

# 100 Perguntas & Respostas

Sobre Inteligência  
Artificial na Saúde

# IA



# ÍNDICE

## Parte 1. O BÁSICO SOBRE A IA (INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL) 05

- 1.1 - O que é Inteligência Artificial?
- 1.2 - Quais são os níveis de IA numa perspectiva de longo prazo?
- 1.3 - Quais são os níveis de IA numa perspectiva de curto prazo?
- 1.4 - O que é Machine Learning?
- 1.5 - Como o Machine Learning identifica gatos nas fotos?
- 1.6 - Quais subtipos de Machine Learning são os mais usados?
- 1.7 - Qual é um bom exemplo de uso de aprendizado supervisionado na área da saúde?
- 1.8 - O que não é IA quando se trata de usar algoritmos na área da saúde?
- 1.9 - Existem exemplos de uso de aprendizado por reforço na área da saúde e na medicina?
- 1.10 - Como a IA se tornou tão popular hoje em dia?
- 1.11 - O que é aprendizado profundo em comparação com aprendizado de máquina?
- 1.12 - Como as redes neurais podem ser usadas na área da saúde?
- 1.13 - A IA é um software ou hardware?
- 1.14 - Como o aprendizado de máquina desempenha um papel no diagnóstico e tratamento médico?

## Parte 2. A NOVA ERA DA IA GENERATIVA 12

- 2.1 - O que é IA generativa?
- 2.2 - Como a IA generativa é comparada à IA “tradicional”?
- 2.3 - O que tornou a IA generativa tão popular agora?
- 2.4 - Como a IA generativa “gera” novos conteúdos?
- 2.5 - Quais são alguns exemplos práticos de IA generativa?
- 2.6 - Quais são os riscos e limitações potenciais do uso de IA generativa em ambientes médicos?
- 2.7 - A IA generativa pode ser usada para personalizar o atendimento ao paciente e, em caso afirmativo, como?
- 2.8 - Como a IA generativa impacta a relação médico-paciente?

## Parte 3. O CAMPO EMPOLGANTE DOS MODELOS DE LINGUAGEM GRANDE: A REVOLUÇÃO DO CHATGPT 16

- 3.1 - O que é ChatGPT e GPT-4?
- 3.2 - O que são modelos de linguagem grande (LLMs)?
- 3.3 - Que tipos de conteúdo os LLMs podem lidar?
- 3.4 - Os LLMs podem lidar com perguntas médicas e de saúde?
- 3.5 - Você pode confiar em um LLM com perguntas médicas/de saúde?
- 3.6 - Quais são as diferenças entre respostas precisas e alucinadas em vários LLMs?
- 3.7 - Como os LLMs podem ser usados para melhorar a comunicação entre médicos e pacientes?
- 3.8 - Quais são os desafios éticos do uso de LLMs na área da saúde?
- 3.9 - Como os LLMs podem ser usados para melhorar a eficiência administrativa em hospitais?

## Parte 4. O IMPACTO DA AUTOMAÇÃO NA SAÚDE 20

- 4.1 - Quais são as tarefas que a automação poderia impactar mais na área da saúde?
- 4.2 - Qual é o estado atual da adoção de IA na área da saúde?
- 4.3 - Onde a IA já está presente na área da saúde?
- 4.4 - Quais são as “frutas ao alcance da mão” da automação na área da saúde?
- 4.5 - Como a IA pode ajudar com a escassez de médicos?
- 4.6 - Quais poderiam ser os benefícios potenciais da automação na área da saúde?
- 4.7 - O que significa reduzir a fadiga de alarmes com IA em um hospital?
- 4.8 - Como a IA pode contribuir para os ensaios clínicos?
- 4.9 - Como a IA pode encontrar associações incomuns em pesquisas clínicas?

- 4.10 - Quais são os existentes exemplos de IA que seriam relativamente fáceis de implementar em um hospital?
- 4.11 - A IA aumentará ou diminuirá os custos da saúde?
- 4.12 - Como a IA pode melhorar os resultados dos pacientes e a eficiência dos cuidados de saúde?
- 4.13 - Como a IA está sendo usada para otimizar os processos de correspondência de transplantes de órgãos?
- 4.14 - A IA vai curar o câncer?
- 4.15 - A IA pode prever e prevenir readmissões hospitalares?

## Parte 5. IMPLEMENTANDO A IA NA PRÁTICA MÉDICA 26

- 5.1 - Quais especialidades médicas são mais propensas à automação e por quê?
- 5.2 - Por que a radiologia se destaca na implantação e regulamentação da IA?
- 5.3 - Que tipo de habilidades e mentalidade seriam necessárias para os médicos usarem a IA?
- 5.4 - Que tipo de habilidades podem ser importantes para os médicos na era da IA, quando muitas tarefas são automatizadas?
- 5.5 - Como os médicos podem ajudar seus pacientes a usar melhor as ferramentas de IA?
- 5.6 - O que é IA explicável no contexto da saúde?
- 5.7 - Como a IA pode ajudar a prever outra pandemia?
- 5.8 - A IA pode seguir as regras da medicina baseada em evidências?
- 5.9 - O que os anotadores de dados fazem na medicina?
- 5.10 - A IA substituirá os profissionais de saúde?

## Parte 6. O NEGÓCIO DE IA NA ÁREA DA SAÚDE

31

- 6.1 - Quais são as áreas de destaque para investimentos em IA na saúde?
- 6.2 - Quão perigoso é o hype em torno da IA na saúde atualmente?
- 6.3 - Qual é um bom exemplo de uma empresa usando IA de forma responsável?
- 6.4 - O que significa IA responsável?
- 6.5 - Como os gigantes da tecnologia estão usando a IA enquanto avançam na área da saúde?
- 6.6 - Quais foram as principais razões por trás do fracasso de algumas empresas de IA na saúde?
- 6.7 - Vale a pena desenvolver enfermeiras robóticas?
- 6.8 - No que os desenvolvedores devem se concentrar ao criar IA para fins de saúde?
- 6.9 - Como a IA pode aprimorar a descoberta e o desenvolvimento de medicamentos?
- 6.10 - Como a IA pode reduzir o custo dos medicamentos?
- 6.11 - Qual é o futuro da telemedicina e do monitoramento remoto com IA?

## Parte 7. A ÉTICA DA IA

36

- 7.1 - Como podemos garantir a privacidade na era da IA?
- 7.2 - Quais são os principais dilemas éticos quando se trata de usar IA na saúde?
- 7.3 - É ético usar a IA para tomar decisões de vida ou morte na saúde sem supervisão humana?
- 7.4 - Existem questões filosóficas de longo prazo sobre o uso da IA na saúde?
- 7.5 - Como os médicos podem ganhar confiança ao usar a IA?
- 7.6 - Como a IA pode se tornar tendenciosa nas tomadas de decisões médicas?
- 7.7 - Quais são os desafios e limitações da IA na saúde?
- 7.8 - Você poderia processar algoritmos de diagnóstico ou robôs médicos no futuro?

7.9 - Algoritmos e robôs podem imitar a empatia?

7.10 - Quais salvaguardas podem nos ajudar a garantir que a IA seja usada apenas de forma ética?

## Parte 8. SUA PORTA DE ENTRADA PARA INTERAGIR COM A IA

40

- 8.1 - Qual é a habilidade mais essencial para interagir com a IA?
- 8.2 - Como interajo com a IA?
- 8.3 - Como posso me tornar melhor em engenharia de prompts?
- 8.4 - Existem maneiras práticas de usar a IA na minha saúde agora mesmo?
- 8.5 - Quais seriam os passos ideais para começar a usar a IA se você ainda não a usou?
- 8.6 - Quais seriam os passos práticos necessários se você decidisse implantar a IA em sua organização, instituição ou empresa?
- 8.7 - Como você pode ajudar as pessoas ao seu redor a se familiarizarem mais com o uso da IA?

## Parte 9. REGULAMENTAÇÃO DA IA NA SAÚDE EM TODO O MUNDO

43

- 9.1 - Como a IA está sendo regulamentada atualmente na saúde?
- 9.2 - Existem diferenças regulatórias entre os EUA e o resto do mundo?
- 9.3 - Como a FDA lida com o progresso da IA na saúde?
- 9.4 - Posso acessar tecnologias médicas baseadas em IA aprovadas pela FDA?
- 9.5 - Como seria possível regular a IA generativa?
- 9.6 - O que é software como dispositivo médico (SaMD)?

## Parte 10. PARA ONDE A IA NA SAÚDE ESTÁ INDO

46

- 10.1 - Como posso encontrar uma linguagem comum com a IA?
- 10.2 - Para onde a IA está indo e qual é a direção atual em sua evolução?
- 10.3 - Por que o design centrado no paciente é crucial para influenciar o desenvolvimento da IA?
- 10.4 - A IA pode melhorar o engajamento do paciente e a medicina personalizada?
- 10.5 - Qual é o potencial da IA no futuro do diagnóstico e tratamento?
- 10.6 - A IA pode fazer parte de um programa que ensina você sobre a sua própria saúde no futuro?
- 10.7 - O que podemos esperar da IA na saúde nos próximos 3 anos?
- 10.8 - Que tipo de carreiras existem na IA em saúde?
- 10.9 - Por que você deve permanecer otimista sobre o futuro da IA?

## Introdução

Em um momento de avanços tecnológicos sem precedentes, a área da saúde está no centro de uma transformação impulsionada pela inteligência artificial (IA) e pela automação. Essas inovações estão redefinindo como abordamos o atendimento ao paciente e a gestão do ecossistema médico.

Este guia, **100 Perguntas e Respostas Sobre Inteligência Artificial na Saúde**, foi desenvolvido para esclarecer o impacto da IA na medicina e proporcionar um panorama acessível sobre seu papel no setor.

Seja você um líder empresarial em busca de inovação, um profissional da saúde navegando nesse cenário dinâmico, um formulador de políticas moldando o futuro da medicina ou um paciente interessado em entender essa revolução tecnológica, este material traz respostas objetivas e embasadas em pesquisas para ajudar na sua compreensão.

Cada capítulo deste guia explora um aspecto essencial da IA na saúde, abordando temas como:

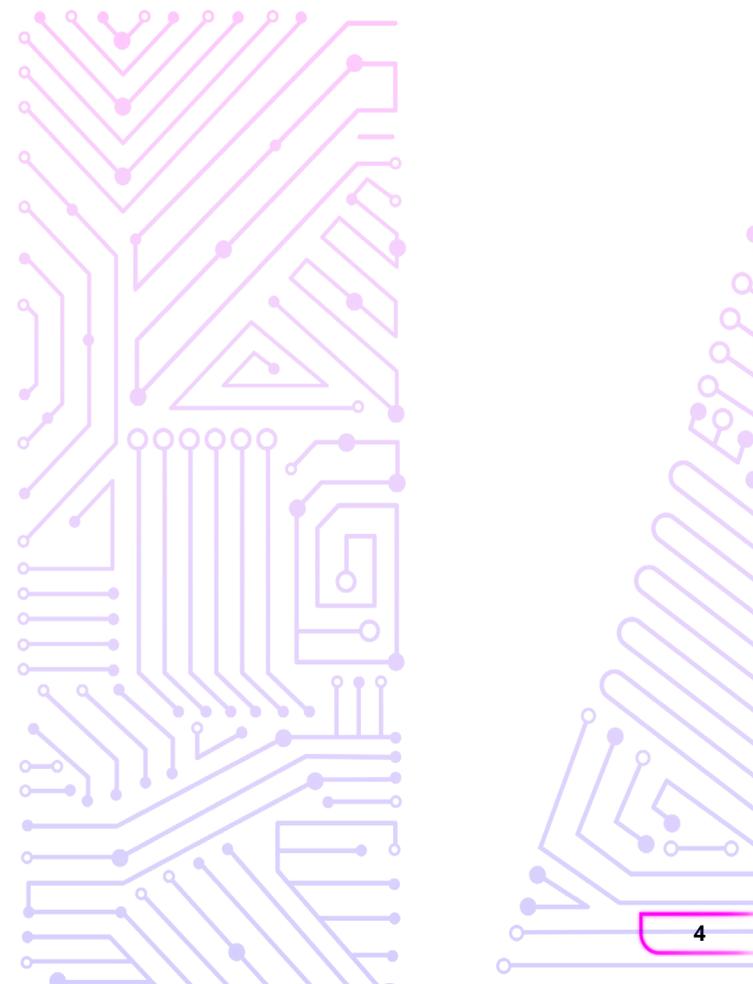
- **Os fatores que impulsionam sua adoção no setor;**
- **Seu impacto no diagnóstico e tratamento médico;**
- **Considerações éticas envolvidas no uso da tecnologia;**
- **O papel da IA na formulação de políticas de saúde;**
- **Ferramentas e inovações que empoderam pacientes e profissionais;**
- **Aplicações promissoras na pesquisa médica e no desenvolvimento de medicamentos.**



Nosso objetivo é oferecer um conteúdo que você possa consultar sempre que precisar entender melhor como a IA está moldando o futuro da saúde. Projetado para ser prático e informativo, este guia reúne insights relevantes e links para aprofundamento dos temas mais importantes.

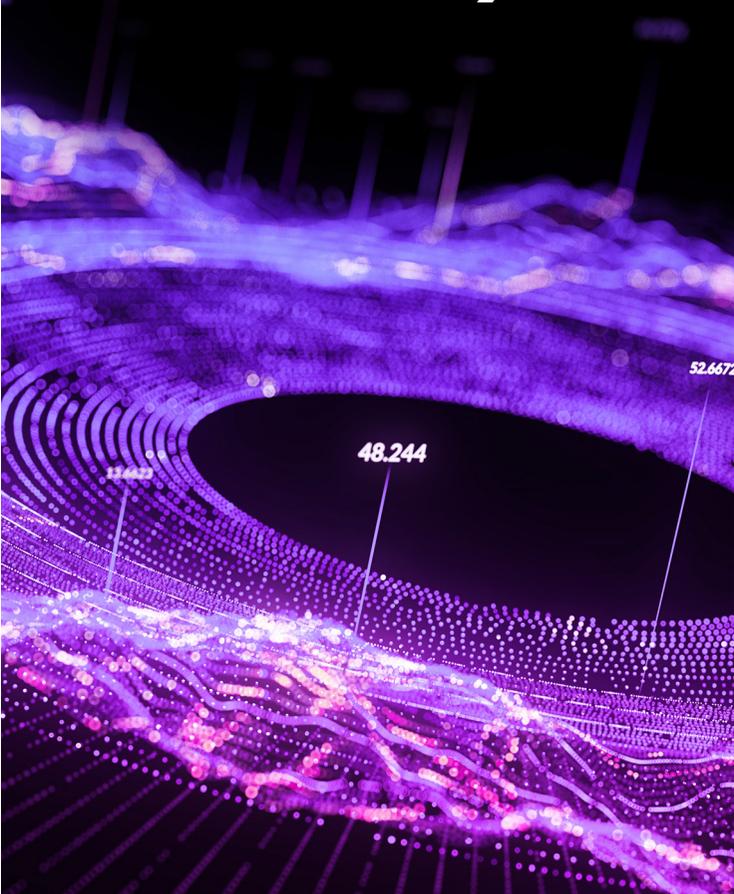
A revolução na medicina já está em curso, e a inteligência artificial desempenha um papel central nesse processo. Convidamos você a explorar essa jornada e descobrir como a tecnologia está transformando o setor. Ao final deste guia, você terá uma visão clara sobre as oportunidades e desafios que a IA traz para a saúde.

**Vamos juntos dar esse passo rumo ao futuro da medicina com a IA. Boa leitura!**



# 01

## O básico sobre a IA (Inteligência Artificial)



### 1.1

## O que é Inteligência Artificial?

A maneira mais simples de definir IA é esta: é inteligência demonstrada por máquinas. Ou, para ser um pouco mais preciso, a simulação da inteligência humana em máquinas programadas para pensar e aprender como humanos. O termo também pode ser aplicado a qualquer máquina que exiba características associadas a uma mente humana, como aprendizado e resolução de problemas.

A IA é um campo amplo que envolve várias tecnologias, incluindo Machine Learning, processamento de linguagem natural, robótica e visão computacional, entre outras. O objetivo da IA é criar sistemas que possam executar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Essas tarefas incluem entender a linguagem natural, reconhecer padrões, tomar decisões e resolver problemas. Os sistemas de IA podem variar de algoritmos simples que resolvem problemas específicos a sistemas complexos capazes de aprender e se adaptar a novas situações ao longo do tempo.

### 1.2

## Quais são os níveis de IA numa perspectiva de longo prazo?

Podemos classificar a IA de duas maneiras distintas. Uma

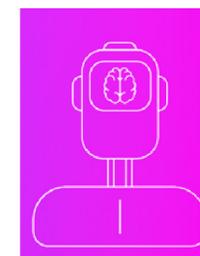
maneira é definir “quão inteligente” é o algoritmo, no qual podemos seguir a orientação do filósofo Nick Bostrom, da Universidade de Oxford. Isso nos dá uma resposta que podemos usar a longo prazo.



Inteligência Artificial Estreita (ANI)



Inteligência Artificial Geral (AGI)



Superinteligência Artificial (ASI)

### Inteligência Artificial Estreita (ANI)

Os algoritmos ANI são projetados para realizar uma tarefa definida com precisão. Esta tarefa pode ser qualquer coisa, desde jogar xadrez até detectar células cancerígenas em radiografias de tórax. Embora possam fazer sua tarefa melhor do que qualquer pessoa no mundo, sua inteligência permanece zero. O ANI já possui incríveis habilidades de reconhecimento de padrões em grandes conjuntos de dados, o que o torna perfeito para resolver problemas de classificação e agrupamento baseados em texto, voz ou imagem.

### Inteligência Artificial Geral (AGI)

Este é o nível da inteligência humana. A AGI um dia poderia ter a capacidade cognitiva abrangente e total de um ser humano, e raciocinar, argumentar, memorizar e resolver problemas como você. Apesar do avanço da IA nos últimos anos, ainda estamos muito longe de atingir esse nível.

### Superinteligência Artificial (ASI)

A Superinteligência Teoricamente poderia ter a capacidade cognitiva combinada da humanidade ou até mais. A humanidade, obviamente, seria incapaz de apreender seu conhecimento e entender seu raciocínio. Muitas organizações trabalham duro para evitar chegar a esse estágio.

### 1.3

## Quais são os níveis de IA numa perspectiva de curto prazo?

Temos outra maneira de classificar a IA, e ela oferece uma abordagem mais prática e útil no curto prazo: diferenciar entre vários níveis de “autonomia” de algoritmos. Aqui podemos definir cinco níveis de automação. Eles fornecem uma escala fácil de entender em relação a vários modelos de IA que podemos usar na área da saúde (e em outros setores).

#### **Nível 1 - Somente humanos: nenhuma IA está envolvida.**

Os humanos estão fazendo o trabalho neste nível básico, seja trabalho manual ou inserção de dados para gerar um processo. Isso também pode envolver algoritmos simples, mas não inteligência artificial. Nós não é precisamos ir muito longe para imaginar esse estágio, pois a maioria dos procedimentos médicos atualmente feita manualmente. Seja um cirurgião realizando uma laparoscopia ou um pesquisador médico coletando dados para uma meta-análise, os humanos estão na vanguarda sem a ajuda de uma IA.

#### **Nível 2 - Modo sombra: o professor médico e o aluno de IA.**

Da mesma forma que os estudantes de medicina seguem seu professor designado pelo hospital para fazer anotações, fazer perguntas e fazer coisas sob supervisão, os algoritmos também podem passar por esse processo de “treinamento” com o chamado “modo sombra”. Por exemplo, enquanto um médico faz um diagnóstico com base em um raio-X, uma IA “estagiária” segue o processo sem interferir nele. O algoritmo faz anotações, verifica a precisão do médico e registra tudo o que pode apoiar uma futura decisão de diagnóstico tomada pela própria IA. Isso pode ser usado para desenvolver ainda mais tecnologias de IA que os moverão ao longo do espectro de automação.

#### **Nível 3 - O assistente de IA.**

Nesta fase do espectro de automação, o sistema de IA apoia os médicos na tomada de decisões clínicas por meio de sugestões. Por exemplo, depois de escanear um banco de dados de tomografias computadorizadas de tórax, a IA considera os resultados da tomografia computadorizada de tórax de um paciente que está sendo investigado e destaca sinais suspeitos. Esses sinais são então investigados pelo médico. Vemos um bom exemplo disso neste estudo sueco em larga escala de mamografia assistida por IA, que descobriu que o algoritmo pode reduzir a carga de trabalho de leitura de tela dos radiologistas em 44% sem comprometer a eficiência do diagnóstico.

#### **Nível 4 - Automação parcial.**

Com a automação parcial, um sistema de IA pode chegar ao seu diagnóstico; mas se não estiver confiante o suficiente sobre isso, a IA recorre aos médicos para obter ajuda. Várias empresas estão trabalhando em tais soluções hoje. O sistema baseado em IA da Behold.ai, ponto vermelho, classifica as radiografias de tórax e localiza suas descobertas. Ele pode até identificar radiografias de tórax anormais de pacientes com COVID-19. Pode ajudar na ‘triagem instantânea’ para acelerar o diagnóstico e alocar recursos de acordo. A Nines, com sede em Palo Alto, desenvolveu um sistema de IA que pode identificar casos potenciais de hemorragia intracraniana e efeito de massa a partir de tomografias computadorizadas. Em seguida, sinaliza esses casos para os radiologistas revisarem.

