e [atingirá quase 150 mil milhões de dólares em 2029](#). Esta tendência não mostra quaisquer sinais de abrandamento à medida que avançamos firmemente para a era da IA nos cuidados de saúde. À medida que continuamos neste caminho, vamos explorar as aplicações existentes de algoritmos inteligentes, os resultados que eles geram e as expectativas futuras em todo o setor médico.

1. Gestão de dados de saúde

A acumulação exponencial de informação médica representará continuamente um desafio de assimilação e processamento até mesmo pelos mais aclamados médicos e investigadores das ciências da vida. Mas o software baseado em IA pode oferecer assistência incomparável e empresas como [a IBM](#), [Catalisador de Saúde](#), [Épico](#) e [InterSystems](#) já estão fornecendo essas soluções.

A nível institucional, a utilização mais óbvia da IA será a gestão de dados. Tarefas de processamento de dados repetitivas, tediosas e não tão emocionantes, como coleta, armazenamento e categorização, podem ser realizadas com eficiência por algoritmos inteligentes. O Registro Unificado de Cuidados HealthShare da InterSystems [aproveita](#) análise preditiva, processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina em dados de 8 milhões de pacientes e centenas de milhões de diagnósticos para ajudar os provedores

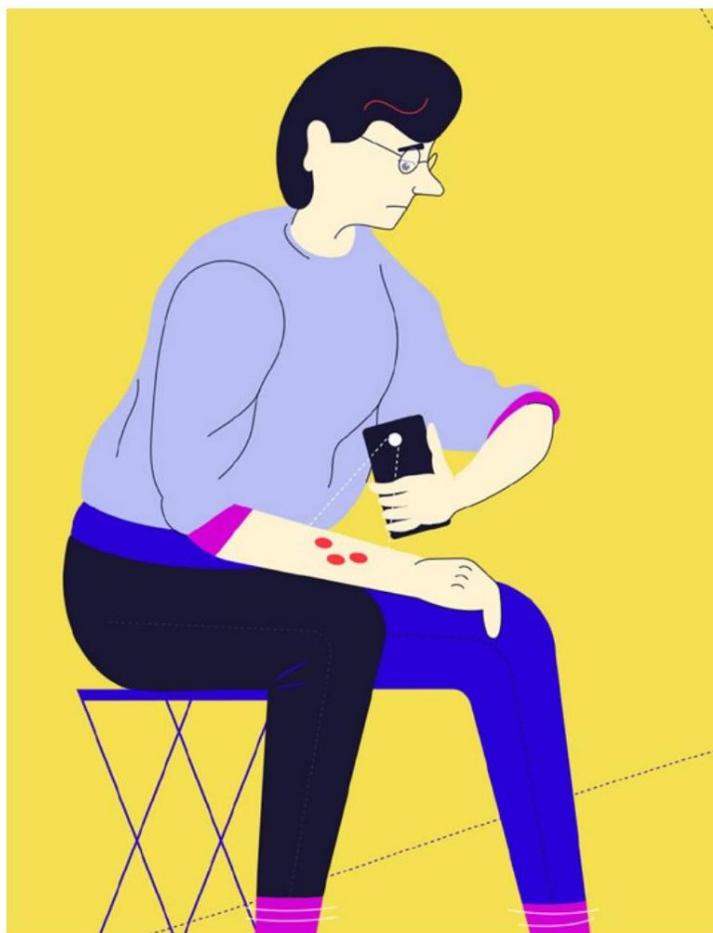
coordenar o atendimento e descobrir padrões a partir de seus dados. A solução deles ajudou a Northwell Health gerenciar seus dados clínicos e os ajudou a melhorar a prestação de cuidados, a coordenação de cuidados, os resultados e o desempenho dos negócios.

A Epic Systems está integrando IA generativa em sua solução de registro médico eletrônico (EMR) em parceria com a Microsoft para incorporar a plataforma Nuance DAX (Dragon Ambient eXperience) diretamente no EHR da Epic. Essa integração permite que os médicos usem IA generativa para agilizar a documentação clínica. Ao aproveitar o reconhecimento de fala baseado em IA do DAX, os médicos podem ditar suas anotações enquanto a IA as transcreve, organiza e resume em tempo real, reduzindo significativamente a carga administrativa. A plataforma Dragon Medical One, também integrada à Epic, oferece benefícios semelhantes ao converter comandos de voz em documentação clínica estruturada.

Isso permite que os médicos se concentrem mais no atendimento ao paciente do que na papelada.

Essas soluções podem reduzir a carga administrativa e o desgaste dos médicos, aumentando a qualidade da documentação e garantindo registros mais abrangentes. Copiloto de Nabla é um assistente de IA generativo projetado para agilizar tarefas administrativas. Ele transcreve, resume e organiza anotações em tempo real, integrando-se perfeitamente aos sistemas existentes de Registro Eletrônico de Saúde (EHR), aproveitando o processamento avançado de linguagem natural. Ele também pode extrair informações médicas importantes, auxiliar na codificação e gerar resumos acionáveis, reduzindo assim a carga administrativa dos médicos.

No entanto, esse acesso aos dados conduz inevitavelmente a preocupações com a privacidade. Por exemplo, em 2017, o Gabinete do Comissário de Informação (ICO) do Reino Unido investigou a violação da lei quando a Royal Free NHS Foundation Trust estava compartilhando grandes quantidades de dados de pacientes com a filial DeepMind AI do Google para desenvolver uma nova plataforma. O Trust não informava adequadamente os pacientes de que os seus dados estavam a ser utilizados para este fim. Teve de estabelecer uma base jurídica para o futuro processamento de dados, concluir uma avaliação do impacto na privacidade e encomendar uma auditoria independente. Nesses casos, as autoridades devem defender a privacidade dos dados dos pacientes, tal como fez o ICO.



2. Projeto da via de tratamento

Além de simplificar o gerenciamento de dados, a IA também pode ajudar a projetar caminhos de tratamento. O companheiro do AI-Pathway da Siemens Healthineers é uma ferramenta que ajuda os médicos planejarem as próximas etapas no diagnóstico e terapia de pacientes ao longo de caminhos específicos de doenças.

A sua solução de IA oferece insights comparando o estado clínico dos pacientes com as diretrizes atuais para facilitar o diagnóstico e as decisões terapêuticas.

Em 2020, a Siemens Healthineers firmou parceria com o Hospital Universitário de Basileia para implementar o AI-Pathway Companion para ajudar os urologistas com recomendações baseadas em evidências para otimizar abordagens de tratamento para pacientes com câncer de próstata. Um projeto de implementação clínica semelhante também foi lançado no Radboud University Medical Center, na Holanda. No entanto, a sua ferramenta de apoio à decisão clínica não se limita apenas à oncologia, mas também é aplicada nas áreas da cardiologia e das doenças infecciosas.

Várias startups também estão trabalhando em algoritmos inteligentes para auxiliar nas vias de tratamento.

Alguns afirmam que a empresa húngara está desenvolvendo soluções de inteligência artificial para projetar tratamentos personalizados para qualquer tipo de câncer ou paciente com maior rapidez do que qualquer serviço de saúde tradicional.

A antiga filial Watson for Oncology da IBM também oferece soluções semelhantes. Um estudo prospectivo publicado no Journal of Clinical Oncology em 2019 mostrou que as contribuições do Watson for Oncology levaram a mudanças na tomada de decisão de um conselho multidisciplinar de tumores em 13,6% dos casos. Embora este ramo da IBM tenha desenvolvido tecnologia promissora, vários relatórios contestaram a sua eficácia em 2018 e até apontaram riscos potenciais para a segurança dos pacientes.

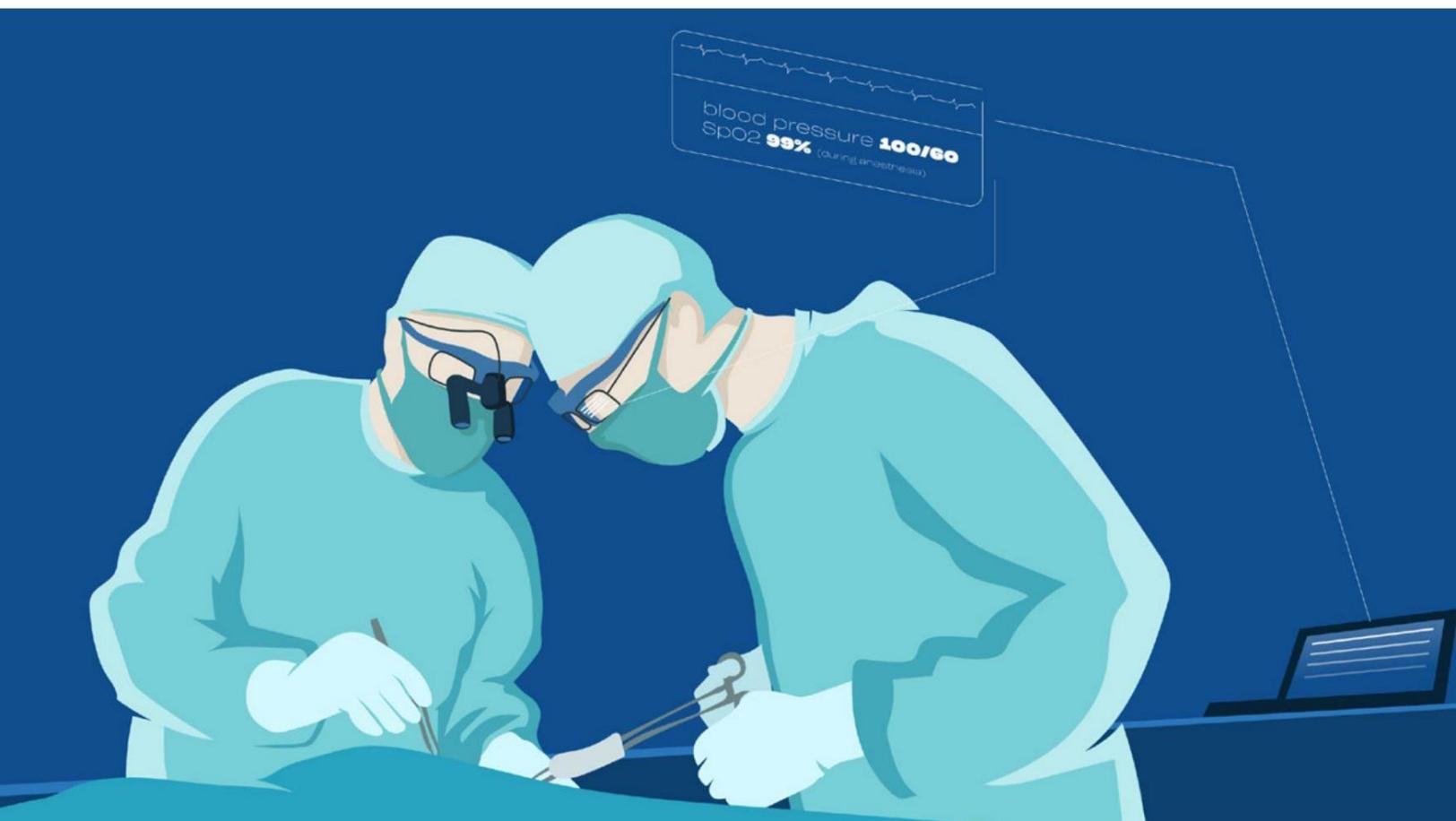
Um relatório da Stat News revelou informações de documentos internos da IBM. Estes mostraram que Watson *“frequentemente divulga conselhos errados sobre tratamento de câncer”* e que *“múltiplos exemplos de recomendações de tratamento inseguras e incorretas”* foram identificados pelos médicos especialistas e clientes da empresa. Outra reportagem do Wall Street Journal documentou como *“mais de uma dúzia de parceiros e clientes da IBM interromperam ou reduziram os projetos relacionados à oncologia do Watson”*.

No entanto, essas alegações foram refutadas pela IBM. A empresa destacou que está *“100% focada na segurança do paciente”* e que o Watson for Oncology está destinado a ser uma ferramenta que não diagnostica, mas fornece aos médicos opções de tratamento apoiadas em evidências.

“Em última análise, a decisão do tratamento cabe sempre ao médico e ao paciente”, escreveu a empresa.

A IBM anunciou no início de 2022 que vendeu o Watson para uma empresa de investimento global.

Como tal, recomenda-se cautela mesmo ao trabalhar com soluções de grandes empresas de tecnologia. Em última análise, a IA deve ser considerada uma ferramenta que ajuda na tomada de decisões, e não uma autoridade que dá a palavra final.



3. Transformando diagnósticos

Um dos campos mais avançados da ANI, a visão computacional, já tem um enorme impacto no diagnóstico através da revolução da imagem médica. Algoritmos inteligentes podem analisar ressonâncias magnéticas, tomografias computadorizadas, raios X e quaisquer outras imagens médicas no futuro. Esses algoritmos podem detectar sinais nas gravações que não são acessíveis ao olho humano. Radiologia, dermatologia, mas também a oftalmologia e outras especialidades podem e irão aproveitar ainda mais o vasto potencial da ANI.

Para começar, em 2017, cientistas da Universidade de Adelaide estavam a experimentar um sistema de IA que seria capaz de dizer se alguém vai morrer. Ao analisar tomografias computadorizadas de 48 pacientes, algoritmos de aprendizagem profunda puderam prever se eles morreriam dentro de cinco anos com 69% de precisão. É “amplamente semelhante” às pontuações de diagnosticadores humanos, disse o jornal.

Foi uma conquista impressionante. O sistema de aprendizagem profunda foi treinado para analisar mais de 16.000 características de imagens que poderiam indicar sinais de doenças nesses órgãos.

A rede de hospitais HCA Healthcare desenvolveu um algoritmo preditivo chamado Sepsis Prediction and Optimization of Therapy. Ele monitora continuamente os dados do paciente para identificar casos de sepse potencialmente iminentes. O algoritmo é capaz de detectar a sepse seis horas antes – e com mais precisão – do que os médicos, permitindo ao sistema de saúde reduzir as taxas de mortalidade por sepse em quase 30% em 160 hospitais – informou o Wall Street Journal.

Mas esta é apenas a ponta do iceberg. Também há muitas pesquisas em andamento para ensinar algoritmos para detectar várias doenças. Com a sua capacidade de analisar informações, reconhecer padrões e derivar tendências de formas que os humanos não conseguem, os algoritmos baseados em IA podem surpreender-nos com novas associações na medicina.

Por exemplo, pesquisadores da Universidade da Califórnia em São Francisco treinaram um algoritmo de aprendizagem profunda reconhecer padrões metabólicos associados à doença de Alzheimer a partir de exames cerebrais FDG-PET, um método usado para estudar a atividade metabólica das células cerebrais. Eles usaram um conjunto de dados com mais de 2.100 imagens cerebrais FDG-PET de 1.002 pacientes para ensinar a IA a reconhecer padrões metabólicos associados à doença de Alzheimer. Nos testes subsequentes, a IA detectou a condição com 100% de sensibilidade, em média mais de seis anos antes do diagnóstico final!

Os gigantes da tecnologia também foram rápidos em integrar a IA em seus sistemas de software de imagens médicas. A IBM foi uma das pioneiras na aplicação de IA em saúde, pois foi uma das primeiras a criar uma plataforma analítica massiva. Também não faltou os dados necessários, pois ao adquirir o Merge Health em 2015, o Watson teve acesso a milhões de estudos de radiologia e uma grande quantidade de dados de registros médicos existentes para ajudar a treinar o algoritmo. Superando os 70,5% dos dermatologistas humanos. Mas, apesar de se esforçar, a gigante da tecnologia nunca conseguiu realmente ter sucesso na área da saúde. Depois de grandes investimentos seguida de múltiplas falhas no segmento, a empresa começou a demitir grande parte de sua força de trabalho em 2018 e vendendo o Watson no início de 2022 e focar em serviços mais lucrativos.

Outros tiveram sucessos maiores. A Philips possui uma linha completa de diagnósticos habilitados para IA soluções e continua a expandir seu tamanho por meio de aquisições e o desenvolvimento. GE Saúde adicionado AI em sua nova linha de sistemas de ultrassom para aumentar os recursos de diagnóstico para acelerar o tempo dos exames e torná-los mais precisos – mesmo com ultrassonografistas menos experientes.