#### **Nível 5 - Automação total.**

Como o nome sugere, os processos de automação completos são executados apenas por uma IA e não envolvem entrada humana. Por exemplo, um sistema de Nível 5 pode analisar uma mamografia por conta própria e solicitar testes subsequentes sem consultar um médico humano para essa decisão. Da mesma forma, alguns cientistas especulam que algumas cirurgias oftalmológicas podem ser totalmente automatizadas uma vez que alguns já são parcialmente automatizadas. No entanto, outros pesquisadores acreditam que atingir a automação de nível 5 em qualquer ambiente médico é “improvável de ser alcançado com segurança no curto prazo”. Portanto, temos que pensar nisso como uma eventualidade de longo prazo, mas esses níveis de automação alimentam o medo de que a IA substitua os médicos. No entanto, é provável que esses sistemas de IA se destaquem em uma tarefa específica e os profissionais de saúde interajam cada vez mais com eles.

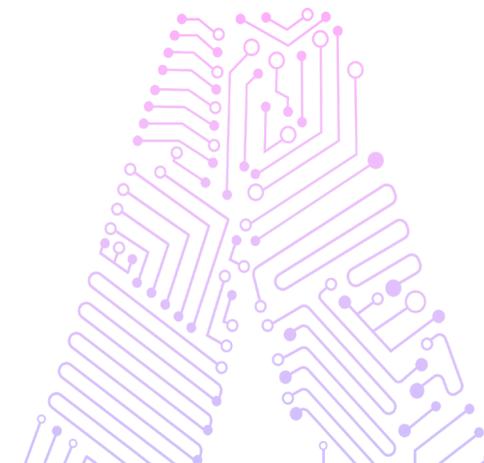
### 1.4

## O que é Machine Learning?

O Machine Learning é um ramo da inteligência artificial que capacita os computadores a aprender com os dados e melhorar seu desempenho ao longo do tempo sem serem explicitamente programados para tarefas. É como ensinar um computador a se tornar mais inteligente por meio da experiência.

Ao alimentá-lo com grandes quantidades de dados, os algoritmos de Machine Learning podem detectar padrões, tomar decisões e prever resultados. Essa abordagem é crucial para tarefas muito complexas para a programação tradicional, como reconhecer rostos em fotos até fazer diagnósticos médicos. Em sua essência, o Machine Learning prospera com dados: quanto mais dados de qualidade recebe, melhor ele obtém em suas tarefas atribuídas.

Ele abrange várias técnicas, incluindo aprendizado supervisionado, onde o algoritmo aprende com dados rotulados; aprendizado não supervisionado, que encontra padrões ocultos nos dados sem instruções explícitas; aprendizado por reforço, onde aprende por tentativa e erro; e aprendizado profundo, que usa redes neurais para processar e interpretar estruturas de dados complexas. O Machine Learning está remodelando como interagimos com a tecnologia, tornando-se um pilar essencial do desenvolvimento moderno da IA.



## 1.5

# Como o Machine Learning identifica gatos nas fotos?

Se você parar por um segundo para descobrir como podemos ensinar a um algoritmo o que é um gato, logo reconhecerá que nossos padrões típicos de pensamento humano serão inúteis aqui. Ao contrário dos humanos, que reconhecem os gatos por meio de características como pelo macio, duas orelhas em forma de triângulo e movimentos graciosos, os algoritmos operam sem esses quadros de referência intuitivos.

Eles percebem as imagens, não como totalidades coesas, mas como matrizes de pixels, onde o que chamamos de “cor” se traduz em códigos numéricos.

É aqui que a anotação de dados (ou rotulagem) entra em cena. O Machine Learning identifica gatos em fotos por meio de um processo sofisticado de reconhecimento de padrões, fundamentalmente enraizado na análise de dados de pixel. No centro desse processo estão algoritmos treinados em vastos conjuntos de dados de imagens, meticulosamente rotulados por anotadores de dados para indicar quais fotos contêm gatos.

E, claro, não apenas gatos, mas também tumores em imagens médicas. Esses anotadores são os heróis anônimos da revolução da IA, fornecendo dados de alta qualidade e rotulados com precisão, essenciais para treinar modelos confiáveis de Machine Learning. Sem seu trabalho meticuloso, os algoritmos não teriam o material de aprendizagem fundamental para distinguir os gatos de uma série de outros assuntos nas fotos. O treinamento envolve ensinar o algoritmo a reconhecer padrões nos dados de pixel que são característicos dos gatos, como a textura do pelo, o formato



das orelhas ou o contorno dos olhos, sem qualquer compreensão inata dessas características, como nós, humanos, as percebemos.

O algoritmo processa imagens como coleções de pixels, com cada pixel representado por valores numéricos que denotam intensidade de cor. Camada por camada, o modelo de Machine Learning reconhece padrões cada vez mais complexos em uma composição hierárquica: linhas, bordas, curvas, gradientes posteriores de formas simples, finalmente as últimas camadas são sensíveis à cor dependente de manchas complexas de imagens reais (por exemplo, rostos de gatos). Essa hierarquia é criada durante o processo de treinamento das redes neurais a partir dos dados, sem a orientação explícita dos desenvolvedores.

Curiosamente, o fato de surgir uma hierarquia de elementos visuais é semelhante à forma como a visão humana funciona: regiões dedicadas do cérebro detectam padrões mais simples e complexos no caminho para reconhecer nosso gatinho.

## 1.6

# Quais subtipos de Machine Learning são os mais usados?

O Machine Learning tem muitos subtipos e métodos combinados, dificilmente poderíamos listá-los todos aqui, portanto, mencionaremos apenas alguns métodos comuns (e importantes).

Imagine o seguinte: temos um trio de caminhos principais - aprendizado supervisionado, aprendizado não supervisionado e aprendizado por reforço - além de um túnel secreto, aprendizado profundo. Todos eles levam a resultados diferentes.

O aprendizado supervisionado é o caminho limpo e iluminado pelo sol, onde tudo é rotulado e organizado. É como ter um GPS que diz exatamente para onde ir. Você está ensinando um computador a reconhecer gatos mostrando milhares de fotos de gatos, cada uma marcada como “gato”. O computador aprende a localizar um gato em qualquer lugar, tornando-o um caminho perfeito para tarefas claras. Tudo é simples e há uma resposta certa a ser buscada.

O aprendizado não supervisionado é a trilha da floresta selvagem. Aqui, você é jogado no meio do nada e instruído a encontrar a saída. Sem rótulos, sem placas de sinalização. O computador analisa toneladas de dados – digamos, perfis de mídia social – e começa a perceber padrões por conta própria. É muito semelhante a ser instruído a vasculhar um sótão velho e empoeirado, cheio de vários objetos: livros, brinquedos, fotografias e roupas, onde não há lista de inventário, nem etiquetas, apenas pilhas e pilhas de coisas. Sua tarefa é organizar esses itens em categorias que façam sentido.

O aprendizado por reforço é a escalada aventureira da montanha. Você faz um movimento, vê se cai ou encontra um ponto de apoio e aprende pouco a pouco. É como ensinar a um cachorro novos truques com guloseimas. O computador tenta diferentes ações, é recompensado ou repreendido e aprende a melhor estratégia para vencer o jogo ou resolver um problema. É perfeito para navegar em situações complexas em que o caminho certo não está claro desde o início.

E então, há o túnel de aprendizado profundo, cavando profundamente no núcleo da montanha. Isso é onde a mágica acontece. Com camadas e mais camadas de redes neurais, o computador pode processar e entender grandes quantidades de dados - imagens, sons, textos - imitando a maneira como nossos cérebros funcionam. É o reino dos carros autônomos e assistentes de voz, um lugar onde a IA começa a se sentir menos como uma máquina e mais como uma parte do nosso mundo.

## 1.7

# Qual é um bom exemplo de uso de aprendizado supervisionado na área da saúde?

Um ótimo exemplo é o uso de modelos de Machine Learning para diagnosticar doenças a partir de imagens médicas, como raios-X, ressonâncias magnéticas ou tomografias computadorizadas. Como detectar e diagnosticar câncer de mama a partir de imagens de mamografia.

Primeiro, milhares de imagens de mamografia são coletadas, cada uma rotulada por especialistas médicos como mostrando sinais de câncer de mama ou não. O modelo de Machine Learning, por meio de um processo de aprendizado supervisionado, é então treinado nesse conjunto de dados. Ele analisa as imagens, aprendendo a identificar os padrões, texturas e formas sutis que distinguem os tumores malignos dos benignos ou tecidos saudáveis.

O processo de treinamento envolve alimentar o algoritmo com as imagens (a entrada) e os rótulos (a saída esperada), permitindo que ele aprenda desde o início como associar características visuais específicas à presença ou ausência de câncer. Com o tempo, e depois de ser exposto a uma ampla variedade de imagens, o modelo se torna hábil em prever se mamografias invisíveis indicam câncer de mama, potencialmente até mesmo identificando sinais precoces que um olho humano pode perder.

Uma vez treinado, este modelo **pode auxiliar radiologistas** e outros profissionais de saúde, fornecendo **uma**

**segunda opinião**, acelerando assim o processo de diagnóstico e aumentando a sua precisão. Em essência, atua como uma ferramenta de diagnóstico altamente eficiente, incansável e excepcionalmente precisa que pode ajudar na detecção, reduzindo a carga de trabalho e melhorando os resultados dos pacientes.

## 1.8

# O que não é IA quando se trata de usar algoritmos na área da saúde?

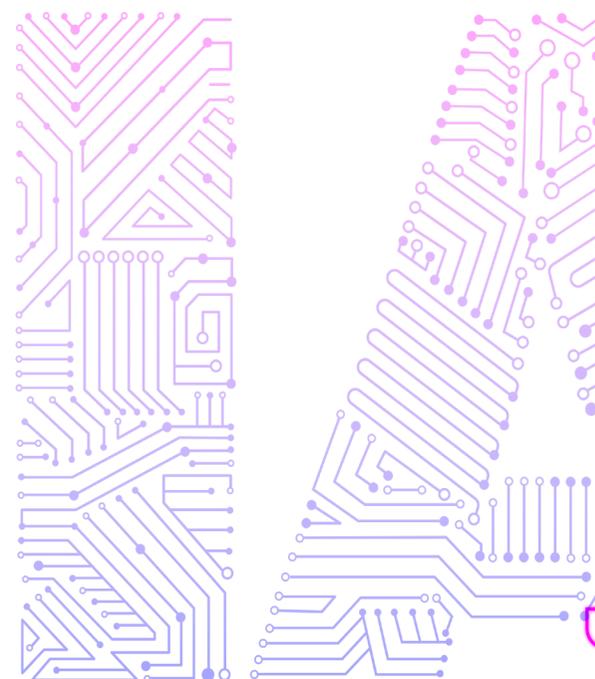
Você entra na farmácia e pede um alívio rápido para sua dor de cabeça. A senhora acena com a cabeça, e em 40 segundos, uma caixa de ibuprofeno é jogada no dispensador atrás dela pelo robô da farmácia. Agora, a partir dessas informações, ainda não podemos dizer se fomos ajudados pela IA ou não. É possível que a senhora apertou o botão 'ibuprofeno' em seu computador, direcionando o robô para pegar um item da prateleira 2, nível 5, caixa 4. Existe um algoritmo dirigindo o robô, mas nenhuma inteligência está envolvida.

Mas é possível que a senhora só tenha avisado ao robô que há um paciente do sexo masculino de 35 anos com peso médio e dor de cabeça, e o robô decidiu lhe dar 400mg de ibuprofeno. Nesse caso, você foi auxiliado por inteligência artificial.

Em suma, um algoritmo regular simplesmente executa uma tarefa conforme as instruções, enquanto uma verdadeira IA é codificada para aprender a executar uma tarefa.

Com um modelo de Machine Learning, são os dados que impulsionam e melhoram o modelo, sem comandos humanos diretos.

Com base nessas definições, podemos pensar que diferenciar entre algoritmos de IA e não IA é uma questão simples. Mas nem sempre é o caso. As empresas que vendem seus produtos podem se esconder atrás da terminologia sem descrever adequadamente o funcionamento de sua solução. É por isso que a transparência em torno dos algoritmos envolvidos na saúde se torna fundamental.



## 1.9

# Existem exemplos de uso de aprendizado por reforço na área da saúde e na medicina?

Absolutamente! O aprendizado por reforço é uma excelente ferramenta para determinar os planos de tratamento ideais para condições crônicas, como diabetes.

Algoritmos de aprendizado por reforço são usados para adaptar regimes de tratamento para pacientes individuais dinamicamente. O algoritmo começa com uma compreensão básica do tratamento do diabetes, como diretrizes de administração de insulina. No entanto, em vez de seguir uma abordagem única para todos, ele aprende continuamente com os dados individuais do paciente, incluindo níveis de açúcar no sangue, doses de insulina, dieta, exercício e como esses fatores interagem ao longo do tempo.

À medida que o algoritmo coleta mais dados, ele ajusta as recomendações de tratamento para otimizar o paciente. Resultados. Por exemplo, pode aprender que um ligeiro aumento na dosagem de insulina à noite reduz o risco de níveis elevados de açúcar no sangue durante a noite para um paciente em particular. O algoritmo utiliza um sistema de recompensas (melhores resultados para os pacientes) e penalidades (resultados ruins) para orientar seu processo de aprendizagem, sempre visando maximizar a saúde do paciente.

Esta abordagem personalizada pode levar a uma gestão mais

eficaz da diabetes, reduzindo o risco de complicações e melhora da qualidade de vida geral dos pacientes. Representa uma mudança em direção a cuidados de saúde mais adaptáveis e responsivos, onde os tratamentos podem ser continuamente refinados para atender às necessidades exclusivas de cada paciente.

O potencial do aprendizado por reforço na área da saúde se estende a muitas áreas da saúde, como otimização de protocolos de tratamento de câncer, gerenciamento de doenças cardiovasculares e até mesmo em cirurgia robótica, onde algoritmos podem aprender as técnicas e movimentos mais eficazes da cirurgia.

Resultados. Essas aplicações estão nos estágios iniciais, mas têm grande potencial para avançar em direção a tratamentos personalizados.

## 1.10

# Como a IA se tornou tão popular hoje em dia?

Pode parecer que a inteligência artificial generativa se tornou popular muito rapidamente, mas muitas pessoas já tinham ouvido falar sobre IA em geral na década de 2010. Aqueles que o fizeram provavelmente conheceram o conceito na ficção científica. E principalmente em um contexto ameaçador, como a Skynet do Exterminador do Futuro, ou a Matrix, mantendo os humanos na escravidão das máquinas de energia.

No entanto, sem o conhecimento da maioria, a pessoa média em um país desenvolvido usa IA muitas vezes todos os dias: ao dirigir pela cidade auxiliado pela navegação, ao rolar nas redes sociais ou em uma loja online, usando Spotify ou

Netflix - só para citar alguns exemplos.

Embora a inteligência artificial tenha se tornado bem discutida no ano passado, essa popularidade repentina é resultado de uma grande mudança no acesso e não de uma grande mudança no avanço tecnológico. O avanço foi trazido por vários ativos fáceis de usar - como geradores de imagens ou chatbots de IA - tornando-se acessíveis a todos nós. Enquanto isso, a tecnologia sob o capô estava pronta por muitos anos - confinada em laboratórios, disponível para alguns poucos.

E, claro, a IA tem uma história significativa agora, começando na década de 1950. Esse foi o ano em que Alan Turing publicou um artigo seminal fascinante, "Computing Machinery and Intelligence". Ele discutiu a ideia de um teste - agora conhecido como Teste de Turing -, para avaliar a capacidade de uma máquina de exibir um comportamento inteligente indistinguível do de um humano. Se um juiz humano se envolve em uma conversa em linguagem natural com uma máquina e um humano sem saber qual é qual, e não pode distinguir com segurança a máquina do humano, diz-se que a máquina passou no teste.

(Caso você esteja se perguntando: até o momento, nenhuma máquina foi universalmente reconhecida por ter passado no Teste de Turing, demonstrando de forma convincente a inteligência humana em uma ampla gama de conversas e contextos.)

O termo **inteligência artificial** nasceu em 1956, quando o matemático **John McCarthy** postulou que o pensamento pode ser descrito com tanta precisão que uma máquina pode ser feita para simulá-lo. Esse princípio, uma pedra angular no desenvolvimento da IA, ressalta a crença de que os processos cognitivos podem ser replicados por meios computacionais. Durante os anos 50 e 60, o otimismo inicial foi alimentado por conquistas significativas, como a criação de programas que podiam jogar damas ou resolver problemas de álgebra. No entanto, esse foi um entusiasmo de curta duração, que foi seguido por um período que agora chamamos de AI Winters. Nas décadas de 70 e 80, as limitações no poder computacional, disponibilidade de dados e complexidade algorítmica ainda não podiam ser entregues, impedindo o progresso e levando ao ceticismo. Assim, o campo foi caracterizado por financiamento e interesse reduzidos. O ex-prodígio foi agora demitido.

## 1.11

# O que é aprendizado profundo em comparação com aprendizado de máquina?

O aprendizado profundo é um subconjunto do aprendizado de máquina que envolve um tipo específico de algoritmos chamados redes neurais artificiais, especialmente aquelas com muitas camadas, daí o “profundo” do nome. Cada uma dessas camadas refina e extrai progressivamente os recursos de dados. Essa configuração permite o manuseio de tarefas complexas aprendendo com grandes quantidades de dados, embora exija tempo e recursos computacionais significativos. A profundidade dessas redes é fundamental, ultrapassando os limites das capacidades e compreensão da máquina.

Na área da saúde, por exemplo, enquanto o aprendizado de máquina tradicional pode categorizar pacientes por diagnósticos explicitamente mencionados nos registros, o aprendizado profundo vai um passo além. Ele pode reconhecer de forma autônoma abreviações ou expressões alternativas para condições, como “DM1” para diabetes tipo 1, sem precisar de instruções explícitas. Essa capacidade de discernir o contexto e as variações nos dados marca um avanço significativo em direção a sistemas mais inteligentes.

A força do aprendizado profundo é particularmente perceptível no processamento de linguagem natural e na resposta aos comandos do usuário. Considere um sistema ativado por voz controlando as luzes da casa. Os modelos tradicionais podem reconhecer apenas comandos específicos (Acenda a luz!), mas um modelo de aprendizado profundo se adapta às variações de linguagem, entendendo

solicitações indiretas de luz, como “Não consigo ver” ou “está escuro aqui”. O aprendizado profundo tem um alinhamento mais próximo com o pensamento humano, oferecendo uma abordagem mais sutil e flexível para a IA.

## 1.12

# Como as redes neurais podem ser usadas na área da saúde?

O que são redes neurais? Quartz formulou a explicação da seguinte forma: algoritmos que são construídos para modelar a maneira como o cérebro processa informações, por meio de teias de equações matemáticas conectadas.

As redes neurais na área da saúde são um divisor de águas, imitando a maneira do cérebro de processar informações para descobrir padrões nos dados. Esse recurso permite que eles executem uma ampla gama de tarefas, desde o reconhecimento de padrões complexos em imagens médicas até a previsão de resultados de pacientes e a personalização de tratamentos.

Por exemplo, as redes neurais convulsionais (CNNs) estão avançando no diagnóstico de doenças a partir de imagens, como **a identificação de tumores em exames de ressonância magnética** ou **a detecção de sinais precoces de retinopatia diabética em imagens oculares**. Sua capacidade de lidar com dados densos os torna ideais para filtrar as grandes quantidades de informações visuais geradas na área da saúde.

As redes neurais recorrentes (RNNs) e sua variante avançada, as redes de memória de longo prazo (LSTMs), estão revolucionando o processamento de linguagem natural na área da saúde.

Eles podem **analisar registros de pacientes, interpretar o contexto de anotações médicas** e até mesmo acompanhar a **progressão da condição de um paciente** ao longo do tempo. O aprendizado profundo, uma forma mais complexa de redes neurais com várias camadas, está sendo usado para resolver alguns dos problemas mais desafiadores da saúde. Por exemplo, **está sendo aplicado para desenvolver estratégias de tratamento para pacientes sépticos, estimar o tamanho dos pólipos a partir da colonoscopia, imagens para rastreamento de câncer de cólon e até mesmo explorar novos genótipos e fenótipos em doenças como hipertensão pulmonar e cardiomiopatia**.



## 1.13

# A IA é um software ou hardware?

IA é inteligência demonstrada por máquinas. Se um algoritmo, programa de computador, software ou seu atuador físico chamado robô demonstra uma forma de inteligência, como pensar, resolver tarefas ou tomar decisões, chamamos de IA. Assim, a IA é principalmente um conceito

de software, mas também precisamos observar que ela não pode existir sem o hardware subjacente.

O desempenho dos modelos de IA é significativamente influenciado pelos componentes de hardware. Quanto mais complexo for o nosso algoritmo, mais demandas computacionais ele terá. É por isso que a computação em nuvem desempenha um papel crucial no avanço e acessibilidade da IA. Embora a maioria de nós não tenha os recursos de hardware que nos permitiriam executar modelos avançados localmente, a infraestrutura em nuvem por trás desses serviços permite que leigos usem essas ferramentas diariamente.

## 1.14

# Como o aprendizado de máquina desempenha um papel no diagnóstico e tratamento médico?

Em 2020, o FDA aprovou um programa de software da empresa Caption Health que permite profissionais médicos para realizar imagens de ultrassom cardíaco sem treinamento especializado. Ele usa IA para fornecer orientação em tempo real e também a capacidade de salvar imagens de qualidade diagnóstica. Ele atua como um "copiloto" para aqueles que realizam um ultrassom - para emular a orientação que um ultrassonografista especialista forneceria para otimizar a imagem. Ele fornece instruções sobre como manipular o transdutor e fornece feedback sobre a qualidade da imagem de diagnóstico. É muito fácil entender o

quanto esse copiloto poderia ajudar em áreas com acesso limitado a ultrassonografistas treinados.

Mas este é apenas um exemplo, enquanto o aprendizado de máquina tem impacto em vários níveis e segmentos da medicina. Vejamos os exemplos:

- Melhorando a precisão do diagnóstico - como o ultrassom apoiado por IA acima.
- Detecção e prevenção precoces - esses modelos se destacam na identificação de padrões sutis e anomalias nos dados do paciente que podem ser negligenciados pelos olhos humanos. Essa capacidade é crucial para o início da detecção de doenças como o câncer, onde a intervenção precoce pode melhorar significativamente o prognóstico.
- Planos de tratamento personalizados - AIA pode filtrar enormes quantidades de dados de estudos, registros eletrônicos de

saúde e informações genéticas para adaptar os planos de tratamento a pacientes individuais, considerando sua composição genética, estilo de vida e resposta a outros tratamentos.

- Análise preditiva para monitoramento de pacientes - algoritmos de aprendizado de máquina podem prever resultados de pacientes, monitorar a progressão da doença e antecipar complicações analisando continuamente dados de dispositivos vestíveis, registros eletrônicos de saúde e outras fontes. Isso apoia intervenções oportunas, especialmente para condições crônicas.
- Simplificando o fluxo de trabalho e reduzindo custos - automatizando tarefas rotineiras, como entrada de dados e análise de imagem, o aprendizado de máquina permite que os profissionais de saúde se concentrem em atividades centradas no paciente. Isso tem uma vantagem adicional: reduz a carga de tarefas mundanas que contribuem fortemente para o esgotamento.



# 02 A NOVA ERA DA IA GENERATIVA

## 2.1

### O que é IA generativa?

IA generativa refere-se a uma categoria de algoritmos de IA que procuram padrões e estruturas nos dados de amostra e criam novos. Por exemplo, ele pode simular discussões e aprender a descobrir como nós, pessoas, ficaríamos satisfeitos com os resultados. E faz isso bilhões de vezes por dia. Portanto, melhora a um ritmo inacreditável.

Esse tipo de IA pode ser usado para uma ampla variedade de tarefas, como criar ilustrações, escrever texto, compor música ou gerar novas ideias.

## 2.2

### Como a IA generativa é comparada à IA “tradicional”?

Resumidamente: a IA tradicional interpreta e aprende com os dados existentes para fazer previsões ou automatizar tarefas, enquanto a IA generativa cria novos dados ou variações de dados com base em padrões aprendidos.

Enquanto os aplicativos tradicionais de IA na área da saúde são mais sobre análise, previsão e suporte à decisão, a IA generativa trata da criação de novos dados, aprimorando a criatividade no design de medicamentos e superando problemas de privacidade de dados.

## 2.3

### O que tornou a IA generativa tão popular agora?

Resumindo: fácil acesso público com interfaces amigáveis. O hype começou com o **texto para imagem gerador Midjourney**, mas a **verdadeira explosão** aconteceu em novembro de 2022, quando a OpenAI lançou publicamente **seu grande modelo de linguagem (LLM), ChatGPT**.

Atingiu a marca de ter mais de 100 milhões de usuários em apenas 2 meses. Em comparação, atingir o mesmo marco levou o TikTok e o Instagram 9 meses e mais de 2 anos, respectivamente. Em março de 2023, a OpenAI já lançou uma nova iteração chamada GPT-4 que foi considerada 100 vezes melhor que a versão anterior. Os LLMs viram avanços rápidos e aplicações práticas em vários setores, desde marketing e tecnologia da informação até publicação e, é claro, saúde.

## 2.4

### Como a IA generativa “gera” novos conteúdos?

A IA generativa gera novos conteúdos ao compreender e imitar os padrões encontrados em seu- massivo - dados de

treinamento. Ao contrário de copiar e colar, ele usa os padrões que aprendeu para criar novas saídas semelhantes, mas ainda distintas dos dados de treinamento originais. O modelo gera conteúdo prevendo a probabilidade da próxima palavra, pixel ou elemento de código com base no que é dito.

Eles descobrem as 'regras' subjacentes do conteúdo. Em seguida, eles usam esse conhecimento para criar novas peças que se encaixam no estilo do material original, de fotos realistas a melodias cativantes, código que funciona ou até mesmo um - mais ou menos - soneto parecido com Shakespeare!

## Um soneto "semelhante a Shakespeare" sobre como a IA melhora o tratamento do diabetes do ChatGPT, Gemini e Perplexity

### ChatGPT

In realms where science and soft magic meet,  
Where algorithms dance and data weave,  
A future bright, with promise bittersweet,  
For those whom silent, shadowed ailments grieve.

Behold, the AI, with its learning deep,  
Transforms the care of diabetes' hold.  
Through nights when worry robs the mind of sleep,  
It offers insights, brave and clear and bold.

No longer do the sufferers walk alone,  
For AI companions understand their plight.  
Predicting glucose peaks, unseen, unknown,  
And guiding them through every day and night.

So here's to progress, in its silent cheer,  
A sonnet to the AI, drawing near.

✦ In realms of health, a new dawn doth arise,  
Where minds of code transcend the mortal bound,  
Generative AI, with wisdom wise,  
Seeks sweet relief for wounds that do confound.

The scourge of diabetes, ancient foe,  
That sugars high and lows doth bring so keen,  
Shall find its match in algorithms that flow,  
And patterns glean from data yet unseen.

A tailored plan for each afflicted soul,  
With meals and measures tracked by watchful eye,  
And insulin, adjusted to its role,  
Shall keep the blood in gentle harmony.

Though sonnets sing of love with ardent heart,  
This AI's love is science, pure and smart.

### Answer

Upon the canvas of life's grand stage, where shadows dance with light and age,  
A wondrous art doth rise from ether's breath, to aid those bound by Diabetes' girth.  
Generous in spirit, Artificial Intelligence soars high above our mortal sight,  
Guiding hands that once were blinded, now illumined through its radiant might.

In realms unseen before this hour, it weaves an intricate tapestry divine;  
An algorithmic embrace embraces data points like petals on a vine.  
With each beat of time, wisdom grows within these silicon veins entwined,  
To better serve humanity's needs – for healthier lives left far behind.

No longer shall insulin be miscalculated nor glucose levels errant stray,  
For Generative AI brings forth precision as if dawning upon every day.  
Its voice echoes softly yet resolute amidst chaos borne of human strife,  
Bringing order to disorderly blood sugars, granting peace unto one's lifelong plight.

Thus let us hail this noble knight who comes not bearing sword or shield but code,  
And celebrate his virtues which transcend all boundaries known both near and wide abroad.

As he transforms healthcare into something more than just mere words alone can say,  
Let future generations sing praises loud and clear throughout eternity's long fray.

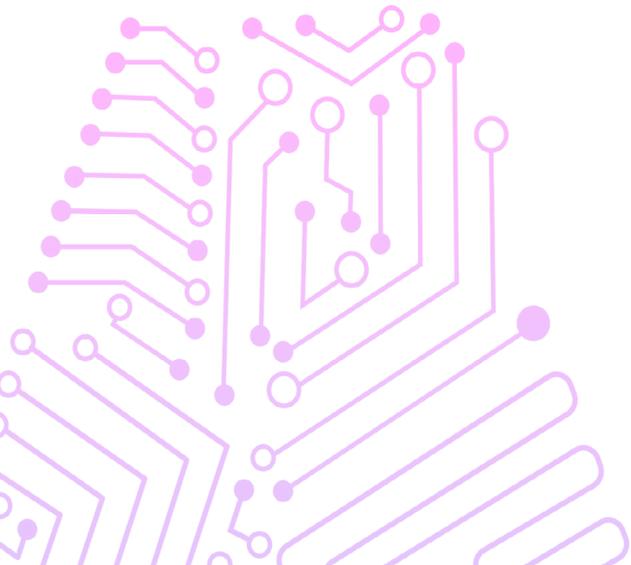
So here I stand enraptured at thy feet, O marvel born out of humankind's desire,  
Your presence kindles hope eternal—a flame set ablaze by love's own fire!

## 2.5

# Quais são alguns exemplos práticos de IA generativa?

A gama de empresas de saúde que incorporam o GPT-4 em seus serviços é bastante diversificada. Além de players proeminentes como Ada Health, Microsoft e Doximity, várias empresas menores de saúde digital também aproveitaram a tecnologia.

Os primeiros exemplos clínicos provenientes da saúde decorrem da gestão e coaching em saúde. Isso não é surpreendente, dados os recursos avançados de conversação desses modelos. Outro caso de uso popular é simplificar a administração médica e empregar grandes modelos de linguagem, como escribas médicos. No entanto, como mostra nosso infográfico, os benefícios potenciais do uso de IA generativa na área da saúde são muito variados.



### For medical professionals

clinical documentation		radiology interpretation	
creating discharge summaries		suggesting treatment options	
generating clinical notes		designing treatment plans	
insurance pre-authorization		diagnostic assistance	
summarizing research papers		medical triage	

### For patients

analyzing laboratory results		symptom assessment	
disease descriptions		analyzing wearables' data	
interpreting physician notes		mental health chatbot	
personalized health recommendations		medication adherence	
health risk prediction		rehabilitation guidance	

## 2.6

# Quais são os riscos e limitações potenciais do uso de IA generativa em ambientes médicos?

Grandes modelos de linguagem apresentam desafios regulatórios únicos, principalmente porque esses modelos foram lançados globalmente sem iterações específicas de cada país, necessitando de uma abordagem regulatória uniforme. Também não está claro como os LLMs serão classificados do ponto de vista regulatório, potencialmente exigindo uma nova categoria para abordar suas características únicas. A rápida evolução desses modelos apresenta uma questão adicional: os regulamentos projetados para as capacidades atuais podem rapidamente se tornar desatualizados à medida que os LLMs se desenvolvem com velocidade estelar, ganhando novos recursos ao longo do caminho, assim como vimos o ChatGPT se tornar capaz de analisar imagens, códigos ou arquivos do Excel em apenas alguns meses. E há mais uma coisa: os órgãos reguladores também enfrentam a questão de como abordar os LLMs integrados em dispositivos médicos já aprovados.

As propostas de regulamentação dos LLMs, embora não exclusivamente dos setores de saúde, sugerem focar em aplicações de alto risco e não nos próprios modelos, enfatizando a necessidade de transparência, gerenciamento de riscos, não discriminação e moderação de conteúdo. No entanto, os procedimentos de auditoria existentes são considerados insuficientes para enfrentar os desafios de

governança, destacando a necessidade de métodos novos e eficazes. O caminho certamente não é claro, até mesmo os magnatas da tecnologia do Vale do Silício têm opiniões variadas sobre como proceder, e alguns estavam até defendendo a pausa no desenvolvimento da IA. O pensamento intenso não parou, e a Casa Branca também está analisando se uma abordagem “opensource” ou “fechada” é preferível com os modelos de IA mais poderosos.

Você pode ler mais sobre isso neste artigo, na seção: Os desafios do regulador dos LLMs.

## 2.7

# A IA generativa pode ser usada para personalizar o atendimento ao paciente e, em caso afirmativo, como?

Absolutamente! A IA generativa, particularmente os grandes modelos de linguagem, tem um tremendo potencial para personalizar as soluções de saúde. Eles podem adaptar a educação do paciente, fornecendo informações especificamente relevantes para a condição, estilo de vida e preferências de tratamento de um indivíduo. Mas também ao idioma que falam, seu nível de educação e/ou conhecimento e preferências de aprendizagem. Essa abordagem garante que os pacientes recebam informações compreensíveis e

relevantes sobre as quais possam agir. Os LLMs também podem melhorar a comunicação com o paciente, oferecendo disponibilidade 24 horas por dia, 7 dias por semana, para responder a perguntas, agendar consultas, fornecer suporte, traduzir jargões médicos para a linguagem humana ou traduzir entre idiomas, se necessário.

Talvez o mais significativo seja que a IA generativa pode ajudar os profissionais de saúde a projetar planos de tratamento personalizados. Ao analisar grandes quantidades de dados do paciente, incluindo histórico médico, informações genéticas e fatores de estilo de vida, os LLMs podem sugerir opções de tratamento, prever resultados potenciais e auxiliar nos ajustes de dosagem de medicamentos – tudo adaptado às necessidades exclusivas de cada paciente.

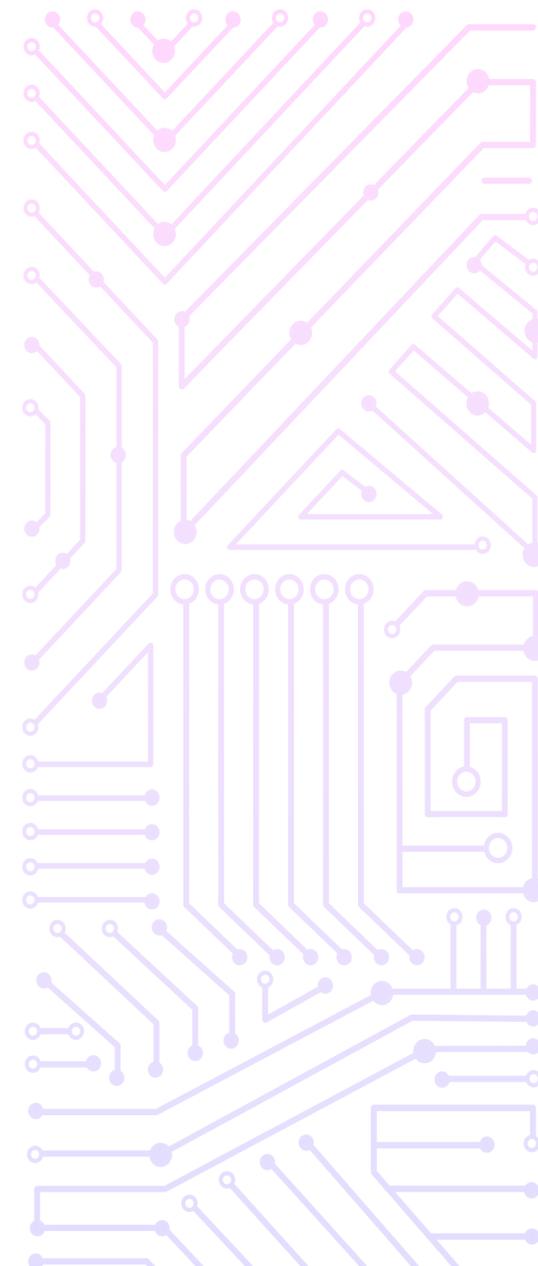
## 2.8

# Como a IA generativa impacta a relação médico-paciente?

Existem várias maneiras pelas quais a IA generativa pode impactar a relação médico-paciente, tanto positiva quanto negativamente. Os impactos positivos podem incluir intervenções mais precoces e direcionadas por IA generativa que analisa grandes quantidades de dados médicos; adaptar os tratamentos às características individuais de cada paciente; automatizando tarefas administrativas e análises de rotina, liberando assim o tempo dos médicos, e também pode fornecer aos pacientes conteúdo educacional personalizado sobre suas condições.

Os impactos negativos podem incluir a despersonalização do atendimento (o que significa uma dependência excessiva da IA, onde os pacientes sentem que estão sendo tratados por uma máquina e não por um humano). Como a IA é tão

boa quanto os dados com os quais a alimentamos, as preocupações com a privacidade e a segurança dos dados são válidas. Além disso, os benefícios da IA generativa na área da saúde podem não ser distribuídos uniformemente, potencialmente ampliando a lacuna nos resultados de saúde entre diferentes populações.



# 03

O CAMPO EMPOLGANTE  
DOS MODELOS DE  
LINGUAGEM GRANDE:

A REVOLUÇÃO  
DO CHATGPT

3.1

## O que é ChatGPT e GPT-4?

O ChatGPT é um chatbot poderoso alimentado por um modelo de linguagem avançado chamado GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer 3). Ele pode se envolver em conversas surpreendentemente humanas, responder suas perguntas de forma informativa e até gerar formatos de texto criativos, como poemas ou roteiros. O ChatGPT está constantemente aprendendo e melhorando, com cada nova iteração oferecendo novas capacidades.

O GPT-4 é a versão mais nova e avançada da família de modelos de linguagem GPT. Ele pode processar diferentes tipos de entrada, como imagens, voz e texto, levando a respostas mais precisas e nuances. Sua capacidade de entender o contexto e gerar textos mais longos e coerentes o torna ainda mais adequado para tarefas como escrita criativa, tradução e resolução de problemas complexos.

3.2

## O que são modelos de linguagem grande (LLMs)?

Modelos de linguagem grande são um tipo de inteligência artificial que pode “entender” e gerar textos semelhantes aos humanos. Eles são treinados com grandes quantidades de dados, a partir dos quais aprendem os padrões e relacionamentos dentro da linguagem, permitindo que gerem textos, traduzam entre idiomas, escrevam diferentes tipos de conteúdo criativo e respondam suas perguntas de forma informativa. Podemos pensar neles como máquinas de

autocompletar brilhantes que dominaram as nuances da linguagem.

A maioria dos LLMs funciona usando uma arquitetura de rede neural chamada transformer. Essa arquitetura os ajuda a focar nas partes mais relevantes da entrada, tornando-os hábeis em entender o contexto e gerar respostas que são tanto coerentes quanto relevantes. Exemplos de LLMs incluem modelos como GPT-3, GPT-3.5 e GPT-4 (usado no ChatGPT), o LaMDA da Google, Bard ou PaLM, e modelos como Llama ou Claude.

3.3

## Que tipos de conteúdo os LLMs podem lidar?

Os LLMs mais avançados são versáteis no tipo de conteúdo que podem lidar. Claro, eles são bons com texto e podem gerar diferentes estilos de escrita, traduzir idiomas e resumir informações complexas. Alguns modelos demonstram compreensão básica de código, sugerindo potencial para assistência no desenvolvimento de software.

Os modelos mais avançados, como o GPT-4 (disponível apenas por assinatura), podem processar imagens de duas maneiras: entendendo informações visuais e sendo capazes de responder perguntas sobre elas, mas também gerando imagens — e, de acordo com relatos de notícias, vídeos.

Além disso, as extensões mais recentes dos LLMs permitem que eles processem entradas de voz ou gerem saídas de som, tornando a interação ainda mais rica e possivelmente mais rápida, eliminando a necessidade de digitação.

You



These are the vegetables I have at home. Please give me recipe tips

ChatGPT

Here are some specific recipes you can try with the vegetables you have:

- Cabbage Stir-Fry with Carrots and Peppers:** A flavorful dish that combines cabbage, carrots, and capsicum stir-fried with spices like cumin and can be served with rice, quinoa, or noodles [1].
- Eggplant Casserole with Cabbage and Pepper:** This is a hearty dish that includes eggplant, cabbage, and bell peppers. There are variations available including adding tomato, coconut, and different types of cheese to enhance the flavor [2].
- Cabbage Stir Fry:** A simple and quick recipe involving stir-fried cabbage and carrots, flavored with ginger, garlic, and soy sauce. It can also include noodles and is served topped with green onions and red pepper flakes [3].
- Cabbage Carrot Pepper Salad:** A fresh and crunchy salad made with shredded cabbage, carrots, and bell pepper, dressed with a simple mix of oil, vinegar, sugar, and salt, and left to chill for the flavors to meld [4].
- Stir-Fried Quinoa with Eggplant and Cabbage:** A dish that includes a base of quinoa and broth, with stir-fried eggplant and cabbage, flavored with soy sauce, sesame oil, and cilantro. The eggplant can be roasted in the oven for less oil absorption [5].

These recipes should give you a diverse range of flavors and textures to work with and make the most of the vegetables you have. Enjoy cooking!



Observe que cobrir cada vez mais sentidos humanos é um passo necessário em direção a uma inteligência geral compatível com humanos.

### 3.4

## Os LLMs podem lidar com perguntas médicas e de saúde?

Embora esses modelos de linguagem grande “gerais” não tenham sido desenvolvidos (e aprovados) para dar conselhos médicos, eles ainda podem ser bastante úteis para coletar informações gerais ou para entender o que você tem, como resultados de exames. Claro, você deve ter em mente que mesmo os melhores desses modelos às vezes “alucina”, então você precisa verificar tudo e, idealmente, consultar seu médico antes de agir com base nas informações da IA.

Durante o último ano ou mais, escrevemos extensivamente sobre esse tópico, então você pode encontrar muitos casos de uso — e, à medida que o tempo passa, evoluindo rapidamente — em artigos anteriores sobre o primeiro modelo, o GPT-4 avançado, e também sobre como utilizar a IA no seu gerenciamento de saúde agora mesmo.

### 3.5

## Você pode confiar em um LLM com perguntas médicas de saúde?

Você pode usá-los, mas não pode confiar totalmente neles. Eles às vezes podem “alucinar” resultados, o que se refere à geração de saídas que não são fundamentadas nos dados de entrada ou em informações factuais. Essa desinformação pode estar relacionada a um diagnóstico, tratamento ou teste recomendado. Para os não iniciados, essas saídas são transmitidas com um alto nível de confiança e poderiam facilmente ser aceitas como verdade pelo solicitante — o que tem o potencial de ser perigoso.



Hallucination rates of LLMs as of January 30 2024

### 3.6

## Quais são as diferenças entre respostas precisas e alucinadas em vários LLMs?

A precisão das respostas geradas por modelos de linguagem grande (LLMs) pode variar significativamente, e é importante entender a diferença entre respostas precisas e “alucinadas”. As alucinações ocorrem quando o modelo gera informações que não estão fundamentadas nos dados de entrada ou em fatos reais. Isso pode acontecer porque o modelo tenta prever a próxima palavra ou frase com base em padrões aprendidos, mas sem uma compreensão real do contexto ou da veracidade das informações.