A IA ajuda a reduzir o tempo do exame em até 80% menos cliques, com 99% de precisão, pois o algoritmo reconhece automaticamente a anatomia em planos de digitalização 2D padrão.

Uma das empresas líderes em soluções de imagens médicas de IA é a [Aidoc](#). A empresa tem várias aprovações da FDA. Sua solução de triagem de IA pode não apenas detectar embolia pulmonar incidental em tomografias computadorizadas, mas também sinalizar casos que os médicos originalmente não suspeitavam. De acordo com a chefe de tomografia computadorizada do Cedars-Sinai Medical Center, com sede em Los Angeles, Dra. Cindy Kallman *“a capacidade de ligar para o médico solicitante enquanto o paciente ainda está em casa é enorme. Estamos essencialmente oferecendo um diagnóstico de EP no local de atendimento para nossos pacientes ambulatoriais, quase sem esforço extra.”*

Aidoc também possui [autorização de aprovação de emergência](#) da FDA para usar seus algoritmos para detectar casos prováveis de COVID-19 em tomografias computadorizadas, ajudando os radiologistas a encontrar casos positivos mesmo quando não estão olhando. A IA visa detectar diagnósticos em pacientes que estavam sendo examinados para outra condição, como dor de estômago.

No entanto, a inteligência artificial ainda é um campo de investigação jovem e ainda tem um longo caminho a percorrer. Por exemplo, [vários estudos](#) mostram que, com a ajuda da IA, os radiologistas melhoram a precisão da [detecção do câncer em exames radiológicos](#). Em cenários futuros, [a IA médica treinada](#) por meio do aprendizado por reforço, poderíamos descobrir tratamentos e curas para doenças que os profissionais médicos humanos não conseguiam.

Outra área para as empresas de IA é apoiar os profissionais médicos com relatórios e análises de dados. Assim como a empresa [BrainMiner, sediada no Reino Unido](#), uma empresa que fornece um sistema automatizado para análise de exames cerebrais de ressonância magnética para ajudar os médicos com um relatório fácil de interpretar; ou [Lunit](#), que visa otimizar o diagnóstico e o tratamento, *“buscando o diagnóstico certo, com o custo certo e o tratamento certo para os pacientes certos”*.

Praticamente não existe área médica onde a inteligência artificial não seja benéfica.

[Diagnosticando doenças raras](#) é um dos campos onde a identificação e o tratamento representarão um desafio, e a IA pode ajudar. Em todo o mundo, cerca de meio milhão de crianças nascem com uma doença hereditária rara. Muitos desses casos apresentam características físicas específicas que podem auxiliar na sua identificação. Os pediatras podem não perceber isso porque nunca viram esses casos. No entanto, nada escapa ao olhar metuculoso da IA.

[Em um estudo](#) da Universidade de Bonn e da Charité – Universitätsmedizin Berlin, os pesquisadores usaram um software baseado em IA em dados de 679 pacientes com 105 doenças diferentes causadas por uma alteração em um único gene. Estas incluem condições como mucopolissacaridose, síndrome de Mabry e síndrome de Kabuki, em que as pessoas afetadas apresentam características faciais características.

Os pesquisadores treinaram a rede neural Deep Gestalt com 30 mil fotos de pessoas com condições tão raras. *“Em combinação com a análise facial, é possível filtrar os fatores genéticos decisivos e priorizar os genes”*, disse o Prof. Krawitz, que trabalhou neste estudo.

“A fusão de dados na rede neuronal reduz o tempo de análise de dados e leva a uma maior taxa de diagnóstico.”

Os resultados mostraram que, com a ajuda da IA, a identificação das doenças raras era muito mais precisa. O uso desta técnica poderia acelerar a identificação e o tratamento das pessoas afetadas desde o início.

Mas o diagnóstico é necessário mesmo nos casos mais comuns. Pesquisadores da Enfermaria de Olhos e Ouvidos do Monte Sinai (NYEE), em Nova York, construiu um algoritmo que pode detectar a degeneração macular relacionada à idade (DMRI), uma das principais causas de perda de visão nos Estados Unidos. Pode ajudar os profissionais médicos a prever o risco de como o caso irá evoluir e qual é a sua gravidade, ajudando assim os pacientes a obterem cuidados mais cedo e a salvarem a sua visão.

Biomarcadores vocais têm um potencial incrível na reforma do diagnóstico. Como certas doenças, como as que afetam o coração, os pulmões, as pregas vocais ou o cérebro, podem alterar a voz de uma pessoa, as análises de voz baseadas em inteligência artificial (IA) oferecem novos horizontes na medicina.



A IA também está por trás dos wearables, como este pequeno dispositivo semelhante a um patch que é composto por dois componentes. Um deles detecta e converte sinais gerados pelos movimentos musculares em sinais elétricos; que são então traduzidos em sinais de fala por um algoritmo de aprendizado de máquina.

Esta ferramenta de triagem totalmente não invasiva ajuda os médicos a avaliar remotamente a saúde de seus pacientes, fornecendo resultados imediatos. que pode orientar os médicos as tomada de decisões rápidas e informadas sobre diagnóstico e planos de tratamento.

4. Assistência e administração de saúde

Lidar com pacientes requer muita administração, organização e papelada. Olhando para os cuidados primários, médicos e enfermeiros encontram frequentemente pacientes com problemas menores que poderiam ser tratados sem a intervenção de um profissional médico, pessoas que apenas querem receitas ou têm questões organizacionais.

A inteligência artificial estreita poderia ajudar a equipe médica com assistentes pessoais inteligentes, uma versão da Siri ou Alexa para a saúde, nesta área. Por exemplo, estes assistentes digitais com programas de processamento de linguagem natural que convertem voz em texto poderiam ouvir as consultas médico-paciente e as “conversas” entre médicos e sistemas EHR, e fornecer uma transcrição sem que o médico digitasse sequer uma letra no seu computador.

Esta não é uma promessa vaga do futuro. A Epic Systems da Microsoft está integrando IA generativa em sua solução de Registro Médico Eletrônico (EMR), para incorporar a plataforma Nuance DAX, uma solução de voz para texto [diretamente no EHR da Epic](#).

Com essas soluções, os médicos podem ditar suas anotações enquanto se concentram no paciente. Enquanto isso, em segundo plano, o algoritmo os transcreve, organiza e resume em tempo real.

Outra solução integrada à Epic, o Dragon Medical One converte comandos de voz em documentação clínica estruturada.

Essas soluções podem reduzir a carga administrativa e o desgaste dos médicos, aumentando a qualidade da documentação e garantindo registros mais abrangentes.

[Copiloto de Nabla](#) é outro assistente de IA generativo integrado ao EHR, que transcreve, resume e organiza notas em tempo real. Nos bastidores, ele usa processamento avançado de linguagem natural e também pode listar informações médicas importantes, auxiliar na codificação e gerar resumos acionáveis.