Por exemplo, um LLM pode fornecer uma resposta confiável sobre um tratamento médico que, na verdade, não existe ou é baseado em dados desatualizados. Isso pode ser particularmente perigoso em contextos médicos, onde a precisão é crucial.

Para mitigar esse risco, é essencial que os usuários verifiquem as informações fornecidas por LLMs com fontes

### 3.7

## Como os LLMs podem ser usados para melhorar a comunicação entre médicos e pacientes?

Os LLMs têm um grande potencial para melhorar a comunicação entre médicos e pacientes, especialmente em termos de clareza e acessibilidade. Eles podem ser usados para traduzir jargões médicos complexos em linguagem simples e compreensível, ajudando os pacientes a entender melhor suas condições e tratamentos.

Além disso, os LLMs podem ser usados para gerar resumos personalizados de consultas médicas, destacando os pontos-chave discutidos durante a consulta. Isso pode ajudar os pacientes a se lembrarem das informações importantes e a seguir as recomendações médicas de forma mais eficaz.

Outra aplicação é a criação de materiais educativos personalizados, como folhetos ou guias, que são adaptados às necessidades e ao nível de compreensão de cada paciente. Isso pode melhorar a adesão ao tratamento e o engajamento do paciente com seu próprio cuidado.

### 3.8

## Quais são os desafios éticos do uso de LLMs na área da saúde?

O uso de LLMs na área da saúde traz uma série de desafios éticos que precisam ser cuidadosamente considerados. Um dos principais desafios é a transparência: como os modelos chegam às suas conclusões e quais dados são usados para treiná-los? Isso é particularmente importante em contextos médicos, onde a precisão e a confiabilidade são críticas.

Outro desafio é a privacidade dos dados. Os LLMs são treinados com grandes quantidades de dados, que podem incluir informações sensíveis dos pacientes. É essencial garantir que esses dados sejam anonimizados e protegidos para evitar violações de privacidade.

Além disso, há o risco de viés nos modelos. Se os dados de treinamento forem tendenciosos, os LLMs podem perpetuar ou até ampliar essas tendências, levando a recomendações ou diagnósticos injustos ou imprecisos.

Por fim, há a questão da responsabilidade. Se um LLM fornecer uma recomendação errada que leve a um resultado negativo, quem é responsável? O desenvolvedor do modelo, o profissional de saúde que o usou ou a instituição de saúde? Essas questões precisam ser claramente definidas para garantir a segurança e a confiança no uso de LLMs na área da saúde.

### 3.9

# O que os M-LLMs (Modelos Multimodais de Linguagem de Grande Escala) podem trazer para a prestação de cuidados de saúde?

Se analisarmos o potencial futuro da saúde pelos tipos de entrada de dados, logo descobriremos que os M-LLMs apresentam oportunidades quase infinitas em todas as facetas da medicina. Aqui listaremos apenas alguns exemplos, mas, se quiser se aprofundar, confira este estudo e leia mais sobre o assunto.

#### Exemplos de benefícios da análise de imagens:

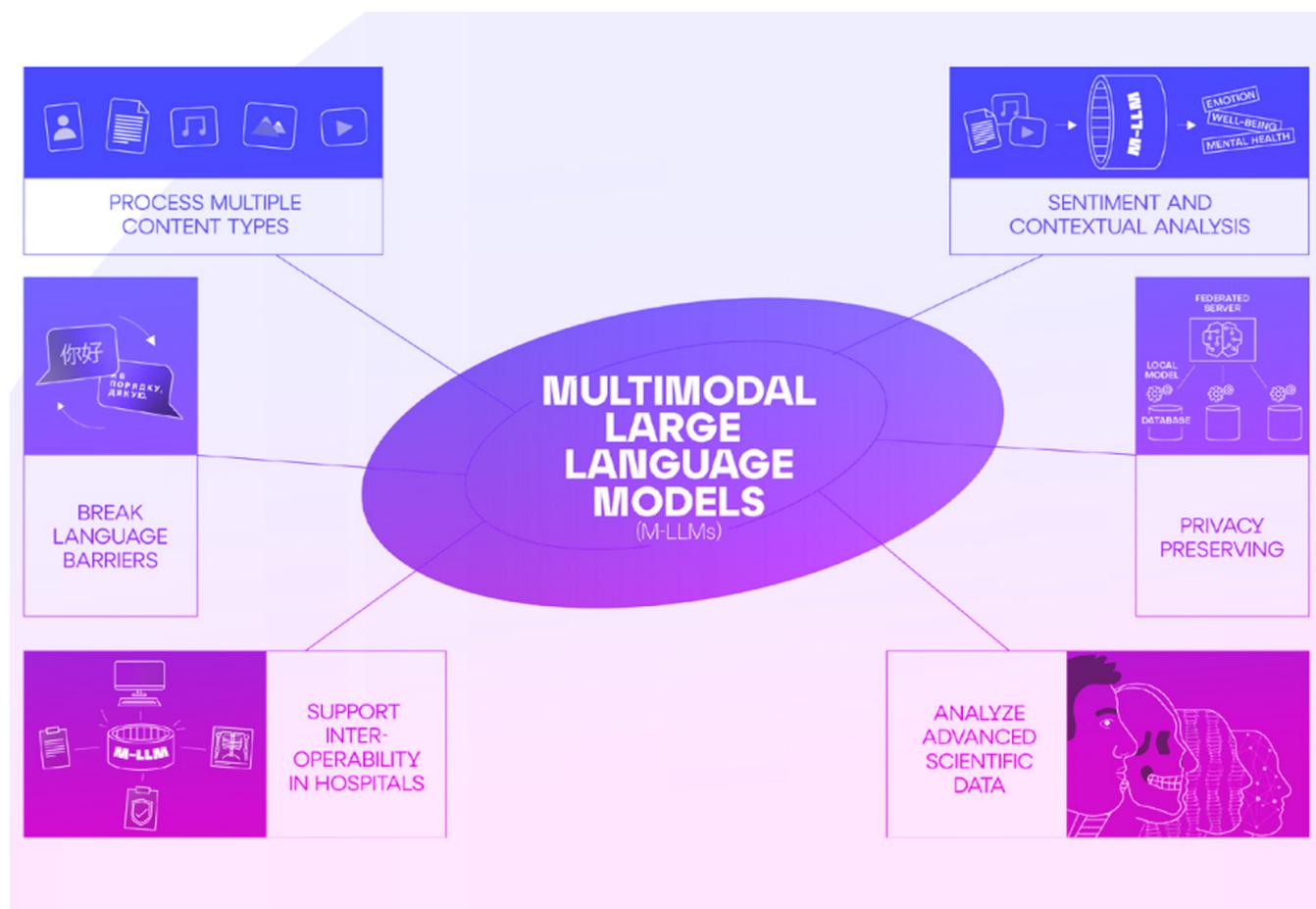
- A IA pode ler notas manuscritas e prescrições médicas,
- Avaliar imagens radiológicas,
- Analisar fotos de lesões de pele,
- Identificar doenças com base em lâminas de patologia de amostras de tecido,
- Ou detectar retinopatia ao analisar imagens da retina.

#### Exemplos de benefícios da análise de som:

- Buscar biomarcadores vocais,
- Realizar análise de tosse,
- Analisar sons cardíacos e pulmonares para detectar anormalidades,
- Diagnosticar distúrbios do sono, como apneia do sono,
- Traduzir linguagem falada para linguagem de sinais.

#### Exemplos de benefícios da análise de vídeo:

- Monitorar o progresso de um paciente em fisioterapia ou reabilitação;
- Auxiliar em procedimentos cirúrgicos, fornecendo insights em tempo real;
- Detectar condições neurológicas, como doença de Parkinson ou epilepsia, ao reconhecer padrões e sintomas como tremores, convulsões ou mudanças na marcha;
- Traduzir com precisão a linguagem de sinais para texto ou fala em tempo real.



# 04

## O IMPACTO DA AUTOMAÇÃO NA SAÚDE

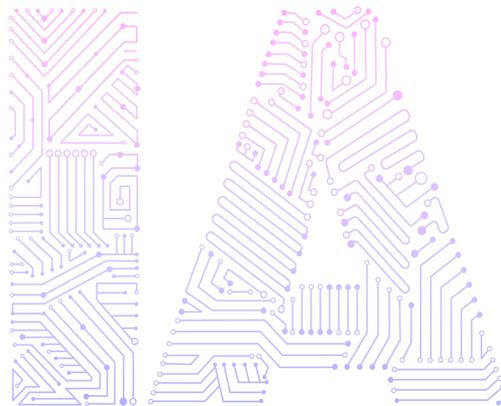


### 4.1

Quais são as tarefas que a automação poderia impactar mais na área da saúde?

Como regra geral, os melhores candidatos para a automação são processos que são baseados em dados e repetitivos. Em um hospital, isso incluirá primeiro tarefas como:

- **Agendamento e gerenciamento de consultas:** você não precisa de humanos para preencher horários regulares de 30 minutos com pacientes; essa é uma tarefa que pode ser facilmente gerenciada por um sistema automatizado e pelos próprios pacientes.
- **Faturamento e processamento de reclamações:** automatizar esse processo monótono e propenso a erros reduz a papelada, acelera o reembolso e libera a equipe para tarefas focadas no paciente.
- **Processamento de imagens:** algoritmos bem treinados são muitas ordens de magnitude mais rápidos do que até mesmo os melhores especialistas humanos.



### 4.2

Qual é o estado atual da adoção de IA na área da saúde?

O hype em torno da IA na saúde é extraordinário. Toda empresa quer envolver a IA em sua narrativa para fazer seu produto parecer melhor aos olhos dos investidores. Regulações rigorosas são cruciais para manter o uso dessas tecnologias seguro e eficiente. O estado atual da adoção varia de país para país, mas, se tomarmos o exemplo dos Estados Unidos, cuja agência reguladora pode ser a mais visionária do mundo, ainda poderíamos concluir que centenas de dispositivos médicos e softwares baseados em IA estão no mercado, portanto, há uma boa chance de que radiologistas ou oncologistas já tenham trabalhado com essas soluções.

No entanto, não há uma maneira sistêmica de preparar ou recapacitar a força de trabalho da área da saúde para o uso diário da IA. Até lá, a adoção será esporádica, com certas especialidades médicas e áreas geográficas se destacando.

### 4.3

Onde a IA já está presente na área da saúde?

Um exemplo convincente da aplicação da IA na área da saúde é o desenvolvimento e a implantação de algoritmos de aprendizado de máquina para a detecção precoce de câncer. Por exemplo, o Google Health desenvolveu um modelo de IA que pode analisar imagens de mamografias com um nível de precisão comparável e, às vezes, superior ao de radiologistas humanos. Esse modelo usa aprendizado profundo para identificar sinais de câncer de mama a partir de exames de mamografia, potencialmente detectando a doença mais cedo do que os métodos tradicionais e reduzindo falsos positivos e negativos. Essas ferramentas impulsionadas pela IA não apenas agilizam o processo diagnóstico, mas também garantem diagnósticos mais rápidos e precisos, permitindo intervenções mais precoces e melhorando significativamente os resultados dos pacientes.

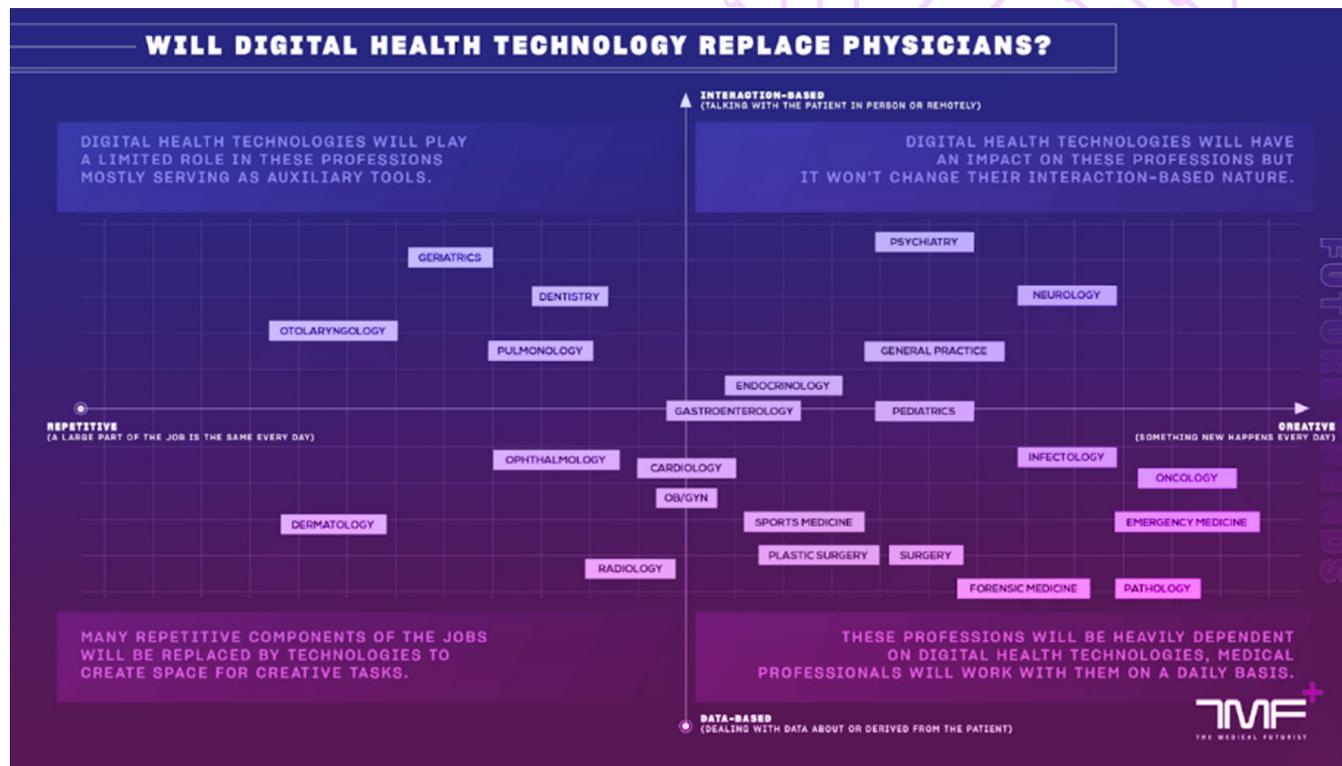
Você encontrará provavelmente a maioria dos exemplos em radiologia, oncologia e cardiologia, e as tarefas envolvidas serão administração e faturamento.

#### 4.4

## Quais são as “frutas ao alcance da mão” da automação na área da saúde?

As ferramentas de automação visam auxiliar e aumentar o trabalho dos profissionais de saúde, não substituí-los — pelo menos por enquanto. O diagnóstico final e as decisões de tratamento sempre recaem sobre a expertise do médico, mas algumas especialidades médicas dependerão mais de algoritmos do que outras.

Em geral, tarefas que exigem a coleta, análise e interpretação de informações, como diagnósticos em geral ou radiologia/patologia em particular, serão aceleradas pelo uso de tecnologias, liberando tempo para outras tarefas menos baseadas em dados. Radiologia, dermatologia e cardiologia estarão entre as primeiras especialidades a se beneficiar da inteligência artificial, já que já vemos inúmeros algoritmos nessas áreas.



## 4.5

# Como a IA pode ajudar com a escassez de médicos?

A IA tem o potencial de aliviar a pressão causada pela escassez de médicos de várias maneiras. Primeiro, como mencionamos acima, ela pode agilizar tarefas administrativas, como agendamento de consultas, faturamento e gerenciamento de registros de pacientes, liberando tempo valioso para que os médicos se concentrem no cuidado ao paciente.

Segundo, ferramentas alimentadas por IA podem auxiliar na análise de imagens, suporte ao diagnóstico e até mesmo em recomendações de tratamento — aumentando os processos de tomada de decisão dos médicos. Essa integração da IA não visa substituir os médicos, mas sim apoiá-los no fornecimento de cuidados mais eficientes e precisos, especialmente em áreas onde há escassez de especialistas.

## 4.6

# Quais poderiam ser os benefícios potenciais da automação na área da saúde?

Os benefícios vão além da eficiência, embora seja um fator importante. Automatizar tarefas rotineiras, como o gerenciamento de registros de pacientes, o agendamento de consultas e até mesmo alguns processos de diagnóstico, permite que médicos, enfermeiros e equipe administrativa se concentrem mais no cuidado direto ao paciente e na interação. Idealmente, isso acelera a prestação de cuidados e reduz o potencial de erro humano, levando a uma maior qualidade geral do cuidado.

Além disso, a automação ajuda a compartilhar responsabilidades em todo o sistema de saúde. Tarefas que tradicionalmente eram gargalos devido às limitações da capacidade humana agora podem ser distribuídas e gerenciadas de forma mais eficaz. Por exemplo, sistemas automatizados podem monitorar os sinais vitais dos pacientes em tempo real, alertando a equipe somente quando anomalias são detectadas, direcionando a atenção para onde é mais necessária.

Adicionalmente, a mudança de tarefas mundanas libera uma reserva de energia criativa entre os provedores de saúde. Com mais capacidade para o pensamento inovador, os profissionais médicos podem desbravar novas metodologias de tratamento, contribuir para pesquisas e elaborar planos de cuidados abrangentes que atendam às necessidades únicas de cada paciente. De muitas maneiras, a automação pode permitir que os trabalhadores da saúde prestem mais atenção dedicada aos pacientes.

## 4.7

# O que significa reduzir a fadiga de alarmes com IA em um hospital?

Hospitais estão cheios de dispositivos médicos que monitoram constantemente os pacientes, gerando alerta para tudo, desde ritmos cardíacos anormais até níveis baixos de oxigênio. Embora cruciais, esse fluxo constante de alarmes pode sobrecarregar enfermeiros e médicos, levando a um fenômeno chamado “fadiga de alarmes”. Isso significa que os cuidadores podem se tornar insensíveis aos alarmes, potencialmente perdendo ou atrasando sua resposta a situações críticas.

A IA entra como um divisor de águas ao analisar e priorizar inteligentemente os sinais de alarme com base em sua urgência e na condição do paciente. Ao filtrar o ruído para destacar os alarmes que exigem atenção imediata, a IA garante que os profissionais de saúde possam responder de forma mais rápida e eficaz a situações críticas. A inteligência ambiental, outro conceito relacionado, pode ser usada para desativar alertas não essenciais em ambientes de emergência. Essa abordagem direcionada não apenas reduz a carga cognitiva da equipe, como cria um ambiente de cuidado mais calmo e focado. Ao aprender continuamente com grandes quantidades de dados do paciente e identificar mudanças sutis na condição de um paciente, os sistemas de IA podem potencialmente alertar o pessoal médico para intervir preventivamente, muitas vezes evitando emergências.

## 4.8

# Como a IA pode contribuir para os ensaios clínicos?

A IA está remodelando os ensaios clínicos, e um dos aspectos mais emocionantes é o potencial dos ensaios *in silico*. Esses ensaios usam simulações computadorizadas para modelar a biologia humana e a progressão de doenças, permitindo que os pesquisadores realizem experimentos virtuais em representações digitais do corpo humano. Ao criar pacientes e ambientes virtuais, os pesquisadores podem conduzir experimentos que seriam caros, demorados ou até mesmo eticamente desafiadores no mundo real.

Mas os conceitos impressionantes não param por aí: também temos pacientes artificiais e conjuntos de dados sintéticos para auxiliar futuros ensaios clínicos. Pacientes artificiais podem se tornar ferramentas essenciais para estimar a eficiência e os possíveis efeitos colaterais de moléculas de medicamentos promissores ou otimizar o uso das já existentes. Eles poderiam ser usados para modelar a taxa de sucesso de futuros dispositivos médicos ou métodos de tratamento e até substituir o grupo de controle com placebo em ensaios clínicos.

## 4.9

# Como a IA pode encontrar associações incomuns em pesquisas clínicas?

Cientistas do MIT publicaram um artigo fascinante: eles provaram que algoritmos de aprendizado profundo podem prever com precisão a raça autoinformada de pacientes apenas a partir de imagens médicas. Usando dados de imagens, o modelo de aprendizado profundo identificou raças como Branca, Negra ou Asiática — mesmo que as imagens em si não contivessem nenhuma menção explícita à raça do paciente. Isso é algo que até os médicos mais experientes não conseguem fazer, e não está claro como o modelo conseguiu realizar essa tarefa. Os pesquisadores se esforçaram ao máximo para tentar descobrir como o algoritmo fez isso, estudando um grande número de variáveis (desde a densidade óssea até a resolução da imagem, diferenças anatômicas e densidade mamária), mas não conseguiram chegar mais perto do misterioso COMO? Eles até ajustaram as imagens de várias maneiras, neutralizando diferenças de cor para diferentes estruturas ósseas e as filtraram a ponto

de se tornarem inúteis como imagens médicas — e ainda assim, o modelo conseguiu manter um desempenho muito alto.

Esse é um exemplo de uma IA encontrando uma associação incomum — fazendo descobertas médicas curiosas, detectando coisas que, até onde sabemos, não deveriam ser detectáveis a partir dos dados de entrada. Nesses casos, o trabalho de detetive médico tem um novo objetivo: entender como a IA chegou a uma conclusão que nós, humanos, ignoramos por décadas. Desde prever riscos cardiovasculares apenas ao observar o olho, passando por identificar o risco de Alzheimer anos antes do diagnóstico, até avaliar a probabilidade de um paciente ser internado no hospital, a inteligência artificial continua a nos surpreender. Neste artigo, listamos várias descobertas impressionantes da IA.