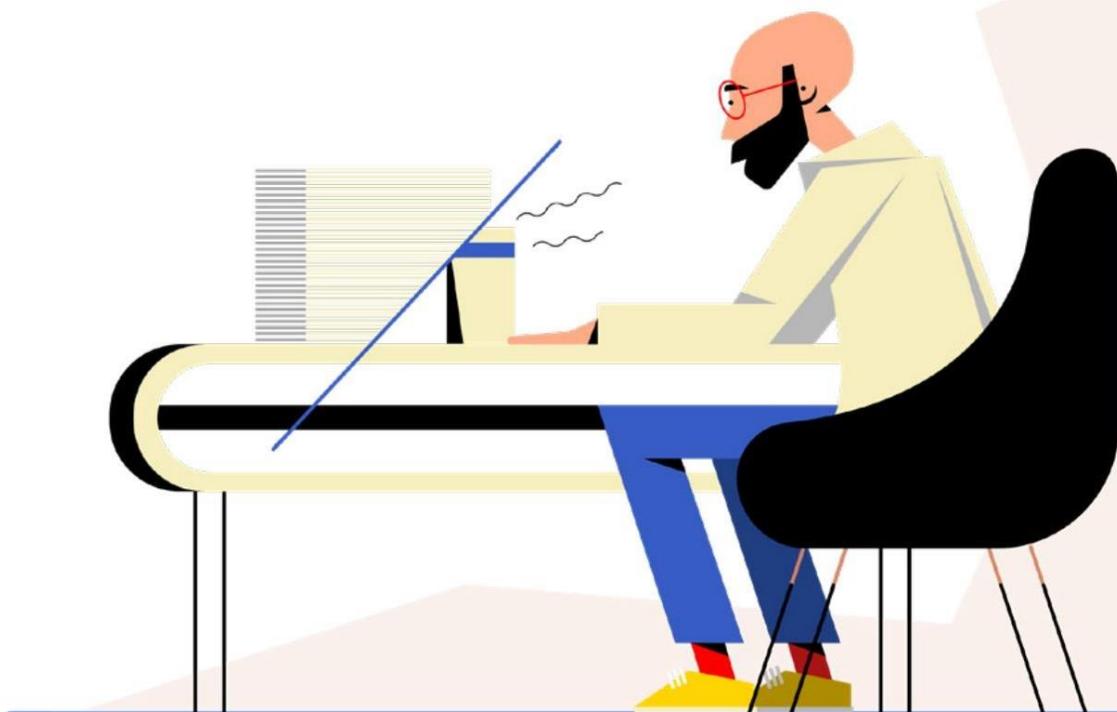
Digitar memorandos sobre encontros entre pacientes e médicos em EHRs consome tanto tempo que a demanda por escribas médicos cresceu exponencialmente nos últimos dois anos. [Voz para texto](#) baseada em inteligência artificial tecnologias prometem virar o jogo: o médico e o

o paciente fala enquanto um assistente de voz escuta e anota o texto interpretado nas colunas relevantes dos EHRs.

As tecnologias de voz para texto representam uma alternativa real à administração médica feita manualmente pelos médicos. Nos EUA, uma das maiores clínicas ortopédicas, a OrthoIndy, tentou uma abordagem inovadora – e obteve grande sucesso. Anteriormente, muitos médicos das clínicas passavam de 2 a 3 horas por dia depois do trabalho ou nos finais de semana mapeando os dados faltantes dos exames. Alguns tentaram individualmente serviços de ditado, mas não foram muito eficientes.

Então eles experimentaram uma assistente móvel de IA, Kara. Com base no áudio de conversas entre o médico e o paciente ou em resumos fornecidos pelo médico após o encontro, Kara enviou as palavras faladas pelos médicos diretamente para os lugares certos do registro, detalhadas e precisas, os médicos só precisavam revisar e assinar na nota no EHR. As soluções tornaram os médicos mais eficazes e eficientes – e descansados. Amazon também lançou seus serviços de reconhecimento de fala para médicos em 2019.

Alexa foi usada pela primeira vez no hospital Cedars-Sinai quartos inteligentes. Os pacientes nestas salas podem comunicar com os enfermeiros apenas dizendo os seus pedidos em voz alta. “Alexa, diga à minha enfermeira que preciso me levantar para usar o banheiro!” A plataforma do hospital então encaminha a solicitação do paciente ao cuidador certo, que pode ser enfermeiro, parceiro clínico, gerente ou administrador. Com estas soluções, parece que a inteligência artificial pode realmente ajudar a trazer de volta o toque humano em saúde.



5. Gestão de pacientes

As tecnologias inovadoras no tratamento de pacientes visam permitir que os pacientes assumam o controle da doença com suas próprias mãos e aliviem parte do fardo dos ombros dos médicos.

O hardware, os dados e a inteligência artificial, em conjunto, podem ter um impacto sério na saúde das pessoas – mas raramente andam de mãos dadas. Mas isso é devido à mudança. “Um treinador de saúde habilitado para IA poderia beneficiar pessoas com doenças crônicas, como diabetes, que requerem cuidados regulares e de longo prazo. Hoje, esse tipo de coaching exige que um profissional de saúde se sente e converse com os pacientes”,

Anders Dyhr Toft, vice-presidente corporativo da Novo Nordisk, explicou em entrevista. “Os médicos tratarão cada vez mais os pacientes remotamente, um treinador automático poderia fornecer uma opção conveniente para aqueles que não podem comparecer às sessões presenciais regulares.”

Apoiando os deficientes visuais, Envision, OuCam, BeMyEyes, e Aira todos oferecem suas soluções para abrir a possibilidade de viver uma vida mais independente. Os algoritmos que utilizam servem para descrever o ambiente ao usuário, notificá-lo sobre obstáculos, ler textos e reconhecer rostos e objetos.

O número de algoritmos inteligentes baseados em texto ou voz cresceu exponencialmente. Esses assistentes digitais podem marcar consultas, conectar pacientes com profissionais médicos e realizar outras tarefas simples. Eles ainda oferecem opções de pagamento e ajudam os pacientes a reabastecer suas receitas, entregar exames laboratoriais e muito mais.

Você precisa de um amigo quando se sente sozinho? Converse com Replika, seu amigo IA a quem você pode contar tudo sobre sua vida. Ou fale com Woebot, um pequeno assistente algorítmico com o objetivo de melhorar o humor. Ele promete se conectar de forma significativa com você, mostrar pedaços de empatia, ao mesmo tempo que lhe dá a chance de falar sobre seus problemas e receber aconselhamento em troca.

Ou baixe Sonia, a terapeuta cognitivo-comportamental baseada em IA. As sessões de terapia de Sonia passam sequencialmente por subestágios, como verificação de humor, atualização da semana anterior, definição do tópico principal, lição de casa, feedback e assim por diante. Exatamente como faz um psicólogo humano.

Você prefere se conectar a um coach humano instantaneamente? Vá para Headspace.

Os chatbots podem ajudar na melhor organização do percurso dos pacientes, na gestão de medicamentos, na ajuda em situações de emergência ou nos primeiros socorros, oferecendo uma solução para questões médicas mais simples: todas estas são situações possíveis para os chatbots intervirem e aliviarem a carga dos profissionais médicos. No entanto, um chatbot nunca pode substituir um profissional qualificado – em vez disso, pode apoiar tarefas administrativas, aliviando tanto médicos como pacientes.

O AiCure fornece insights dos pacientes para melhorar os ensaios clínicos. A empresa envolve diretamente os pacientes por meio de smartphones para fornecer dados significativos e de alta qualidade sobre o comportamento do paciente para

patrocinadores e sites. Esses insights capacitam os locais a apoiar melhor os pacientes e patrocinadores na implementação do ensaio certo para o paciente certo, ajudando a promover uma maior compreensão da eficácia dos medicamentos, acelerar os prazos e reduzir os custos e a variabilidade dos ensaios.

Em alguns casos, chatbots de saúde também são capazes de conectar pacientes com médicos para diagnóstico ou tratamento, mas isso já é um passo adiante. A ideia geral é que, no futuro, estes algoritmos inteligentes de conversação ou envio de mensagens de texto possam tornar-se o primeiro ponto de contato para cuidados primários.

Os pacientes não entrarão em contato com médicos, enfermeiras ou qualquer profissional médico para esclarecer todas e cada uma de suas questões de saúde, mas recorrerão primeiro aos chatbots. Se o pequeno ajudante médico não conseguir responder confortavelmente às questões levantadas, ele transferirá o caso para um médico da vida real.

Algumas instituições reconheceram instantaneamente o potencial dos chatbots baseados em IA para os pacientes e seus serviços. O Serviço Nacional de Saúde da Grã-Bretanha (NHS) começou a usar um chatbot para fornecer aconselhamento médico por um período experimental em 2017. O bot foi desenvolvido pelo serviço de saúde e consulta médica on-line britânico, Babylon Health.

Dentro do sistema da Babylon Health, os usuários poderiam relatar seus sintomas ao aplicativo. A IA usou o reconhecimento de fala para compará-los com um banco de dados de doenças. Com base no histórico e nas circunstâncias do paciente, Babylon recomendou o curso de ação correto e o aplicativo também lembrou os pacientes de tomarem seus medicamentos e os acompanhou para saber como estavam se sentindo.