## 4.10

# Quais são os existentes exemplos de IA que seriam relativamente fáceis de implantar em um hospital?

A IA oferece várias soluções que podem ser relativamente fáceis de implementar em um ambiente hospitalar. Os sistemas de Registros Eletrônicos de Saúde (EMR) aprimorados com IA são exemplos primordiais. Esses sistemas podem organizar automaticamente os dados dos pacientes, prever riscos com base em dados históricos e sinalizar anomalias para revisão adicional. Ao aproveitar o processamento de linguagem natural, a IA pode interpretar dados não estruturados, como anotações médicas, facilitando a extração de insights valiosos sem a necessidade de entrada manual de dados. Isso não somente economiza tempo, mas também garante um monitoramento mais preciso dos pacientes e um planejamento de cuidados personalizados.

Outra aplicação de IA prontamente implementável em hospitais envolve a radiologia. Algoritmos de IA se destacam na análise de dados de imagens, detectando anormalidades que podem ser muito sutis para o olho humano. Ao integrar a IA nos departamentos de radiologia, os hospitais podem lidar com um volume maior de dados de imagem de forma mais eficiente, levando a diagnósticos e tratamentos mais rápidos para os pacientes.

## 4.11

# A IA aumentará ou diminuirá os custos da saúde?

À medida que a IA encontra seu caminho nos ambientes clínicos do dia a dia, uma questão crítica surge: quem pagará pela implantação (e uso e manutenção) desses sistemas? E essa não é uma pergunta de ficção científica, mas algo que enfrentamos hoje. Discutimos esse assunto em profundidade neste artigo.

As implicações financeiras da IA na saúde continuam evoluindo, e não está claro como elas remodelarão os custos gerais. Em países com sistemas de saúde baseados em seguros privados, o fator-chave é a cobertura do seguro: os planos se adaptarão para cobrir serviços aprimorados por

IA, e como isso afetará os prêmios e os gastos do bolso? Em países com medicina socializada, a questão é se há fundos suficientes para implantar tecnologias de IA em primeiro lugar.

Este artigo discutiu como a autora foi questionada se gostaria de pagar US\$ 40 a mais por uma análise adicional de IA em uma mamografia. No caso dela, uma clínica de radiologia em Manhattan ofereceu uma análise, não coberta pelo seguro. Esse cenário foi repetido em uma clínica nos subúrbios de Baltimore, onde os pacientes receberam uma oferta semelhante de mamografia assistida por IA por uma taxa de US\$ 40. Esses casos marcam as primeiras aplicações reais da IA no cuidado ao paciente, mas também introduzem novos fatores na equação da saúde.

#### 4.12

## Como a IA pode melhorar os resultados dos pacientes e a eficiência dos cuidados de saúde?

Os resultados dos pacientes e a eficiência dos cuidados de saúde vão de mãos dadas. Como muitos dados estão envolvidos no gerenciamento de ambos, o papel da IA é inevitável na melhoria de cada um. Por exemplo, ao analisar vastos conjuntos de dados, a IA pode identificar padrões que permitam o diagnóstico precoce e personalizar tratamentos para pacientes individuais, melhorando significativamente as taxas de recuperação e reduzindo a probabilidade de complicações.

Além disso, no gerenciamento de condições crônicas, ferramentas podem prever e prevenir surtos, melhorando a qualidade de vida dos pacientes, diminuindo a necessidade para intervenções de emergência. Além disso, a IA agiliza as operações de saúde, automatizando tarefas administrativas, permitindo que médicos profissionais se concentrem mais no atendimento ao paciente. Isto não só acelera processos como a triagem de pacientes e agendamento, mas também reduz o erro humano na manutenção de registros e gerenciamento de prescrições.

Em essência, a IA atua como um catalisador para uma economia mais eficiente, cuidados de saúde eficazes e centrados no paciente, marcando um passo significativo em direção a um futuro onde os recursos de saúde são otimizados, e o atendimento ao paciente é significativamente melhorado.

#### 4.13

## Como a IA está sendo usada para otimizar os processos de correspondência de transplantes de órgãos?

O uso da IA para melhorar a correspondência de órgãos pode levar a mais vidas salvas e a uma melhoria geral na eficiência dos programas de transplante. Um estudo da Mayo Clinic mostrou que um sistema de pontuação baseado em IA poderia analisar biópsias renais pós-transplante para avaliar os níveis de inflamação, críticos para a saúde do órgão transplantado. A IA também é fundamental para identificar quais órgãos podem se beneficiar de sistemas de perfusão, uma tecnologia que mantém a viabilidade dos órgãos para transplante. Esses sistemas estão expandindo o número de órgãos de doadores falecidos disponíveis para transplante, mantendo-os viáveis por mais tempo fora do corpo.

A IA demonstrou potencial na identificação de pacientes com maior risco de rejeição de órgãos. Um estudo no *European Heart Journal* indicou que a eletrocardiografia assistida por IA poderia prever o risco de rejeição de baixo grau em pacientes com transplante cardíaco, eliminando potencialmente a necessidade de biópsias. Além disso, a IA poderia ser usada para monitorar como os pacientes respondem aos imunossuppressores, ajudando a ajustar as dosagens de medicamentos para níveis ideais, conforme discutido no *The Journal of Heart and Lung Transplantation*.

#### 4.14

## A IA vai curar o câncer?

Claro que não! O câncer é uma enorme variedade de diferentes tipos de doenças, então, perguntado dessa forma, nenhuma solução única vai curá-lo. No entanto, a IA tem um potencial incrível para auxiliar pacientes e oncologistas de várias maneiras. Algoritmos melhoram o diagnóstico e o planejamento de tratamento, prevendo os efeitos da imunoterapia e aprimorando a radioterapia.

As aplicações de IA em oncologia incluem detecção de câncer, triagem, diagnóstico, classificação e análise do microambiente tumoral. A IA também está sendo usada para avaliar biomarcadores para fins prognósticos e preditivos e para estratégias na descoberta de drogas. Cânceres de mama,

pulmão e próstata são os que mais se beneficiam atualmente de dispositivos baseados em IA na prática clínica, mas há potencial para a IA melhorar o tratamento de uma gama mais ampla de cânceres, incluindo tumores raros.

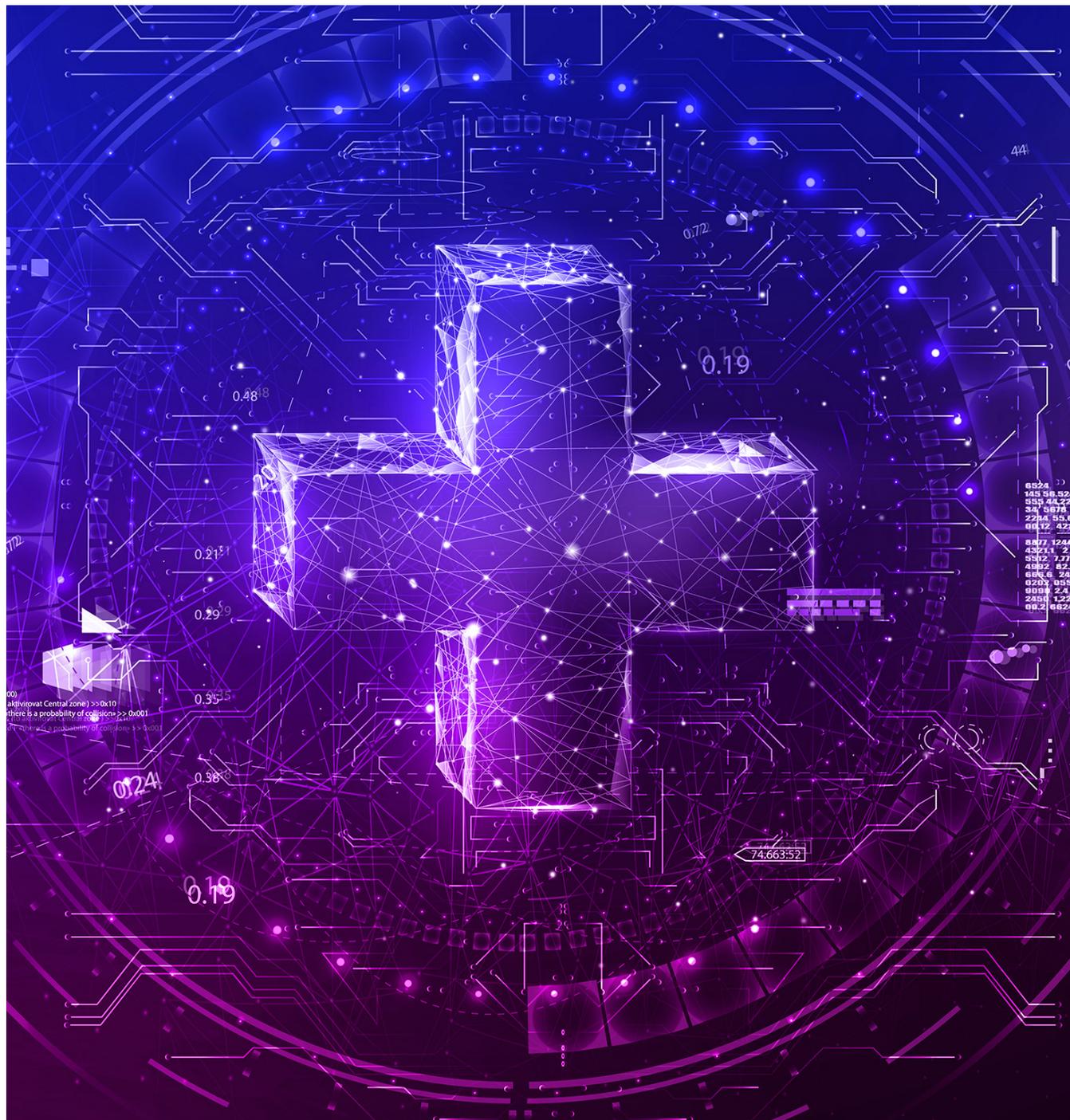
#### 4.15

## A IA pode prever e prevenir readmissões hospitalares?

Um estudo comparou quatro modelos de previsão para readmissões hospitalares em 30 dias entre pacientes com infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca congestiva e pneumonia. Ele descobriu que os modelos de rede neural artificial melhoraram significativamente a precisão da previsão em comparação com modelos tradicionais.

Esse aprimoramento no desempenho preditivo poderia potencialmente auxiliar em medidas preventivas contra readmissões, já que os modelos avançados levaram à reclassificação das categorias de desempenho hospitalar para aproximadamente 10% dos hospitais.

Um programa de computador com IA foi desenvolvido para ler as anotações dos médicos, o que pode estimar com precisão os riscos de morte dos pacientes, o tempo de internação e outros fatores relacionados ao cuidado. Essa ferramenta visa prever readmissões hospitalares, entre outros resultados de saúde.



# 05

## IMPLEMENTANDO A IA NA PRÁTICA MÉDICA



### 5.1

Quais especialidades médicas são mais propensas à automação e por quê?

Como já estabelecemos, os melhores candidatos para a automação são processos que são baseados em dados e repetitivos, e isso vale para as especialidades médicas também. Antes de entrarmos em detalhes, vamos discutir outro ponto importante. Embora as tecnologias não substituam os médicos, aqueles que não usam tecnologias serão substituídos por profissionais que aplicam tecnologias em suas rotinas diárias.

Tarefas que exigem a coleta, análise e até a interpretação de informações, como diagnósticos em geral ou radiologia/patologia em particular, serão aceleradas pelo uso de IA, liberando tempo para outras tarefas menos baseadas em dados. Isso pode significar que os profissionais de saúde podem passar mais tempo com atividades baseadas em interação, onde o fator humano desempenha um papel mais importante. Empatia, compaixão, criatividade e habilidades de resolução de problemas são essenciais em tarefas baseadas em interação, como médicos visitando pacientes, enfermeiros cuidando de crianças ou qualquer outra situação em um ambiente médico que exija as habilidades, atenção e empatia da equipe médica.

### 5.2

Por que a radiologia se destaca na implantação e regulamentação da IA?

Embora eu esteja confiante de que o trabalho criativo dos radiologistas será necessário no futuro para resolver questões complexas e supervisionar processos de diagnóstico, a IA definitivamente se tornará parte de sua rotina diária no diagnóstico de casos mais simples e na realização de tarefas repetitivas.

Já vemos muitos exemplos de como as clínicas podem implementar algoritmos para aliviar a carga de trabalho do departamento de radiologia, incluindo os primeiros exemplos de ensaios clínicos em grande escala. No entanto, analisar imagens não é a única maneira pela qual a IA pode apoiar os radiologistas. Este estudo da Microsoft Alliance mostra como modelos de linguagem, como o GPT-4, podem auxiliar os médicos na criação de relatórios de radiologia, muitas vezes em um tom mais amigável ao paciente do que os feitos pelos médicos. E outro aspecto interessante: o uso de redes neurais para redução de ruído nas imagens pode permitir que os radiologistas usem doses significativamente menores de radiação sem comprometer a qualidade da imagem.

### 5.3

## Que tipo de habilidades e mentalidade seriam necessárias para os médicos usarem a IA?

A integração da IA na prestação de cuidados de saúde exige um conjunto único de habilidades e uma mentalidade específica por parte dos médicos. Aqui estão alguns exemplos:

#### **Proficiência técnica:**

É importante ressaltar que todo profissional médico que usa IA deve ter um entendimento científico profundo o suficiente sobre a IA para se sentir confortável ao usá-la. Definitivamente, não é necessário que os médicos aprendam a programar e se tornem desenvolvedores de IA, mas um entendimento básico de como os modelos de IA são treinados, o conceito de aprendizado de máquina e a interpretação de dados e previsões gerados por IA seriam cruciais.

#### **Criatividade e pensamento crítico:**

Os médicos devem aplicar o pensamento crítico para analisar as recomendações da IA, entendendo que as ferramentas de IA são auxiliares, não substitutos para o seu julgamento clínico. Isso envolve examinar as saídas da IA, integrá-las com fatores específicos do paciente e tomar decisões informadas. Este é o momento de usar sua criatividade e julgamento humano como nunca antes.

#### **Adaptabilidade e aprendizado contínuo:**

O campo da IA está evoluindo rapidamente. Os médicos

devem permanecer flexíveis e abertos ao aprendizado, dispostos a se adaptar a novas tecnologias e integrá-las em sua prática. Isso inclui se manter informado sobre os últimos desenvolvimentos em IA e entender seu impacto potencial no cuidado ao paciente.

#### **Considerações éticas e gerenciamento de riscos:**

Com a IA, desafios éticos como viés em algoritmos, consentimento do paciente e privacidade de dados se tornam mais pronunciados. Os médicos precisam ser vigilantes sobre essas questões, defendendo o uso justo e ético da IA na área da saúde.

### 5.4

## Que tipo de habilidades podem ser importantes para os médicos na era da IA, quando muitas tarefas são automatizadas?

O primeiro grupo de habilidades técnicas permite que os profissionais de saúde utilizem novas tecnologias e possibilidades de forma eficiente. Aqui, habilidades interdisciplinares serão benéficas, já que os futuros médicos podem

precisar colaborar com cientistas de dados, especialistas em IA e tecnólogos para desenvolver, validar e implementar ferramentas de IA na prática clínica. Entender o básico de ciência de dados e aprendizado de máquina pode ajudar os médicos a fazer as perguntas certas, interpretar as saídas da IA de forma crítica e fornecer melhores insights no cuidado ao paciente.

Além do conhecimento técnico, as habilidades interpessoais ganharão ainda mais importância. Empatia, comunicação e defesa do paciente continuam sendo habilidades exclusivamente humanas que a IA não pode replicar. Os médicos precisarão se destacar nessas áreas para garantir que a relação médico-paciente permaneça no centro do cuidado. À medida que a IA lida com mais tarefas rotineiras, os médicos terão mais tempo para se concentrar no gerenciamento de casos complexos, exigindo habilidades sólidas em resolução de problemas e pensamento crítico.

### 5.5

## Como os médicos podem ajudar seus pacientes a usar melhor as ferramentas de IA?

Assim como no caso do uso de qualquer tecnologia de saúde digital ou canais digitais, a melhor estratégia para isso é usar a tecnologia para construir e melhorar ainda mais a

relação médico-paciente. Primeiro, os médicos podem educar seus pacientes sobre as ferramentas de IA disponíveis, seus benefícios e como elas podem ser usadas para gerenciar a saúde. Isso inclui explicar como a IA pode auxiliar no monitoramento de condições de saúde, fornecer recomendações personalizadas de saúde e até ajudar no diagnóstico precoce.

Segundo, é importante que os médicos abordem quaisquer preocupações que seus pacientes possam ter em relação à privacidade dos dados, segurança e o uso ético da IA na área da saúde. A comunicação clara sobre como os dados do paciente são usados e protegidos pode ajudar a construir confiança e incentivar a adoção de ferramentas de IA. Terceiro, seria crucial que os médicos pudessem recomendar aplicativos e dispositivos de IA confiáveis, supervisionados por médicos, que sejam baseados em evidências e validados quanto à precisão e confiabilidade.

E, finalmente, os médicos podem ajudar a promover a alfabetização digital e oferecer orientação sobre a interpretação de dados. Os pacientes devem se sentir encorajados a trazer suas perguntas e dados para a próxima consulta. Isso pode envolver orientá-los sobre como usar smartphones ou outros dispositivos, entender interfaces de aplicativos e interpretar os dados que essas ferramentas fornecem.

## 5.6

# O que é IA explicável no contexto da saúde?

A IA explicável refere-se a sistemas de inteligência artificial projetados para serem transparentes sobre como tomam decisões ou realizam ações. O objetivo é tornar as saídas dos modelos de IA compreensíveis para os humanos, o que

é particularmente importante em domínios de alto risco, como a saúde. Os médicos precisam entender os métodos e sistemas de IA suficientemente para confiar nas previsões de um algoritmo — ou saber como avaliar a confiabilidade e o valor de um algoritmo — como base para recomendações clínicas. O desafio pode ser mais facilmente enfrentado com avanços em IA explicável, com algoritmos que podem “explicar” aos usuários por que uma previsão específica foi feita. A tecnologia para prever o risco de readmissão em 30 dias para pacientes cardíacos, testada pela Partners Connected Health, de Boston, fornece aos clínicos uma pontuação de previsão de readmissão e identifica os principais fatores que contribuem para essa pontuação, fornecendo informações acionáveis para os clínicos.

## 5.7

# Como a IA pode ajudar a prever outra pandemia?

Não é amplamente conhecido, mas os primeiros avisos sobre a pandemia de COVID-19 vieram de uma empresa de inteligência de doenças infecciosas com sede em Toronto chamada BlueDot, liderada pelo médico de doenças infecciosas Dr. Kamran Khan. A empresa de IA reagiu uma semana antes dos Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos EUA e da Organização Mundial da Saúde (OMS) soarem o alarme.

A BlueDot usou seu algoritmo para peneirar uma grande quantidade de relatórios de notícias, dados de companhias aéreas e relatórios de surtos de doenças em animais para detectar tendências. Esses dados foram analisados por epidemiologistas que alertaram os clientes da empresa. O software até previu corretamente o provável caminho do vírus de Wuhan para Tóquio após seu primeiro aparecimento.

A inteligência artificial será nossa principal aliada na prevenção de um futuro surto, auxiliando-nos de várias maneiras:

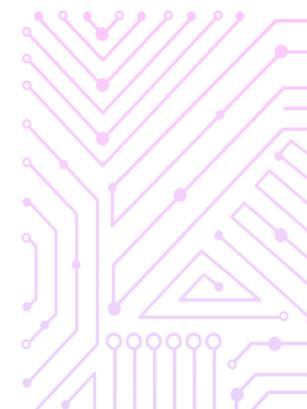
- **Detecção precoce:** A IA pode escanear grandes quantidades de dados, como relatórios de notícias, posts em redes sociais e até registros médicos em vários idiomas, para detectar sinais precoces de atividade incomum de doenças ou clusters emergentes de sintomas. Além disso, os algoritmos podem identificar anomalias nos padrões de doenças que podem passar despercebidas pelos humanos, sinalizando áreas potenciais de preocupação para investigação adicional.

- **Entendimento da propagação de doenças:** A IA pode integrar dados sobre densidade populacional, padrões de viagem e condições climáticas para modelar a propagação potencial de uma doença, ajudando as autoridades a prever áreas de alto risco.

- **Previsão de mutações:** A IA pode analisar sequências genômicas de vírus e bactérias para prever a probabilidade de mutações e possíveis variantes mais perigosas.

- **Identificação de populações em risco:** A IA pode examinar grandes conjuntos de dados de registros de saúde para encontrar padrões em condições de saúde, demografia ou outros fatores que possam aumentar a vulnerabilidade a uma nova doença. Ela pode incorporar dados sobre fatores socioeconômicos, condições de vida e acesso à saúde para identificar comunidades em maior risco, orientando medidas preventivas.

- **Desenvolvimento de medicamentos e vacinas:** A IA pode examinar grandes bibliotecas de compostos existentes ou simular novas moléculas para descobrir tratamentos potenciais para doenças emergentes. Os algoritmos também podem ajudar a projetar ensaios clínicos mais eficientes, agilizando o desenvolvimento de vacinas e terapêuticas.