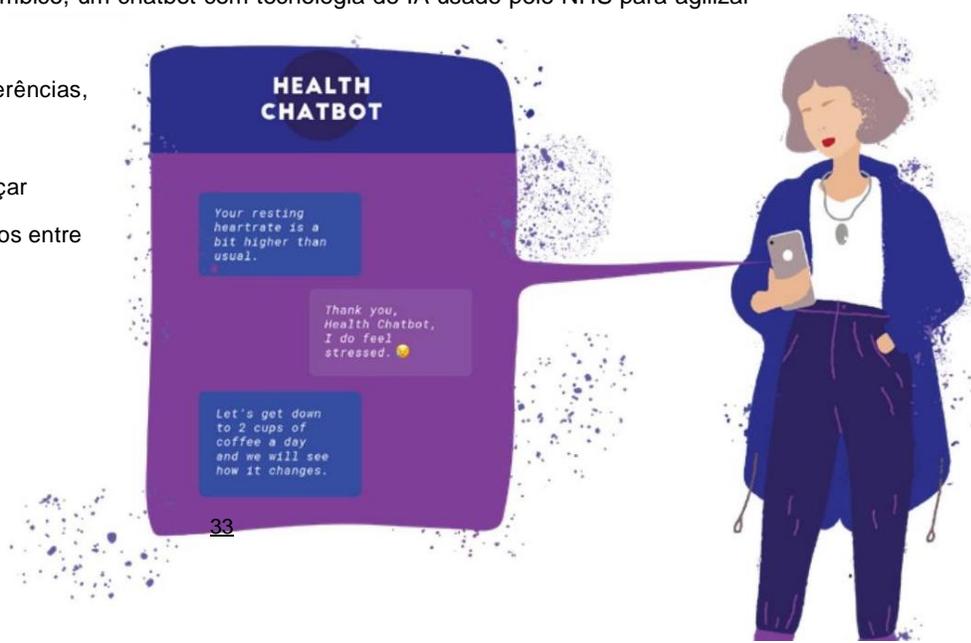
Apesar do potencial válido, a Babylon Health, outrora avaliada em milhares de milhões de dólares, entrou com pedido de falência das suas subsidiárias nos EUA e está em processo de liquidação dos seus ativos em 2013. As suas operações no Reino Unido foram vendidas à eMed. De acordo com a análise do mercado, a rápida expansão, as expectativas exageradas do mercado e as decisões de gestão erradas contribuíram para a sua queda.

Embora sem Babylon Health, o NHS continuou o desenvolvimento de chatbots em toda a Grã-Bretanha.

Em junho de 2020, a organização lançou a versão escocesa do seu chatbot para aumentar o acesso a notícias e opções de tratamento relacionadas ao COVID-19.

Um exemplo mais recente é o Acesso Límbico, um chatbot com tecnologia de IA usado pelo NHS para agilizar encaminhamentos de saúde mental.

Isso levou a um aumento de 30% nas referências, uma redução nos tempos de espera e tem sido particularmente eficaz em alcançar grupos minoritários, com encaminhamentos entre minoria não binária e étnica com pacientes aumentando dramaticamente.



6. Medicina de precisão

Como os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) disse que existe “uma abordagem emergente para o tratamento e prevenção de doenças que leva em consideração a variabilidade individual nos genes, ambiente e estilo de vida de cada pessoa”. Assim, tanto os profissionais médicos como os investigadores serão capazes de fazer previsões mais precisas sobre que tipo de tratamento e estratégias de prevenção para uma determinada doença, funcionarão em que grupos de pessoas.

A inteligência artificial tem um enorme impacto na medicina de precisão, incluindo genética e genômica. Por exemplo, ao procurar mutações e ligações com doenças, a Deep Genomics está identificando padrões em enormes conjuntos de dados de informações genéticas e registros médicos. Eles estão inventando tecnologias computacionais que podem dizer aos médicos o que acontecerá dentro de uma célula quando o DNA for alterado por variação genética, seja ela natural ou terapêutica.

Em 2017, Craig Venter, um dos pais do Projeto Genoma Humano, começou a trabalhar em um algoritmo que pudesse projetar as características físicas de um paciente – com base em seu DNA. Este projeto atraiu muitas críticas, em particular de Yaniv Erlich, o “hacker do genoma” dizendo que os dados que Venter usou apenas aumentaram as questões de preconceito da IA.

Com sua empresa, Human Longevity, Venter ofereceu soluções para longevidade e medicina de precisão por meio de uma combinação de sequenciamento do genoma, check-up médico e exame de corpo inteiro. Em 2018, eles se uniram à Scripps Research e outras organizações para encontrar os fatores genéticos da obesidade com “assinaturas” moleculares distintas de pessoas com obesidade para prever o risco de desenvolver diabetes e doenças cardiovasculares. Em sua pesquisa de 2021, o Instituto J. Craig Venter (JCVI) estava investigando o vírus influenza A e descobriu que ainda estava causando danos ao tecido cardíaco muito tempo depois de ter sido eliminado dos pulmões.

No entanto, o projeto enfrentou desafios científicos e éticos significativos. Embora os resultados iniciais mostrassem potencial, a tecnologia e os algoritmos não eram suficientemente precisos para prever com segurança características complexas, como características faciais, apenas a partir de dados genéticos. Em 2020, Venter deixou a HLI e a empresa mudou o seu foco deste ambicioso projeto. As dificuldades em equilibrar a validade científica com considerações éticas, juntamente com as limitações técnicas, contribuíram para a descontinuação do projeto.

7. Apoio farmacêutico: criação de medicamentos e ensaios clínicos

Novos medicamentos são aprovados através de ensaios clínicos em humanos: procedimentos rigorosos, que duram um ano, começando em ensaios em animais e gradualmente passando para os pacientes. As estimativas colocam os números em cerca de 12 anos e US\$ 6,7 bilhões para que um medicamento experimental avance do conceito ao mercado. Isto leva em consideração o tempo e os recursos investidos na busca de candidatos adequados, na abordagem de efeitos colaterais inesperados em ensaios clínicos e nas múltiplas sequências de tentativa e erro. Além disso, os pacientes nos ensaios estão expostos a efeitos colaterais que não podem ser previstos ou esperados. E mesmo que o ensaio seja bem-sucedido, tem de passar pela aprovação regulamentar: pode ou não receber a aprovação da respectiva agência reguladora, por exemplo, a Food and Drugs Administration (FDA) dos EU.

A inteligência artificial mudou o status quo para o melhor. A IA pode ajudar as empresas a agregar e sintetizar muitas informações necessárias para ensaios clínicos, encurtando assim o processo de desenvolvimento de medicamentos. Também pode apoiar a compreensão dos mecanismos da doença, estabelecer biomarcadores, gerar dados, modelos ou novos candidatos a medicamentos, conceber ou redesenhar medicamentos, realizar experiências pré-clínicas, conceber e executar ensaios clínicos e até analisar a experiência do mundo real.

Por exemplo, a Insilico Medicine, trabalhando com investigadores da Universidade de Toronto, ganhou as manchetes em 2019 com o anúncio de que o processo de desenvolvimento de um novo medicamento candidato dura apenas 46 dias com a ajuda do seu algoritmo inteligente. No início, demorou 21 dias para a equipe criar 30.000 designs para moléculas que têm como alvo uma proteína ligada à fibrose (cicatrices nostecidos). Eles sintetizaram seis dessas moléculas em laboratório e depois testaram duas em células; o mais promissor foi testado em ratos. Os pesquisadores concluíram que era potente contra a proteína e apresentava qualidades “semelhantes às de drogas”.

Outra empresa carro-chefe na descoberta de medicamentos de IA, Atomwise, usa supercomputadores que erradicam terapias de um banco de dados de estruturas moleculares. Em 2015, a Atomwise lançou uma busca virtual por medicamentos seguros e existentes que pudessem ser redesenhados para tratar o vírus Ebola. Eles encontraram dois medicamentos previstos pela tecnologia de IA da empresa que podem reduzir significativamente a infecciosidade do Ebola. Esta análise, que normalmente levaria meses ou anos, foi concluída em menos de um dia. Imagine quão eficiente se tornaria a criação de medicamentos se tais ensaios clínicos pudessem ser realizados no “marco zero” dos cuidados de saúde, nomeadamente nas farmácias.

No momento, a Atomwise ainda não lançou no mercado um medicamento aprovado a partir de suas soluções baseadas em IA. No entanto, a empresa fez avanços significativos na descoberta de medicamentos utilizando a sua plataforma AtomNet, que utiliza aprendizagem profunda para identificar potenciais candidatos a pequenas moléculas.

Atomwise nomeou recentemente seu primeiro candidato de desenvolvimento baseado em IA, um inibidor de TYK2, que está avançando para ensaios clínicos.

Para chegar a soluções de tratamento ainda mais precisas, algumas empresas combinam genômica e inteligência artificial. Por exemplo, a Cambridge Cancer Genomics (desde então adquirida pela Dante Labs) desenvolveu soluções oncológicas de precisão para transformar a forma como os pacientes com câncer são tratados. Eles acreditam que quanto mais dados clínicos e genômicos os oncologistas tiverem, mais decisões inteligentes poderão tomar sobre o uso de medicamentos em qualquer circunstância – e, portanto, usam o aprendizado de máquina e a análise de dados para dar aos médicos esse poder. Em 2019, eles se uniram à Precision-Panc, uma rede no Reino Unido de mais de 20 hospitais que pode oferecer ensaios clínicos de medicina de precisão a pacientes com câncer de pâncreas para desenvolver práticas de padronização lideradas por IA para melhorar a análise, distribuição e compartilhamento de dados em ensaios clínicos.

Outra empresa, a Row Analytics, com sede em Oxford é especializada em saúde digital, medicina de precisão, genômica e pesquisa semântica. Ela está oferecendo uma variedade de plataformas de análise de dados para descoberta de medicamentos. Esta plataforma combina métodos de IA e análise de dados para observar múltiplas variantes genéticas em combinações de uma série de doenças. Como são capazes de concluir o processo em semanas, em vez de meses, mesmo para grandes populações de doenças com dezenas de milhares de pacientes, isto permite a rápida identificação de novos candidatos a medicamentos e de potenciais medicamentos a serem reaproveitados.

Outra forma de modernizar os ensaios clínicos e o processo de testes de medicamentos está a aplicação de tecnologias ao quadro tradicional através de plataformas online para procurar participantes. Vários serviços online permitem que cada vez mais pacientes participem no processo de criação de medicamentos.

A Startup Antidote, com sede em Londres, tenta preencher a lacuna entre pacientes e pesquisadores que estão desenvolvendo novos medicamentos, permitindo que os pacientes encontrem os ensaios clínicos mais adequados, ajudando os pesquisadores a transmitir as informações de seus estudos mais recentes a milhões de pacientes e até conectando-os diretamente com membros da comunidade médica.

Se mais pacientes tiverem a oportunidade de participar em ensaios, poderão ficar mais envolvidos com potenciais tratamentos ou até mesmo ter acesso a novos tratamentos antes de serem aprovados pela FDA e estarem disponíveis gratuitamente. TesteX da mesma forma, combina ensaios clínicos com pacientes de acordo com sexo, idade, localização e condição médica. O número desses serviços está crescendo para acomodar a crescente demanda dos pacientes.

O Reino Unido quer estar no topo da revolução da IA. Em novembro de 2020, a Universidade de Cambridge, a GSK e a AstraZeneca assinaram um acordo para criar o Cambridge Centre for AI em Medicina (agora chamado de Laboratório van der Schaar). A Universidade de Oxford, juntamente

com os parceiros GSK, AstraZeneca e sistemas de saúde como o NHS estavam construindo o supercomputador mais poderoso do Reino Unido, o Cambridge-1, é usado para acelerar pesquisas em imagens médicas, genômica e descoberta de medicamentos.

Finalmente, chegamos a uma tecnologia que parece saída da ficção científica: ensaios clínicos in silico . “In silico” refere-se ao uso de modelos computacionais e simulações para estudar processos biológicos e médicos. Esta abordagem evoluiu nos últimos 20 anos, impulsionado pelos avanços na ciência da computação médica e na inteligência artificial.

Os métodos in silico envolvem três componentes principais: modelagem, visualização e simulação.

A modelagem mapeia os elementos de um sistema biológico, a visualização apresenta essas previsões graficamente e a simulação mostra como o sistema muda ao longo do tempo sob diversas condições. Especificamente, um ensaio clínico in silico utiliza simulações computacionais personalizadas para o desenvolvimento ou avaliação regulatória de produtos ou intervenções médicas. Embora ensaios clínicos totalmente simulados ainda não sejam possíveis devido às atuais limitações tecnológicas e biológicas, o seu potencial futuro poderá superar significativamente os ensaios in vivo tradicionais. A FDA antecipa que mais da metade de todos os dados de ensaios clínicos virão eventualmente dessas simulações de computador.

Quando os ensaios clínicos in silico são combinados com a inteligência artificial, os modelos virtuais de pacientes podem fornecer respostas à pergunta habitual: “por que é que este tratamento ou medicamento funciona para este paciente, mas não para outro?” Os métodos de construção de IA, nomeadamente aprendizagem automática e aprendizagem profunda, têm potencial para treinar um modelo que será capaz de encontrar padrões e clusters em dados de outra forma não estruturados – e buscar informações que os pesquisadores não esperem estar lá. Além disso, as redes neurais podem ser utilizadas para prever eventos adversos ou para antecipar o possível risco de abandono do paciente e adesão ao tratamento.

Da forma como está hoje, a tecnologia e o conhecimento biológico ainda não existem para simular 100% dos ensaios clínicos. No entanto, há um progresso significativo na área na forma de órgãos em um chip, como os pesquisadores do Instituto Wyss vem trabalhando há anos.



Algoritmos aprovados pela FDA na área da saúde

Embora até agora tenhamos olhado para vários campos da saúde e da indústria farmacêutica, bem como certas estruturas onde a inteligência artificial poderia fazer a diferença, agora chegamos aos algoritmos inteligentes que não só são promissores, como já provaram ser dignos de utilização clínica. No capítulo anterior, enumeramos principalmente exemplos que são promissores para o futuro, mas chegou a hora das soluções de inteligência artificial que os reguladores consideraram dignas de aplicação clínica.

Existem três áreas especialmente promissoras: a IA em aplicações de verificação da pele, a análise de biomarcadores vocais e a análise da tosse são tecnologias que – pensamos – estão mais próximas de se tornarem amplamente utilizadas nos cuidados de saúde quotidianos.

Aplicativos de verificação de pele são as nossas primeiras apostas na lista de possíveis pioneiros da IA que penetram na saúde. Existem vários aplicativos existentes que funcionam de maneira muito semelhante. Você tira uma foto com seu smartphone de uma lesão cutânea suspeita e envia pelo aplicativo. Primeiro, ele é verificado por um algoritmo de IA, fornecendo uma avaliação rápida para saber se parece maligno, que será seguida por um diagnóstico conclusivo por um dermatologista.

O campo dos biomarcadores vocais está se desenvolvendo de forma constante, com algumas aplicações muito práticas surgindo recentemente. Gostamos especialmente deste estudo de 2021 que apresenta como a detecção precoce e automatizada do Alzheimer é possível por meio da análise de padrões de voz.

Da mesma forma que os biomarcadores vocais, as análises de tosse e de padrão respiratório são baseadas em padrões de áudio de tosse/respiração, que – dado que você tem um conjunto de dados grande o suficiente para treinar o algoritmo – também fornece oportunidades de diagnóstico para detectar infecções ou condições crônicas.

Acreditamos que este é um dos indicadores mais fiáveis para um dispositivo médico e o único parâmetro para software médico credível e preciso – portanto, para avaliar a situação real quando se trata de inteligência artificial nos cuidados de saúde. Embora na Europa, a Agência Europeia de Medicamentos possui diretrizes e declarações sobre inteligência artificial, o FDA nos EUA é o único regulador com instrumentos eficientes em seu kit de ferramentas para avaliar detalhadamente a credibilidade e a precisão dos algoritmos para fins médicos. No entanto, para compreender completamente o que as aprovações da FDA significam para o campo da IA médica, primeiro temos de compreender o que uma aprovação da FDA realmente implica.