## 5.8

# A IA pode seguir as regras da medicina baseada em evidências?

É possível que a IA adira aos princípios da medicina baseada em evidências (MBE), desde que seja corretamente projetada e implementada. Algoritmos de IA podem ser treinados com grandes quantidades de dados clínicos e diretrizes baseadas em evidências para apoiar a tomada de decisões clínicas e o cuidado ao paciente. No entanto, a chave está em garantir que os sistemas de IA sejam continuamente atualizados com as pesquisas e diretrizes mais recentes para refletir as melhores práticas atuais.

Além disso, a integração da IA com a MBE exige validação e testes rigorosos para garantir que as recomendações da IA sejam precisas, confiáveis e aplicáveis ao contexto individual do paciente. Em última análise, embora a IA tenha o potencial de aprimorar a MBE ao processar e analisar dados com mais eficiência do que os humanos, ela requer supervisão cuidadosa por parte dos profissionais de saúde para garantir a adesão aos padrões baseados em evidências.

## 5.9

# O que os anotadores de dados fazem na medicina?

Todos os sistemas de IA são tão bons quanto os dados que alimentamos neles. Portanto, treinar modelos com dados de alta qualidade, limpos, precisos e não tendenciosos é crucial — e precisamos de toneladas deles. Mas esses dados não crescem em árvores; eles são o resultado de um trabalho demorado e meticuloso feito por humanos que rotulam incansavelmente milhões e milhões de imagens para que a IA possa aprender com elas.

É assim que treinamos sistemas para reconhecer imagens de gatos, e é assim que treinamos sistemas que podem identificar tumores malignos em tomografias computadorizadas. Na área da saúde, a criação de algoritmos envolve o uso de bancos de dados existentes, que abrangem principalmente arquivos de imagens, tomografias ou ressonâncias magnéticas, amostras usadas em patologia, etc. Os anotadores de dados estarão desenhando linhas ao redor de tumores, apontando células ou designando tiras de ritmo de ECG. Nada de mágica, nada de computadores autoconscientes, apenas trabalho duro. Como os arquivos de dados médicos obviamente não foram criados com algoritmos matemáticos em mente, é um trabalho gigantesco tentar padronizar os processos de amostragem existentes ou ter amostras suficientes “ajustadas para algoritmos”. Em resumo: a anotação de dados é a base invisível por trás dos algoritmos que podemos usar no trabalho clínico diário.

## 5.10

# A IA substituirá os profissionais de saúde?

A resposta curta é: não, não vai. Mas cuidado, médicos que usam IA substituirão aqueles que não acompanham o avanço da tecnologia. Neste artigo, fornecemos uma explicação detalhada sobre por que achamos que a inteligência artificial é muito improvável de assumir o trabalho dos humanos na medicina, mesmo a longo prazo.

Aqui estão alguns dos nossos argumentos:

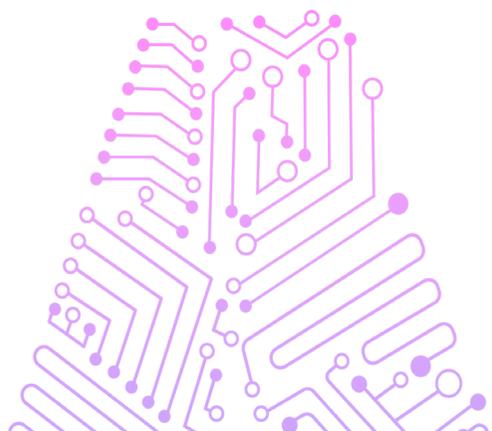
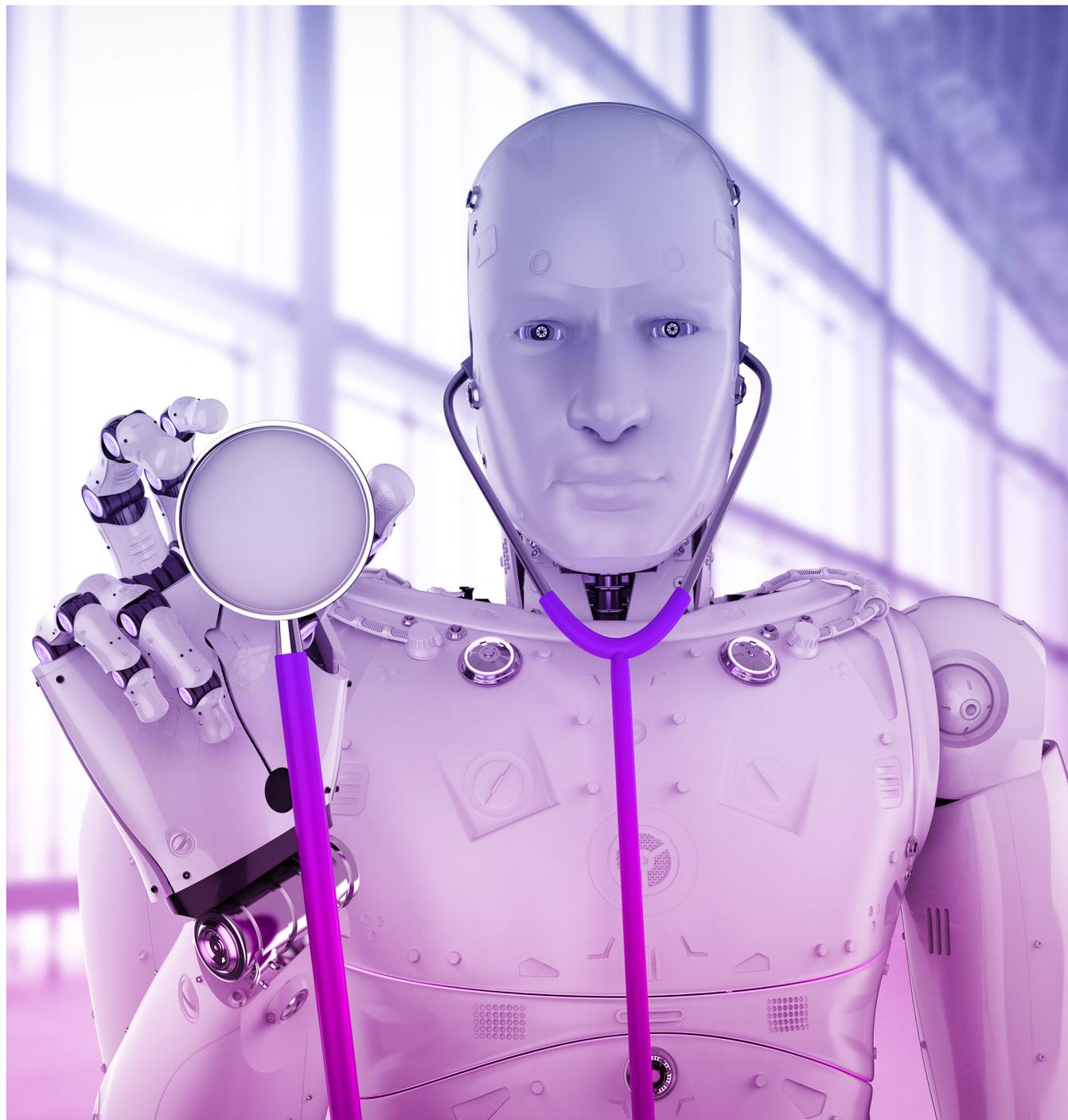
- **Empatia não pode ser substituída:** Embora a tecnologia ofereça soluções brilhantes, nós — pelo menos a grande maioria dos humanos — não sentiremos compaixão por um aplicativo, e a medicina precisa de confiança.
- **Estabelecer um diagnóstico e tratar um paciente não são processos lineares:** Eles exigem criatividade e habilidades de resolução de problemas que algoritmos e robôs nunca terão.
- **O cérebro humano é tão vasto e complexo que seria extremamente caro tentar desenvolver um substituto adequado:** Não dizemos que é impossível, mas é muito improvável que faça sentido econômico no futuro previsível.
- **Sempre haverá tarefas que algoritmos e robôs nunca poderão completar:** Embora a IA possa examinar milhões de páginas de documentos em segundos, ela nunca será capaz de fazer a manobra de Heimlich.
- **Isso não é uma questão de tecnologia versus humanos:** A inteligência artificial e os humanos são mais potentes quando cooperam.

## 5.11

# Como a IA pode impactar a chamada “arte da medicina”?

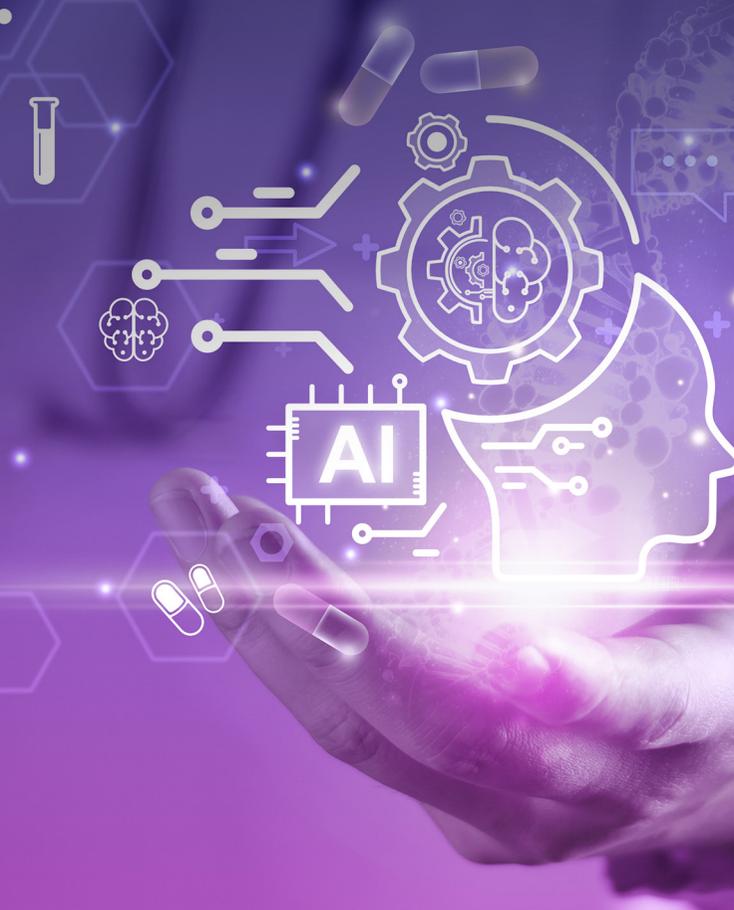
A arte da medicina exige atenção, tempo e empatia dos médicos enquanto tratam os pacientes. Com as interfaces desafiadoras dos registros médicos eletrônicos, muitas tarefas administrativas que precisam ser realizadas e a pressão constante dos pagadores, os médicos estão tão sobrecarregados que até a chance de praticar a arte da medicina desaparece. No entanto, o uso da inteligência artificial (IA) pode ajudar a facilitar a arte da medicina.

Como a IA não será limitada pelos caminhos e padrões de pensamento tradicionais usados por séculos na medicina, ela pode produzir soluções completamente novas para enfrentar problemas globais de saúde. E se algoritmos inteligentes comessem a cuspir respostas para grandes questões sem qualquer explicação? A verdadeira arte da medicina seria, então, descobrir o caminho lógico pelo qual a IA chegou a uma determinada solução. Isso exigirá altos níveis de criatividade, resolução de problemas e habilidades cognitivas da comunidade médica.



# 06

## O NEGÓCIO DE IA NA ÁREA DA SAÚDE



### 6.1

## Quais são as áreas de destaque para investimentos em IA na saúde?

As áreas de investimento em IA na saúde são tão variadas quanto a própria medicina, mas o foco dos investimentos parece ter mudado nos últimos anos. Como relatado pela Book Health, o financiamento em saúde digital em geral mudou para produtos e serviços que apoiam o tratamento de doenças, fluxos de trabalho não clínicos e o gerenciamento de condições complexas; e essas tendências também estão presentes no subsegmento de IA na saúde.

Como você pode ver em nossa infografia das 100 principais empresas de saúde digital de 2024, as empresas de IA que acompanhamos têm uma ampla expertise, desde suporte à documentação (como Nabla ou Nuance) até assistência em diagnósticos portáteis (como Clariv ou Echollous) e melhoria do cuidado remoto (como a solução de dermatologia SkinVision ou a solução de saúde mental Woebot).

### 6.2

## Quão perigoso é o hype em torno da IA na saúde atualmente?

Não é apenas perigoso, mas até contraproducente. É fácil entender a intenção por trás das empresas que querem atrair investidores e clientes ao superestimar o que sua tecnologia pode fazer com a ideia e a visão da IA. No entanto, quando todos usam isso como alavanca, começa a perder seu poder narrativo.

Para ser justo, no lado positivo, o hype impulsiona investimentos, inovação e o desenvolvimento rápido de tecnologias potencialmente salvadoras. No entanto, os perigos estão nas expectativas infladas, na implementação prematura e na negligência de riscos potenciais.

Superestimar o que a IA é capaz de fazer pode levar à implantação de tecnologias não comprovadas em ambientes clínicos, arriscando a segurança do paciente e erodindo a confiança nos sistemas de saúde. Também pode ofuscar a importância do julgamento humano e da compreensão detalhada do cuidado ao paciente.

Além disso, sem uma consideração cuidadosa das implicações éticas, como privacidade e viés, o hype pode levar a resultados negativos tanto para pacientes quanto para provedores de saúde. Equilibrar o entusiasmo com avaliação crítica e validação robusta é crucial para aproveitar os benefícios da IA na saúde de forma responsável.

### 6.3

## Qual é um bom exemplo de uma empresa usando IA de forma responsável?

Poderíamos citar muitos bons exemplos. Vamos escolher a Artrays como nosso material de demonstração de uma empresa que usa IA de forma responsável na saúde. Essa empresa de tecnologia de saúde desenvolveu uma plataforma baseada em nuvem e alimentada por IA para análise de imagens médicas em cuidados cardíacos.

Seu produto se destaca em várias áreas que demonstram o uso ético e responsável da IA:

1. A Artrays se concentra em construir modelos que são facilmente compreensíveis pelos provedores de saúde. Sua plataforma fornece explicações claras sobre como os resultados gerados pela IA são derivados, promovendo confiança e aceitação.
2. Eles trabalham ativamente para garantir que seus modelos de IA estejam livres de vieses que poderiam prejudicar certos grupos de pacientes.
3. Eles colocam uma forte ênfase em garantir a privacidade dos dados por meio de plataformas seguras baseadas em nuvem e aderindo a padrões regulatórios rigorosos.

## 6.4

# O que significa IA responsável?

IA responsável refere-se ao desenvolvimento e uso de sistemas de inteligência artificial de uma forma que prioriza considerações éticas, justiça, transparência e responsabilidade. Trata-se de garantir que a IA beneficie a sociedade e minimize possíveis danos.

Isso inclui fatores como projetar modelos de IA livres de vieses, explicar como os sistemas de IA tomam decisões, proteger a privacidade do usuário e abordar proativamente possíveis impactos negativos em indivíduos ou comunidades. Esses fatores são importantes em todos os segmentos do desenvolvimento de IA, mas especialmente na medicina, onde as apostas podem ser literalmente de vida ou morte.

## 6.5

# Como os gigantes da tecnologia estão usando a IA enquanto avançam na área da saúde?

Este é um tópico fascinante, tão amplo que escrevemos dezenas de artigos e até um e-book sobre ele. Todas as principais empresas de tecnologia estão determinadas a se posicionar estrategicamente para capturar uma parte significativa do lucrativo mercado de saúde. A abordagem de cada empresa reflete sua jogada estratégica com seus pontos fortes, apresentando uma paleta fascinantemente diversa.

Os maiores players de tecnologia estão todos prontos para aproveitar seus pontos fortes únicos e entrar no mercado de saúde — cada um à sua maneira. A Apple aproveita sua base de clientes leais e o apelo de uma experiência de usuário perfeita e privacidade garantida por seu ecossistema fechado. A Microsoft capitaliza sua forte presença no lado do servidor e o uso generalizado de seus sistemas em hospitais e clínicas, lançando o Cloud for Healthcare para integrar serviços como Microsoft Teams e Azure IoT. A Amazon aproveita seu vasto alcance no varejo, enquanto o Google se concentra em IA, envelhecimento e pesquisa em ciências da vida, marcando sua presença em vários domínios da saúde.

## 6.6

# Quais foram as principais razões por trás do fracasso de algumas empresas de IA na saúde?

Até unicórnios quebram as pernas, e startups de saúde digital não são exceção. O exemplo mais famoso é, sem dúvida, a Theranos, mas você não precisa de fraude real para ver quedas dolorosas. Recentemente, a jornada da Babylon serve como um conto de advertência. Fundada em 2013 com grandes aspirações de revolucionar a saúde por meio de diagnósticos impulsionados por IA, a empresa levantou capital substancial e atingiu o pico de avaliação. A história de sua queda é multifacetada, marcada por uma combinação de erros financeiros e desafios técnicos.

A empresa lutou para atingir metas de lucratividade, tendo perdas significativas em 2022 e no primeiro trimestre de 2023. Enquanto isso, o serviço digital alimentado por IA, que era um componente importante de sua oferta, enfrentou críticas de profissionais médicos e agências reguladoras.

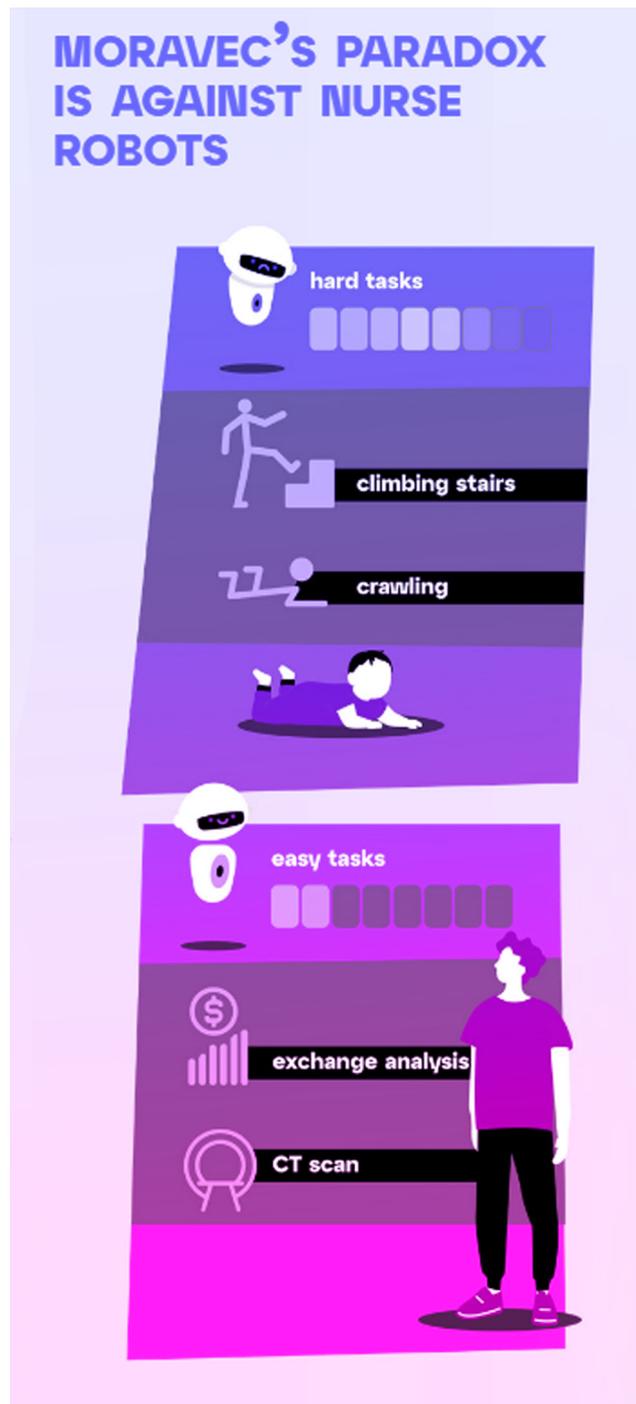
A Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA) e médicos do Reino Unido levantaram preocupações sobre o software potencialmente deixando passar doenças graves. Essa crítica lançou dúvidas sobre a eficácia e a confiabilidade do sistema de IA da Babylon, afetando ainda mais sua credibilidade e estabilidade financeira. O rompimento de contratos significativos e o aumento do escrutínio levaram à sua queda dramática, culminando em falência e na venda dos ativos da Babylon.

## 6.7

# Vale a pena desenvolver enfermeiras robóticas?

Pesquisadores de inteligência artificial e robótica fizeram uma observação interessante na década de 1980: ao contrário da crença popular, o raciocínio requer muito pouca computação, enquanto habilidades sensório-motoras e de percepção exigem recursos computacionais massivos. Isso é conhecido hoje como o Paradoxo de Moravec, nomeado em homenagem a Hans Moravec, que escreveu em 1988: “É relativamente fácil fazer com que computadores exibam desempenho de nível adulto em testes de inteligência ou jogando damas, e difícil ou impossível dar-lhes as habilidades de uma criança de um ano quando se trata de percepção e mobilidade”.

Embora 1988 tenha sido há algum tempo, o princípio ainda se mantém. A IA é significativamente mais avançada em tarefas de “pensamento”. Desenvolver robôs humanoides que possam assumir de forma adequada certas tarefas baseadas em movimento em hospitais simplesmente não faz sentido econômico. Por outro lado, esperamos ter máquinas que nos auxiliem em tarefas fisicamente exigentes, como levantar pacientes.