Há toda uma escala de aprovações começando com o envio 510(K) até a aprovação de novo até a aprovação pré-comercialização (PMA). A primeira refere-se a uma submissão pré-comercialização para demonstrar que um dispositivo que visa o lançamento no mercado, mas que não requer aprovação pré-comercialização, é tão seguro e eficaz como outros instrumentos semelhantes com PMA. Este último na verdade significa um processo da FDA de

revisão científica e regulatória para avaliar a segurança e a eficácia dos dispositivos médicos que apoiam e/ou sustentam a vida humana e as mais rigorosas aplicações de marketing de dispositivos. O caminho de novo para direitos de comercialização de dispositivos foi adicionado para abordar novos dispositivos de risco baixo a moderado que não possuem um dispositivo predicado válido – por exemplo, no caso de soluções de software, como algoritmos inteligentes. Após a revisão bem-sucedida de uma submissão de novo, a FDA cria uma classificação para o instrumento, um regulamento, se necessário, e identifica quaisquer controles especiais necessários para futuras submissões pré-comercialização de dispositivos substancialmente equivalentes.

A FDA tem um banco de dados atualizado regularmente de dispositivos habilitados para IA/ML, listando 882 entradas em maio de 2024. No entanto, foram necessários muitos anos para que esta autoridade líder fornecesse um banco de dados abrangente dessas ferramentas, e tal empreendimento foi concluído pela primeira vez neste artigo revisado por pares do The Medical Futurist Institute (TMFI) analisou o estado da regulamentação sobre algoritmos baseados em IA. Usando o FDA como exemplo, os autores foram pioneiros no primeiro banco de dados on-line de acesso aberto de algoritmos baseados em IA aprovados pela FDA, que o órgão regulador com sede nos EUA já deveria ter elaborado.

Olhando os dados, fica evidente a distribuição de algoritmos inteligentes nas diversas especialidades médicas. A radiologia é de longe a mais povoada por soluções baseadas em inteligência artificial, com 671 algoritmos aprovados. Os dispositivos cardiovasculares estão em um distante segundo lugar (90 aprovações) e a Neurologia vem em terceiro, com 32.

É interessante verificar que certas especialidades médicas ainda nem sequer aparecem na lista das faculdades médicas primárias, como a pneumologia, a medicina legal ou a dermatologia – esta última especialmente surpreendente dado o grande sucesso dos algoritmos de verificação cutânea.

No entanto, não devemos tirar conclusões definitivas apenas deste conjunto de dados, uma vez que constitui um retrato da situação actual, não revelando necessariamente nada sobre as tendências.

Por exemplo, no caso da patologia, embora o número de algoritmos aprovados pela FDA (6) possa ser baixo neste momento, a inteligência artificial é uma tecnologia promissora neste campo – embora possa precisar dos próximos anos para alcançar o número de soluções em radiologia ou cardiologia.

Esses dois campos representam as áreas de pico da pesquisa em inteligência artificial por vários motivos. Em primeiro lugar, a visão computacional é um dos campos de crescimento mais rápido na IA.

desenvolvimento, e a imagem médica tem os dados e a visualidade que os algoritmos inteligentes precisam para prosperar. Como consequência, os pesquisadores descobriram que o software comercial para classificar automaticamente a densidade da mama e, assim, detectar o câncer de mama, pode funcionar em

par com radiologistas humanos. Além do mais, em abril de 2018, o FDA aprovou o primeiro sistema de IA que pode ser usado para diagnóstico médico sem a intervenção de um médico humano. Ensaios clínicos em grande escala desde então provou o quão útil a IA é no apoio ao trabalho dos radiologistas no rastreamento do câncer da mama.

Em 2020, o FDA aprovou o primeiro software baseado em IA que foi projetado para auxiliar e orientar médicos não treinados na captura de ultrassonografias de alta qualidade. O software auxilia profissionais médicos sem nenhum treinamento especializado nas etapas de um exame de ultrassom cardíaco – uma das ferramentas mais comuns utilizadas para diagnosticar doenças cardíacas.

Desde então, o órgão regulador aprovou uma série de soluções de diagnóstico baseadas em IA que apoiam o trabalho dos profissionais médicos, e os resultados de ensaios clínicos relacionados também estão a caminho. Em um estudo, publicado em JAMA Cardiology em fevereiro de 2021, o software da Caption Health que orienta médicos não treinados passo a passo no fornecimento de um exame de ultrassom cardíaco que recebeu aprovação da FDA em 2019 provou ser bem-sucedido no diagnóstico de pacientes.

O estudo concluiu que “para as avaliações diagnósticas dos desfechos primários, houve pelo menos 92,5% de concordância entre os exames da enfermeira e do ultrassonografista”. Os resultados na vida real não substituirão enfermeiros reais ou pessoal qualificado, mas expandirão o número de profissionais de saúde que utilizam esse dispositivo – levando a serviços hospitalares mais rápidos.

ALGORITMOS BLOQUEADOS E ADAPTATIVOS

NA SAÚDE: DIFERENÇAS, IMPORTÂNCIA

E OBSTÁCULOS REGULATÓRIOS

Consideremos duas hipotéticas ferramentas de assistência baseadas em inteligência artificial (IA) num ambiente de cuidados de saúde: o algoritmo A e o algoritmo B. O algoritmo A, tendo sido rigorosamente treinado em conjuntos de dados existentes, fornecerá resultados robustos sobre o que é conhecido nessas entradas de dados.

Por outro lado, o algoritmo B, além de ter sido rigorosamente treinado, analisa dados em tempo real de todo o mundo para obter novos insights e melhorar as suas recomendações.

Você escolheria um em vez do outro?

Embora o termo possa não ser familiar para a maioria, algoritmos “bloqueados” em dispositivos médicos são o que as autoridades reguladoras aprovaram no passado recente. O FDA define um “bloqueado” algoritmo como “um algoritmo que fornece o mesmo resultado cada vez que a mesma entrada é aplicada a ele e não muda”.

Por exemplo, o KardiaAI nos monitores de ECG portáteis e pessoais da AliveCor foi treinado para detectar anomalias do ritmo cardíaco, como fibrilação atrial. Se o software detectar tal leitura conforme foi treinado para fazê-lo, ele alertará o usuário sobre uma leitura suspeita. Da mesma forma, o algoritmo IDx-DR pode ajudar a rastrear retinopatia diabética a partir de imagens de câmeras retiniais, bem como ele foi treinado para fazer isso.

No entanto, esses algoritmos adotam a abordagem estática dos algoritmos bloqueados. Se os desenvolvedores quiserem que sua IA seja mais precisa ou sugerir novas opções de tratamento com base em novos dados, eles precisarão treinar a IA em novos conjuntos de dados, testá-los e bloqueá-los novamente antes de lançar um novo conjunto de dados. versão utilizável que será inspecionada pelo FDA.

Em contraste, um algoritmo adaptativo não requer tal envolvimento ativo e reciclagem por parte de seus desenvolvedores. O FDA define um algoritmo "adaptativo" como aquele que "muda seu comportamento usando um processo de aprendizagem definido". As alterações são implementadas de forma que, para um determinado conjunto de insumos, os resultados possam ser diferentes antes e depois da implementação das alterações, acrescenta a autoridade reguladora.

A vantagem que os algoritmos adaptativos apresentam reside na sua capacidade de aprender continuamente e de se auto-aperfeiçoar sem a contribuição de seus desenvolvedores. Isso ocorre porque a necessidade de alteração ou atualização do software só pode se tornar evidente após o lançamento do dispositivo ou software. Um algoritmo adaptativo seria, portanto, capaz de atualizar e aprender com a experiência do mundo real.

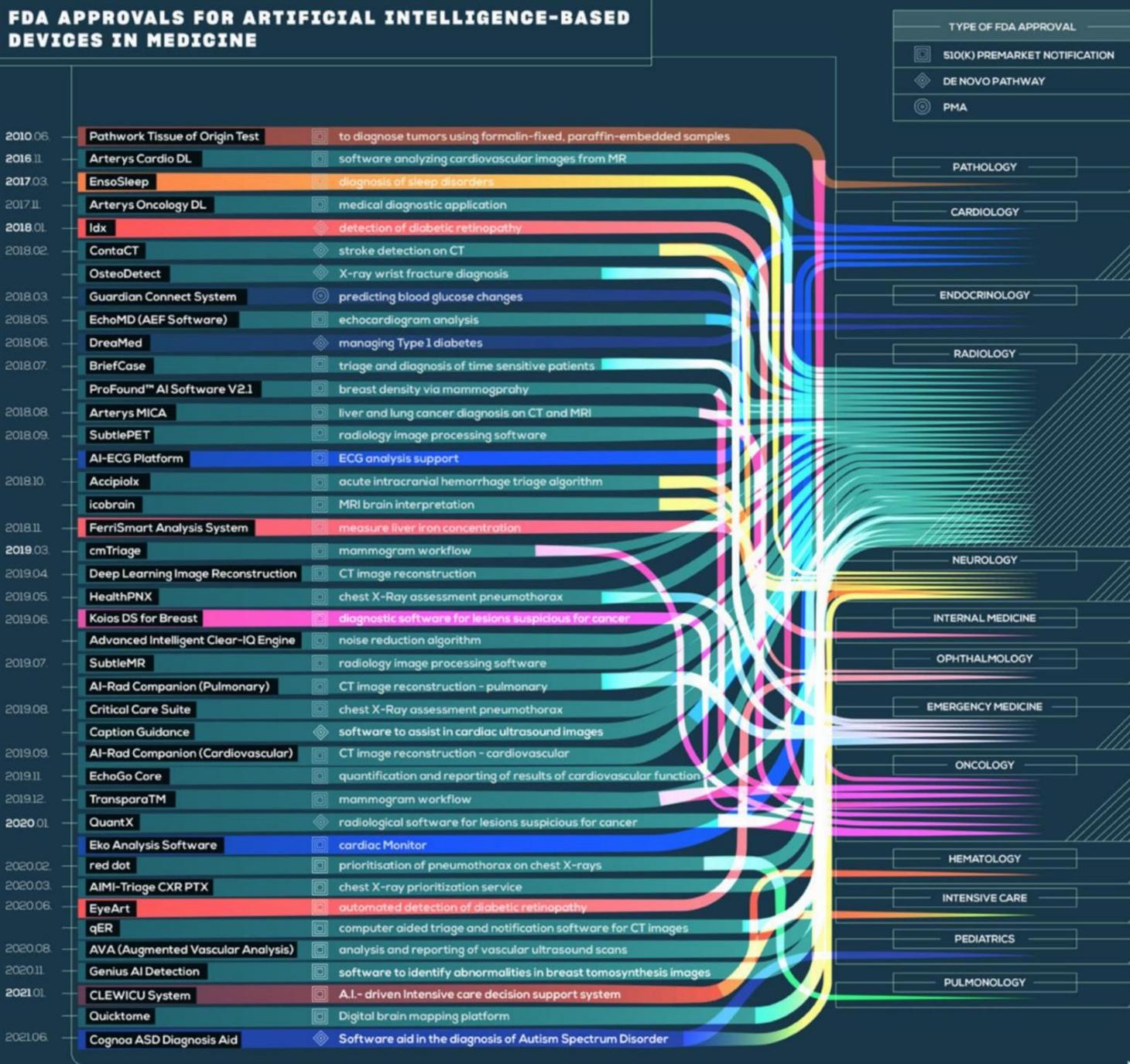
Considere como os pesquisadores do Google desenvolveram um algoritmo para detectar retinopatia diabética com 90% de precisão... em teoria. No entanto, na prática, teve um desempenho menos preciso devido a problemas encontrados em ambientes clínicos da vida real como a qualidade das imagens utilizadas. Neste caso, uma IA adaptativa poderia adaptar-se a estas situações para fornecer resultados através do treino em tais tipos de qualidade de imagem, mesmo que não tenha sido inicialmente treinada para o fazer.

Esses tipos de algoritmos representam o próximo passo na IA da saúde e a FDA parece vislumbrar um futuro onde algoritmos adaptativos entrarão na indústria. Isto é sugerido pelo quadro e plano de ação propostos acima mencionados. Neste último, a FDA ainda observou como forneceu em 2020 autorização de comercialização do software Caption Guidance AI, o primeiro software de ultrassom cardíaco.

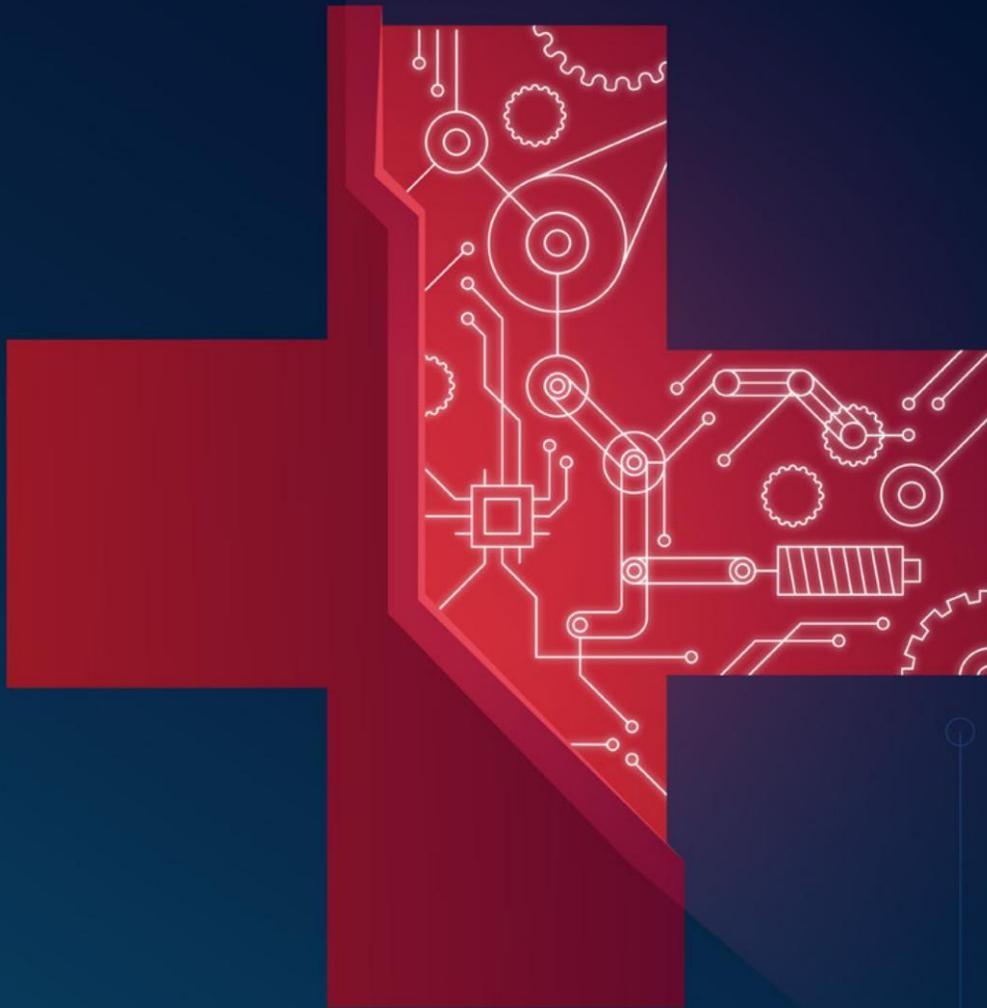
Esta aprovação é particularmente notável pelo uso pelo fabricante de um Plano de Controle de Mudanças Predeterminado para incorporar modificações futuras sujeitas à transparência e ao monitoramento de desempenho no mundo real por parte do fabricante. Embora não envolva algoritmos totalmente adaptativos

já que as atualizações serão tratadas principalmente pelo próprio software, esta postura significa um passo em direção à regulamentação de algoritmos adaptativos. É um passo que os reguladores devem tomar para fazer a transição para tais regulamentações na era da IA.

FDA APPROVALS FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED DEVICES IN MEDICINE



A GUIDE TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTHCARE



DR. BERTALAN MESKÓ
THE MEDICAL FUTURIST