## 6.8

# No que os desenvolvedores devem se concentrar ao criar IA para fins de saúde?

É benéfico para a revolução da IA na saúde que os desenvolvedores estejam cientes das necessidades clínicas e/ou dos pacientes para as quais estão desenvolvendo uma solução de IA. Além disso, há conceitos que os desenvolvedores devem priorizar para garantir que suas soluções sejam eficazes, éticas e verdadeiramente úteis no cuidado aos pacientes:

- O sistema de IA deve atender a uma necessidade clínica ou do paciente na vida real.
- Ele deve ser altamente preciso e confiável, com taxas de erro mínimas, já que erros podem impactar diretamente a saúde e os resultados dos pacientes.
- Dada a natureza sensível dos dados de saúde, os desenvolvedores devem implementar medidas de segurança robustas para proteger as informações dos pacientes contra violações e acesso não autorizado.
- Algoritmos de IA podem perpetuar ou ampliar vieses presentes nos dados de treinamento. Os desenvolvedores devem trabalhar proativamente para identificar e reduzir esses vieses, garantindo resultados de saúde equitativos para todos os grupos de pacientes.

- Os sistemas de IA devem ser transparentes em suas operações, e os desenvolvedores devem se esforçar para tornar os processos de tomada de decisão da IA compreensíveis para os provedores de saúde, a fim de construir confiança e facilitar a adoção.

- Antes da implantação, as ferramentas de IA devem passar por validação clínica rigorosa para demonstrar sua eficácia e segurança em ambientes de saúde do mundo real. A medicina baseada em evidências também se aplica aqui.

- Os desenvolvedores devem envolver não apenas profissionais de saúde, mas também pacientes no processo de design, para garantir que as soluções de IA atendam às necessidades práticas dos usuários e melhorem a qualidade do cuidado.

- A conformidade com regulamentações e padrões de saúde é crucial. Os desenvolvedores devem garantir que seus produtos de IA atendam aos requisitos legais estabelecidos pelas autoridades de saúde e órgãos reguladores.

## 6.9

# Como a IA pode aprimorar a descoberta e o desenvolvimento de medicamentos?

O design de medicamentos é uma área-chave que a IA está revolucionando, acelerando radicalmente o processo e tornando-o significativamente mais barato de várias maneiras.

- **Supercomputadores podem acelerar dramaticamente as previsões a partir de um banco de dados de estruturas moleculares, antecipando quais medicamentos potenciais funcionarão e quais não funcionarão.** Redes neurais convolucionais profundas, como a da AtomWise, examinam mais de 100 milhões de compostos por dia.

- **Soluções de IA, como a Turbine®, podem projetar tratamentos personalizados para qualquer tipo de câncer ou paciente mais rápido do que qualquer serviço de saúde tradicional.** A tecnologia modela a biologia celular em nível molecular, podendo identificar a melhor droga para atingir um tumor específico; além disso, identifica biomarcadores complexos e projeta terapias combinadas, realizando milhões de experimentos simulados por dia.

- **Plataformas como a PrecisionLife combinam métodos de IA e análise de dados para examinar múltiplas variantes genéticas em combinações em uma variedade de doenças.** Eles completam o processo em semanas, em vez de meses, mesmo para dezenas de milhares de pacientes; isso permite a identificação rápida de novos candidatos a medicamentos e potenciais medicamentos para reutilização.

- **Empresas como a Deep Genomics prometem resolver o maior quebra-cabeça da genética:** descobrir exatamente quais informações o genoma pode fornecer para pacientes, profissionais médicos e pesquisadores.

- **Firmas como a Insilico Medicine reduzem drasticamente o tempo necessário para desenvolver um novo candidato a medicamento:** levou apenas 46 dias com seu algoritmo inteligente.

## 6.10

# Como a IA pode reduzir o custo dos medicamentos?

Os ensaios de medicamentos podem durar décadas e custar bilhões de dólares, e mesmo isso não garante que, ao final do processo, o candidato a medicamento se torne de fato um remédio. No entanto, usando modelos in silico, podemos testar mais candidatos em um tempo muito menor. Recentemente, relatamos dois casos notáveis em nosso site no Patreon.

O Dr. Michael Duruisseaux, munido de dados publicamente disponíveis e da plataforma de ensaios in silico de ponta da Novartis, previu com precisão os resultados do ensaio de Fase III FLAURA2 da AstraZeneca — 3 dias antes da empresa publicar os resultados. Sem mágica ou truques, ele postou suas previsões no X/Twitter. Utilizando a plataforma jinkō, Duruisseaux previu os resultados reais subsequentes com cerca de 97% de precisão. Seu ensaio in silico foi projetado em três semanas e executado em uma hora, encapsulando as respostas de mais de 5.000 pacientes virtuais.

Outro grande exemplo do mundo real é como a Quris-AI usou sua Plataforma de Predição Clínica Bio-AI para avaliar um candidato a medicamento para Fragile-X, enquanto ele se preparava para entrar em ensaios clínicos. Notavelmente, a Bio-AI conseguiu mostrar que esse candidato a medicamento provavelmente falharia no ensaio de Fase I/II planejado — economizando custos significativos e evitando sofrimento desnecessário aos participantes do ensaio.

Além desses casos, a IA também pode agilizar o desenvolvimento de medicamentos ao otimizar a alocação de recursos.

## 6.11

# Qual é o futuro da telemedicina e do monitoramento remoto com IA?

Como a revolução do cuidado remoto e o surgimento de soluções de IA representam duas tendências diferentes, ainda é difícil ver como as duas interagirão, mas podemos definitivamente contemplar isso. O futuro da telemedicina e do monitoramento remoto com IA inclui a personalização do cuidado por meio da análise de dados de registros de saúde e dispositivos vestíveis, permitindo planos de tratamento personalizados. A análise preditiva permitirá a detecção precoce e a prevenção de doenças.

O uso da IA durante consultas de cuidado remoto também pode melhorar a acessibilidade à saúde para áreas carentes, minimizando barreiras geográficas. Além disso, o engajamento do paciente melhorará com ferramentas interativas de IA, como chatbots para consultas de saúde e lembretes automatizados, tornando a saúde mais eficiente e centrada no paciente. Essa evolução sinaliza uma mudança em direção a um cenário de saúde mais proativo, acessível e personalizado.



# 07

## A ÉTICA DA IA



### 7.1

## Como podemos garantir a privacidade na era da IA?

Para construir confiança e proteger informações pessoais, precisamos focar em salvaguardas tecnológicas, legislativas e sociais.

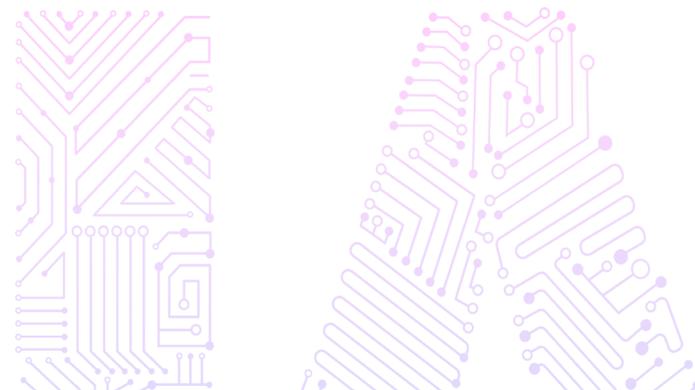
- **Os princípios de privacidade devem ser incorporados ao processo de desenvolvimento da IA.** Transparência e responsabilidade são cruciais — algoritmos e o uso de dados devem ser explicáveis. Medidas de segurança robustas, como criptografia e anonimização, ajudam a proteger os dados.
- **Auditorias regulares e avaliações de viés abordam discriminação e preocupações éticas.**
- **Estruturas legislativas, como a LGPD, desempenham um papel crítico na definição dos direitos de privacidade e na regulamentação de como a IA interage com dados pessoais.** Essas estruturas devem ser continuamente atualizadas e aplicadas para permanecerem eficazes. Capacitar os indivíduos com controle sobre seus dados e consentimento para seu uso também é essencial.

### 7.2

## Quais são os principais dilemas éticos quando se trata de usar IA na saúde?

A integração da IA na saúde vem com uma série de dilemas éticos.

- **O primeiro é a questão da transparência e explicabilidade, relacionada ao que frequentemente chamamos de “caixa preta” da IA** — como determinar a raça de pacientes apenas a partir de radiografias de tórax ou diagnosticar diabetes tipo 2 a partir de amostras de áudio curtas. A IA pode fazer isso, e não sabemos como. Podemos usar um algoritmo que funciona de maneiras inescrutáveis?
- **Segundo, a questão da responsabilidade:** se a IA cometer um erro médico, quem é responsável — o médico, o desenvolvedor do algoritmo ou a instituição de saúde?
- **Terceiro, vem o viés.** Se os dados de treinamento contiverem vieses inerentes, as decisões e previsões da IA refletirão esses vieses. Isso pode levar a diagnósticos incorretos, recomendações de tratamento inadequadas e um aumento na disparidade de resultados de saúde para grupos marginalizados.
- **E temos questões de equidade.** Mesmo que a IA leve a uma melhoria no desempenho geral da saúde, o acesso desigual pode criar um cenário perigoso. Se apenas

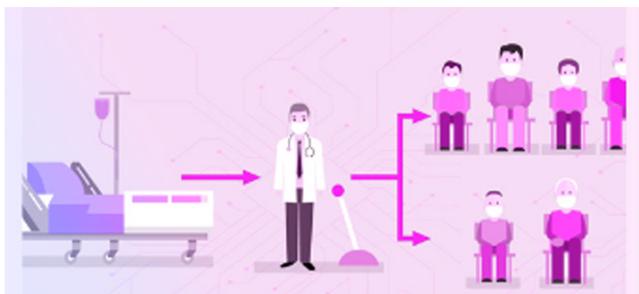


instituições ou indivíduos ricos tiverem acesso a diagnósticos ou tratamentos impulsionados por IA, isso pode exacerbar as disparidades de saúde existentes. Isso poderia criar um sistema de saúde de “dois níveis”, onde os privilegiados se beneficiam de cuidados avançados com IA, enquanto outros ficam para trás.

### 7.3

## É ético usar a IA para tomar decisões de vida ou morte na saúde sem supervisão humana?

Você se lembra do dilema clássico chamado “problema do bonde”? Imagine um cenário em que um bonde está indo em direção a cinco pessoas amarradas nos trilhos. Há uma alavanca que desviaria o bonde para outro trilho, onde uma pessoa está amarrada. Você pode decidir não fazer nada e permitir que o bonde mate cinco pessoas ou puxar a alavanca, decidindo ativamente matar uma pessoa, mas salvando cinco vidas.



O problema do bonde da IA é uma versão moderna desse dilema clássico. Os algoritmos de IA poderiam ser programados para tomar essas decisões de vida ou morte de forma mais objetiva e eficiente? Ética falando, os médicos nunca deveriam ser colocados em uma posição onde tenham que escolher entre um paciente de 40 anos ou um de 75 anos para dar suporte ventilatório. No entanto, deixar a decisão exclusivamente para um algoritmo, provavelmente não é o curso de ação correto.

### 7.4

## Existem questões filosóficas de longo prazo sobre o uso da IA na saúde?

Duas perguntas atrás, já mencionamos o dilema da “caixa preta”: podemos usar um algoritmo que pode funcionar de maneiras que não conseguimos explicar? E no segmento anterior, discutimos o problema do “bonde da IA”, que tem camadas e mais camadas de questões éticas.

Mas esse não é o único dilema filosófico aqui. Há a questão do “bem maior” ou, para simplificar: como podemos garantir que a humanidade maximize os benefícios potenciais da IA, ao mesmo tempo em que nos certificamos de que grandes seções da sociedade não sejam marginalizadas ou percam seus empregos devido ao avanço rápido dessa tecnologia?

E, claro: e se a IA se tornar consciente, tiver emoções e necessidades, e exigir direitos semelhantes aos dos humanos?

### 7.5

## Como os médicos podem ganhar confiança ao usar a IA?

Os profissionais de saúde precisam alcançar um nível de compreensão e conforto com a tecnologia semelhante ao uso de dispositivos médicos estabelecidos, como máquinas de ressonância magnética. A maioria dos enfermeiros ou médicos não conhece a física intrincada por trás das imagens, mas eles têm conhecimento suficiente para usá-las de forma eficaz e não se preocupam que a máquina vá matar seu paciente.

Da mesma forma, os médicos não precisam se tornar especialistas em IA, assim como não precisamos ser engenheiros automotivos para dirigir carros. Um entendimento básico dos princípios da IA é suficiente. Isso envolve conhecer os pontos fortes e as limitações da tecnologia, quando é apropriado usá-la e como ela pode beneficiar sua prática. Eles devem ser capazes de interpretar os resultados gerados pela IA, identificar possíveis vieses e avaliar criticamente suas recomendações. Esse nível de compreensão permite a integração responsável e segura da IA nas tomadas de decisões clínicas.

### 7.6

## Como a IA pode se tornar tendenciosa nas

# tomadas de decisões médicas?

Uma grande preocupação são os dados usados para treinar os algoritmos de IA. Se os dados de treinamento refletirem disparidades existentes na saúde ou sub-representarem certas populações, o algoritmo pode perpetuar esses vieses. Por exemplo, se um algoritmo for treinado principalmente com dados de pacientes homens brancos, suas recomendações podem ser menos precisas para mulheres ou pessoas de outras etnias.

Por outro lado, programadores humanos podem, sem querer, codificar vieses em seus algoritmos, e a IA pode captar correlações sutis que introduzem vieses de forma não intencional. Mesmo que características explicitamente protegidas, como raça, gênero ou status socioeconômico, sejam removidas do conjunto de dados, o algoritmo pode encontrar outros proxies para prever essas características, levando a resultados discriminatórios.

## 7.7

# Quais são os desafios e limitações da IA na saúde?

A implementação da IA na saúde enfrenta desafios e limitações significativos que precisam ser abordados. Aqui está um resumo desses problemas:

- **Construir confiança entre médicos e IA leva tempo.** Assim como a adoção inicial da tecnologia de ressonância

magnética, os médicos precisam entender o funcionamento interno dos modelos de IA para confiar em suas recomendações.

- **Se os modelos de IA forem treinados com conjuntos de dados tendenciosos, eles reforçarão as disparidades existentes na saúde.** Por exemplo, modelos de IA treinados principalmente em pacientes com tons de pele mais claros podem ser menos precisos no diagnóstico de lesões de pele em tons de pele mais escuros.

- **Devemos tratar a IA com o mesmo rigor que qualquer outra intervenção médica:** exigindo resultados baseados em evidências, estudos revisados por pares e ensaios rigorosos. Revistas médicas começaram a estabelecer diretrizes específicas para a publicação de pesquisas em IA, o que ajudará a manter esses padrões científicos.

## 7.8

# Você poderia processar algoritmos de diagnóstico ou robôs médicos no futuro?

A questão de processar um algoritmo de diagnóstico ou um robô médico é complexa e, hoje, não há uma resposta clara. A responsabilidade por erros relacionados à IA depende de vários fatores, incluindo se o erro decorre de uma falha de design no algoritmo, uso inadequado por profissionais de saúde ou circunstâncias imprevistas. Se a tecnologia falhar devido a um erro de projeto, os desenvolvedores ou

fabricantes poderiam ser responsabilizados. No entanto, se um médico seguir cegamente uma sugestão incorreta da IA, apesar de evidências contraditórias, ele poderia compartilhar a culpa.

À medida que a IA é cada vez mais integrada à saúde, novas leis e precedentes legais surgirão para abordar essa questão complexa de responsabilidade. Órgãos reguladores, como o FDA, desempenham um papel crucial na aprovação de dispositivos médicos com IA e na garantia de monitoramento contínuo na prática clínica. Os profissionais de saúde também precisam de treinamento robusto para entender as limitações e possíveis vieses da IA, permitindo que tomem decisões informadas.

A discussão sobre estruturas legais para a IA na saúde está longe de terminar e provavelmente moldará o futuro da tecnologia médica.

## 7.9

# Algoritmos e robôs podem imitar a empatia?

Explorar se algoritmos e robôs devem imitar a empatia envolve considerar seu papel potencial na saúde, onde o toque humano — tanto literal quanto metafórico — impacta significativamente os resultados dos pacientes. Embora os pacientes anseiem por conexão humana genuína, a realidade dos sistemas de saúde sobrecarregados e a falta de recursos humanos tornam as comparações de IA empática atraentes. No entanto, as implicações de criar máquinas que fingem emoções verdadeiras são de longo alcance.

Estariamos substituindo a conexão humana verdadeira e minando potencialmente o toque humano essencial na medicina? Se os pacientes descobrirem que a empatia que recebem não é genuína, isso pode levar à desconfiança e desilusão. Tecnologias que simulam empatia estão surgindo, mas sua capacidade de replicar verdadeiramente a empatia

humana é questionada. A verdadeira empatia envolve compreensão cognitiva e oferece suporte emocional, algo com o qual a IA atualmente luta para fornecer de forma autêntica.

## 7.10

# Quais salvaguardas podem nos ajudar a garantir que a IA seja usada apenas de forma ética?

Não há soluções perfeitas, mas há diferentes tipos de salvaguardas que podem ajudar a garantir o uso ético da IA.

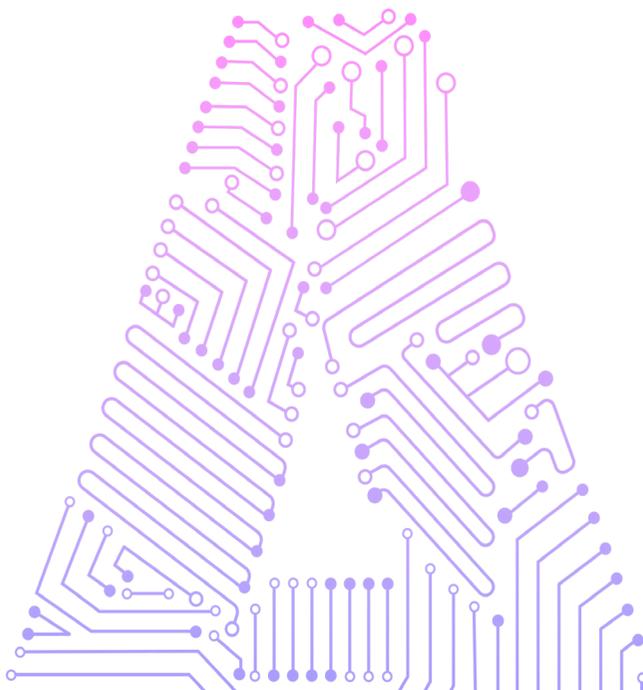
### No nível governamental:

- **Governos e órgãos reguladores devem supervisionar o desenvolvimento e a aplicação da IA**, garantindo conformidade com leis projetadas para proteger indivíduos e a sociedade.
- **Auditorias regulares por terceiros independentes** podem avaliar sistemas de IA quanto à conformidade ética, vieses e adesão às regulamentações de privacidade.
- **Envolver uma ampla gama de partes interessadas**, incluindo especialistas em ética, especialistas legais e os beneficiários pretendidos da IA, no processo de desenvolvimento e revisão, para garantir que diversas perspectivas sejam consideradas.
- **Educar desenvolvedores, usuários e formuladores de políticas** sobre as implicações éticas da IA, promovendo uma cultura de conscientização e responsabilidade ética.

- **Aumentar a conscientização pública** sobre as capacidades, limitações e considerações éticas da IA para promover um discurso público informado e tomada de decisão.

### No nível dos desenvolvedores:

- **Desenvolver e aderir a diretrizes éticas claras e padrões específicos para o uso da IA**, enfatizando justiça, transparência, responsabilidade e respeito à privacidade.
- **Sistemas de IA devem ser transparentes em seus processos de tomada de decisão**, com mecanismos para explicar como as conclusões são alcançadas, garantindo responsabilidade.
- **Implementar estratégias para identificar e reduzir vieses** em algoritmos de IA por meio de dados de treinamento diversificados e monitoramento contínuo de resultados tendenciosos.
- **Proteção de privacidade:** Medidas robustas de proteção de dados devem estar em vigor para proteger informações pessoais e sensíveis, com controles de acesso rigorosos e criptografia.



# 08

## SUA PORTA DE ENTRADA PARA INTERAQUIR COM A IA



### 8.1

## Qual é a habilidade mais essencial para interagir com a IA?

O que você precisa para interagir com a IA inclui curiosidade, uma mente aberta e um pouco de bom senso. Você precisa ser curioso para começar a explorar essas novas ferramentas. Precisa de uma mente aberta para absorver e descobrir como os sistemas de IA funcionam. E precisará de bom senso (ou pensamento crítico, de uma forma mais sofisticada) para entender seus pontos fortes, fraquezas e aplicações potenciais.

Ao compreender tanto as promessas quanto as limitações da IA, você estará capacitado para usar essas ferramentas de forma ponderada e sem dependência excessiva. Uma perspectiva crítica ajuda você a questionar os resultados gerados pela IA, identificar possíveis vieses e reconhecer quando o julgamento humano ainda é crucial. Sua curiosidade alimentará esse aprendizado contínuo, a disposição para refinar seu entendimento e o compromisso de se manter atualizado neste campo dinâmico.

Uma habilidade específica que precisa ser destacada é a **engenharia de prompts**: a capacidade de criar prompts ou instruções textuais para modelos de linguagem de grande escala. Essa é, definitivamente, uma habilidade-chave emergente.

### 8.2

## Como eu interajo com a IA?

Os modelos de IA que mais usamos atualmente — como ChatGPT, Gemini ou Midjourney — funcionam recebendo instruções baseadas em texto dos usuários. Essas instruções são chamadas de **prompts**, e a “arte” de criar bons prompts que fazem as máquinas gerarem o resultado desejado é chamada de **engenharia de prompts**.

Isso pode parecer sofisticado ou complicado, mas o ponto é este: os prompts são nossas entradas, e quanto melhor formos em criar bons prompts, melhor será a saída.

Como qualquer habilidade, o domínio da engenharia de prompts vem com a prática e uma boa dose de tentativa e erro. A melhor maneira de se tornar bom nisso é fazendo. Basta digitar qualquer coisa: um pedido de uma receita de coquetel emocionante usando limões, uma pergunta sobre o significado da vida ou tentar fazer o algoritmo soar como um professor do ensino fundamental irritado.

### 8.3

## Como posso me tornar melhor em engenharia de prompts?

Existem certos truques e dicas que podem melhorar imediatamente a qualidade dos seus prompts. Resumimos algumas dicas básicas neste artigo. É sempre uma boa ideia ser específico, fornecer contexto e não tentar cobrir tudo de uma vez.

Por exemplo, digamos que você queira criar um material informativo para um grupo de idosos sobre diabetes. Se você apenas disser ao modelo para “escrever um folheto sobre diabetes” e esperar que ele entregue o trabalho pronto, você ficará desapontado.

Mas se você descrever:

- Seu objetivo (vamos criar um folheto sobre diabetes),
- O contexto (o público-alvo será composto por idosos com um entendimento médio sobre questões de saúde),
- O tom desejado (linguagem amigável, clara e simples, nível de 10ª série),
- E pedir à IA para criar o conteúdo passo a passo (primeira pergunta: o que é diabetes, segunda: o que causa diabetes, terceira: quais são os sintomas mais comuns, etc.) com feedback sobre o tom e o conteúdo entre cada pergunta, você terá muito mais chances de obter um resultado que goste.

## 8.4

# Existem maneiras práticas de usar a IA na minha saúde agora mesmo?

A pergunta que mais recebemos de pacientes — Como posso usar a IA hoje no gerenciamento da minha saúde? — não é fácil. Muitos profissionais de saúde teriam dificuldade em fornecer uma resposta sólida e prática para isso.

No entanto, existem soluções disponíveis para (quase) qualquer pessoa. Neste artigo, coletamos cinco dessas soluções e explicamos o que elas fazem.

Aplicativos de verificação de pele são uma resposta óbvia (são aplicativos de telefone que permitem tirar uma foto de uma lesão suspeita na pele e analisá-la com IA para decidir se é maligna), mas usar o ChatGPT para organizar e resumir seus registros médicos também é um bom ponto de partida.

## 8.5

# Quais seriam os passos ideais para começar a usar a IA se você ainda não a usou?

É sempre uma boa ideia começar com algo “não comprometedor”, brincando com a IA fora de suas obrigações, longe da pressão do escritório. Hoje, você não precisará procurar muito para encontrar várias aplicações de IA que pode começar a usar imediatamente. O mais conhecido é provavelmente o ChatGPT, da OpenAI. Um modelo semelhante da Google é o Gemini, lançado no início de 2024. Um terceiro modelo de linguagem amplamente utilizado é o Perplexity, também para seu prazer — mas existem literalmente dezenas de LLMs por aí.

Se você quiser brincar com geração de imagens, pode começar usando o Midjourney, o DALL-E da OpenAI, ou clicar no site ThisPersonDoesNotExist e ver os humanos

sintéticos que ele cria. Ou qualquer outra IA projetada para esse propósito.



Mas isso é apenas o começo. Hoje em dia, você pode criar quase qualquer coisa com IA, desde música até vídeos. Experimente geradores de fotos de perfil e geradores de voz. Está interessado em criar receitas? Ou em programação? Jardinagem? Design de interiores? Não se preocupe, existe um aplicativo para isso!

## 8.6

# Quais seriam os passos práticos necessários se você decidisse implantar a IA em

# sua organização, instituição ou empresa?

Se você está considerando implantar a IA em sua organização, instituição ou empresa, a jornada começa com uma avaliação cuidadosa de onde a IA pode realmente agregar valor ou resolver desafios existentes. Isso envolve analisar vários departamentos ou processos que poderiam se beneficiar de automação, análises aprimoradas ou capacidades de tomada de decisão mais inteligentes. Um método prático pode ser identificar quais tarefas repetitivas e/ou baseadas em dados existem lá e que seriam propensas à automação.

Em seguida, avalie as habilidades e recursos atualmente disponíveis em sua equipe. É crucial entender a lacuna entre o que você tem e o que precisa, o que pode significar decidir entre cultivar expertise em IA internamente ou formar parcerias externas estratégicas.

Escolher as tecnologias e ferramentas de IA certas é outro passo crítico. Essa escolha deve estar alinhada com suas necessidades específicas e as capacidades que você identificou como necessárias. Com a tecnologia selecionada, o foco muda para a preparação dos seus dados. Dados de qualidade e acessíveis são essenciais para sistemas de IA eficazes, portanto, garantir que seus dados estejam limpos, bem organizados e seguros é primordial.

Navegar pela implantação da IA também requer atenção cuidadosa às considerações de conformidade e ética. É essencial estar atualizado sobre as regulamentações que governam a privacidade de dados e o uso da IA, garantindo que sua implantação não apenas inove, mas faça isso de forma responsável e ética.

Elaborar um plano de implementação detalhado guiará a integração da IA em seus fluxos de trabalho existentes. Esse plano deve incluir cronogramas claros, alocações de orçamento e marcos para medir o progresso.

Igualmente importante é garantir que sua equipe esteja pronta para trabalhar junto com a IA. Portanto, fornecer treinamento e suporte preparará sua equipe não apenas para usar as ferramentas de IA de forma eficaz, mas também para se adaptar à medida que essas tecnologias e suas aplicações evoluem.

## 8.7

# Como você pode ajudar as pessoas ao seu redor a se familiarizarem mais com o uso da IA?

IA melhor maneira de ajudar as pessoas ao seu redor a se sentirem confortáveis com a IA é mostrar o valor dela em suas vidas cotidianas e abordar seus medos. Você pode identificar áreas onde elas já usam a IA sem perceber — como feeds de mídias sociais, filtros de spam de e-mail ou recomendações de serviços de streaming.

Em seguida, encontre exemplos práticos de como a IA poderia beneficiá-las diretamente. Seu amigo é um fotógrafo entusiasta? Mostre a ele ferramentas de edição de fotos com IA. Um membro da sua família tem dificuldade em manter os registros médicos organizados? Apresente a ele como fazer isso com a IA. Ao demonstrar como a IA melhora tarefas que elas já fazem, você desmistificará a tecnologia e a tornará menos intimidadora.

Adote uma abordagem amigável e não técnica. Concentre-se em como a IA torna a vida delas mais fácil, seja paciente

e evite jargões. Ofereça-se para ajudá-las a configurar ferramentas de IA ou experimentá-las juntos. Mais importante ainda, compartilhe seu entusiasmo! Mostrar empolgação com as possibilidades da IA pode ser contagioso, despertando a curiosidade delas.





# REGULAMEN- TAÇÃO DA IA NA SAÚDE EM TODO O MUNDO

## 9.1

### Como a IA está sendo regulamentada atualmente na saúde?

A IA e o aprendizado de máquina (ML) apresentam desafios regulatórios novos e únicos. Diferente de dispositivos médicos tradicionais, essas tecnologias são capazes de evoluir e aprender ao longo do tempo. Isso significa que elas podem desempenhar de forma diferente no mundo real do que durante seus testes pré-mercado. Embora isso possa significar melhores resultados para os pacientes, também pode introduzir novos riscos que precisam ser gerenciados. E isso não é uma tarefa fácil com um algoritmo em constante mudança.

A FDA, líder global em regulamentação de saúde, está adaptando sua estrutura para incluir dispositivos médicos baseados em IA, com quase 700 aprovações até o momento, indicando um reconhecimento do papel crescente da IA na saúde.

Na última década, a FDA revisou e autorizou um número crescente de dispositivos com IA/ML em vários campos da medicina. Em 19 de outubro de 2023 — a data de fechamento de seu banco de dados on-line —, nenhum dispositivo foi autorizado que use IA generativa ou inteligência artificial geral (AGI) ou seja, alimentado por modelos de linguagem grande.

## 9.2

### Existem diferenças regulatórias entre os EUA e o resto do mundo?

Sim, existem diferenças regulatórias significativas entre os EUA e o resto do mundo em relação à IA na saúde. Nos EUA, a FDA é o principal órgão regulador que supervisiona a aprovação e o uso da IA na saúde, com foco em segurança e eficácia. A FDA tem desenvolvido estruturas para se adaptar aos rápidos avanços na IA, enfatizando uma abordagem baseada em risco.

Em comparação, outras regiões têm seus próprios padrões e processos regulatórios. Por exemplo, a União Europeia (UE) aplica o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) para privacidade de dados, juntamente com diretrizes específicas para dispositivos médicos, impactando como a IA na saúde é desenvolvida e usada. A abordagem da UE é frequentemente mais rigorosa em termos de proteção de dados e privacidade.

Com base no sucesso da FDA em lidar com essa tecnologia inovadora, podemos esperar que outros órgãos reguladores sigam seu exemplo na regulamentação da IA na saúde. No entanto, essas diferenças ainda significam que desenvolvedores e inovadores precisam navegar por diferentes cenários regulatórios ao implantar a IA na saúde globalmente, exigindo uma abordagem personalizada para conformidade e certificação em diferentes mercados.

### 9.3

## Como a FDA lida com o progresso da IA na saúde?

Casos de uso e empresas de IA na saúde têm crescido exponencialmente nos últimos anos, e órgãos reguladores, como a FDA dos EUA e a Agência Europeia de Medicamentos (EMA), têm tentado abordar sua regulamentação e implementação. A FDA tem mostrado liderança em relação à adoção de tecnologias médicas baseadas em IA/ML, com uma estrutura específica para algoritmos baseados em IA/ML.

Devido à natureza de alto risco desses dispositivos médicos e às consequências desconhecidas do uso de IA/ML para tomadas de decisões médicas e análise de dados, a FDA tem requisitos regulatórios rigorosos para o licenciamento de dispositivos médicos. Desenvolvedores de dispositivos e algoritmos médicos baseados em IA/ML precisam passar por processos rigorosos que consomem tempo e recursos.

Antes que qualquer hardware ou software médico seja legalmente disponibilizado no mercado dos EUA, a empresa-mãe deve submetê-lo à FDA para avaliação. Para algoritmos baseados em IA/ML com fins médicos, o órgão regulador tem três níveis de aprovação: 510(k), aprovação pré-mercado e o caminho de novo, cada um exigindo critérios específicos para ser concedido.

### 9.4

## Posso acessar tecnologias médicas baseadas em IA aprovadas pela FDA?

Teoricamente, sim, mas suas chances variam dependendo da especialidade em que você trabalha. De acordo com nossa última análise de dados, a radiologia se destaca como a especialidade médica mais investida em IA, com impressionantes 531 dispositivos aprovados. Em um distante segundo lugar está a cardiologia, com 71 dispositivos. Além disso, outras especialidades (neurologia, hematologia, gastroenterologia, -urologia e oftalmologia, entre outras) têm um punhado de dispositivos. O que impulsionou a imagem a tais alturas? Bem, o aprendizado profundo encontrou um terreno fértil na radiologia, que é amplamente baseada em dados.

### 9.5

## Como seria possível regular a IA generativa?

As capacidades dos modelos de linguagem grande (LLMs) estão se expandindo além de interações baseadas em texto, para analisar imagens, documentos, notas manuscritas,

áudio e vídeo. Portanto, precisamos regular o futuro, não apenas o presente. Além disso, as estruturas regulatórias precisarão fazer uma distinção entre LLMs especificamente treinados em dados médicos e LLMs treinados para fins não médicos. Este artigo, "O Imperativo para Supervisão Regulatória de Modelos de Linguagem Grande (ou IA Generativa) na Saúde", publicado pelo The Medical Futurist com o Dr. Eric Topol na revista Nature's npj Digital Medicine, analisou os desafios e as possibilidades de regulamentação de LLMs para torná-los acessíveis para uso na saúde.

O objetivo é claro: aproveitar o potencial, minimizar possíveis danos e preservar a confiança de pacientes e provedores de saúde. Aqui estão nossas expectativas práticas para futuras regulamentações de LLMs:

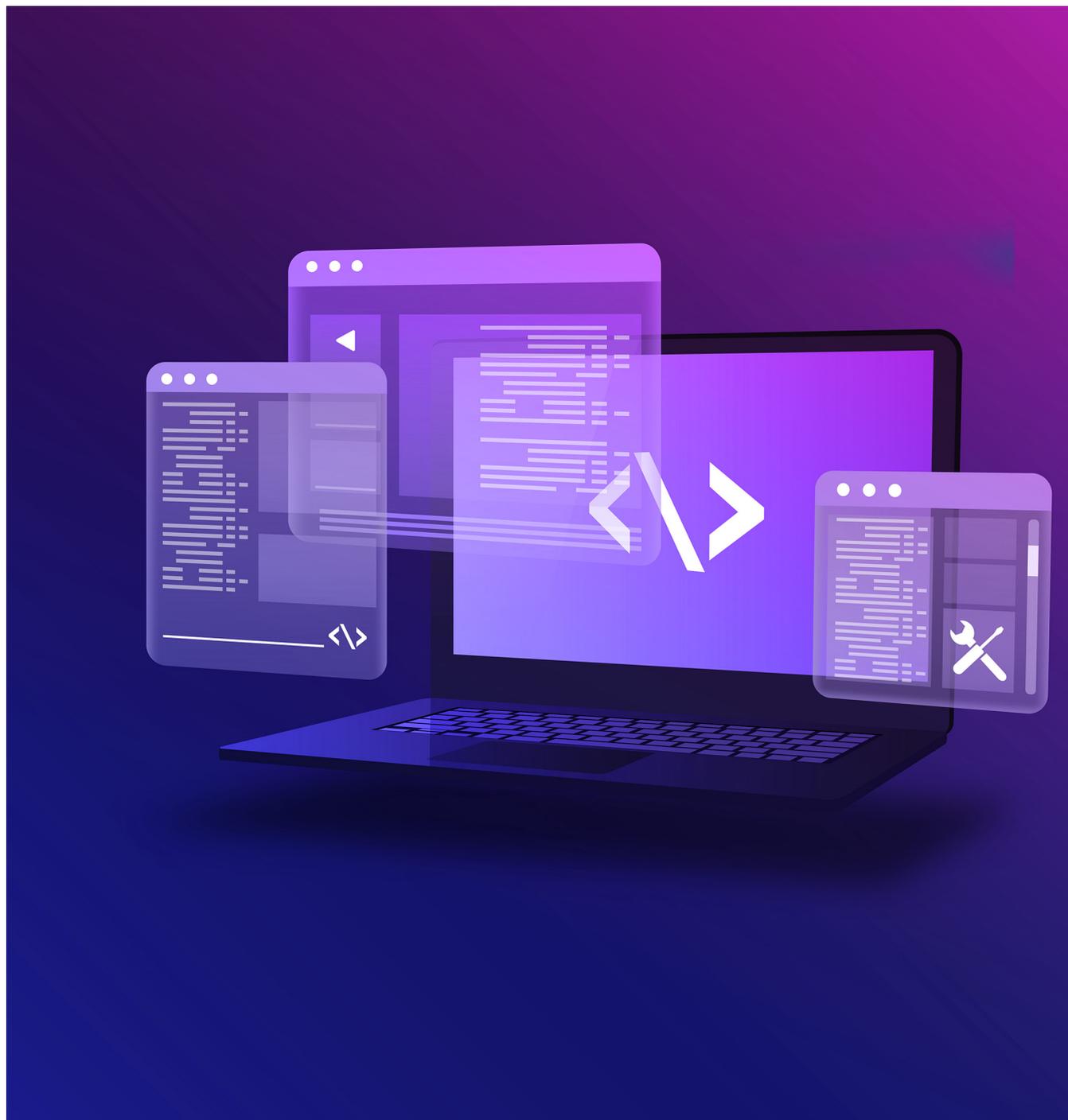
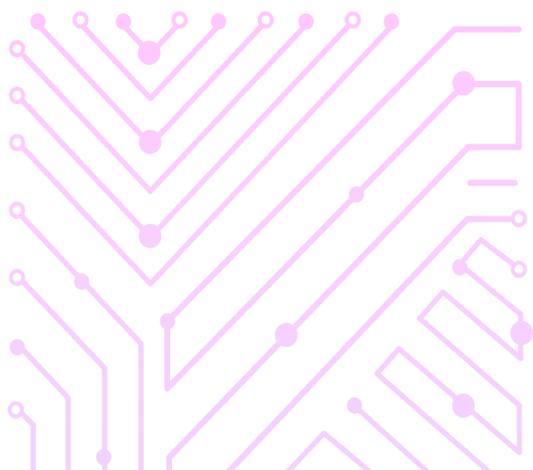
- **Criar uma nova categoria regulatória para LLMs.**
- **Fornecer orientações regulatórias para empresas e organizações de saúde sobre como podem implantar LLMs em seus produtos e serviços existentes.**
- **Criar uma estrutura regulatória que não apenas cubra interações baseadas em texto, mas também possíveis iterações futuras, como análise de áudio ou vídeo.**
- **Fornecer uma estrutura para distinguir entre LLMs especificamente treinados em dados médicos e LLMs treinados para fins não médicos.**
- **Semelhante ao Programa de Pré-Certificação de Saúde Digital da FDA, regular empresas que desenvolvem LLMs em vez de regular cada iteração individual de LLMs.**

## 9.6

# O que é software como dispositivo médico (SaMD)?

Software como Dispositivo Médico (SaMD) é uma categoria específica de software que realiza funções médicas sem fazer parte de um dispositivo médico físico. Esses programas podem rodar em plataformas de dispositivos médicos, em dispositivos de uso geral, como smartphones, tablets ou computadores, ou na nuvem. Exemplos de SaMD incluem software que analisa imagens médicas para diagnóstico, aplicativos que monitoram sinais vitais remotamente ou algoritmos que ajudam a calcular dosagens de tratamento.

Os SaMDs estão sujeitos à supervisão regulatória, assim como os dispositivos médicos tradicionais. Eles devem demonstrar segurança e eficácia e atender a padrões específicos de qualidade. O cenário regulatório para SaMD está evoluindo à medida que autoridades como a FDA dos EUA, a Agência Europeia de Medicamentos (EMA) e outros órgãos reguladores globais reconhecem os desafios e oportunidades únicos apresentados por essas ferramentas de saúde digital.



# 10

## PARA ONDE A IA NA SAÚDE ESTÁ INDO

### 10.1

## Como posso encontrar uma linguagem comum com a IA?

Diz-se frequentemente que a linguagem da IA é a antecipação. O que isso realmente significa é o seguinte: devido à natureza preditiva da IA, onde os algoritmos analisam grandes quantidades de dados históricos para identificar padrões, correlações e anomalias, a IA pode fazer previsões ou decisões sobre o que pode acontecer a seguir, prevendo a próxima palavra ou pixel. Isso é verdade no contexto do comportamento do consumidor, tendências de mercado, resultados de saúde ou até mesmo falhas mecânicas.

Se quisermos nos tornar eficientes em entender a IA e tirar o máximo proveito dessa cooperação, precisamos melhorar nossos padrões de pensamento nessa direção, desenvolvendo uma abordagem mais voltada para o futuro e nos tornando melhores em prever como diferentes entradas e condições podem influenciar o comportamento da IA. Jogos clássicos, como xadrez ou go, ou virtuais como Starcraft ou Age of Empires, são ótimas ferramentas para melhorar suas habilidades de antecipação.

### 10.2

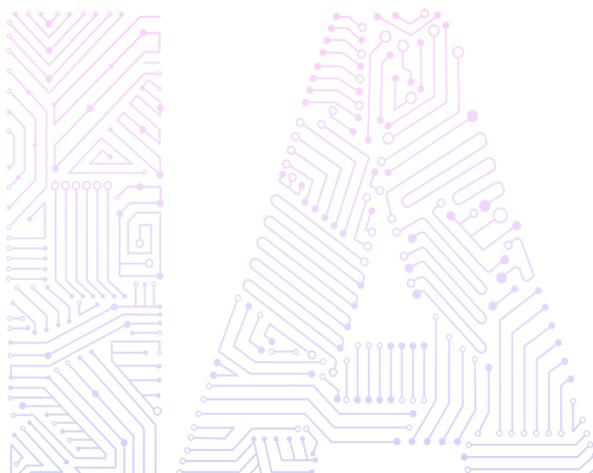
## Para onde a IA está indo e qual é a direção atual em sua evolução?

A evolução da IA está se direcionando para tecnologias mais sutis, eticamente conscientes e centradas no usuário. Uma tendência significativa é o desenvolvimento da **IA Explicável (XAI)**, que busca revelar as camadas dos processos de tomada de decisão da IA, tornando-a mais transparente e menos uma “caixa preta”. Essa mudança em direção à clareza está alinhada com um movimento mais amplo em direção à IA ética, focando em justiça, redução de vieses e garantia de que a IA sirva ao bem social sem comprometer a privacidade ou a equidade.

Além disso, os fundamentos tecnológicos da IA estão evoluindo. O **aprendizado federado**, por exemplo, está ganhando atenção por sua capacidade de treinar modelos de IA sem centralizar dados sensíveis, preservando assim a privacidade. Da mesma forma, o crescimento da Edge AI destaca uma mudança em direção ao processamento local de dados, reduzindo a dependência de sistemas baseados em nuvem e melhorando a eficiência.

E, é claro, a IA generativa representa um campo totalmente novo dentro da IA, com os LLMs (Modelos de Linguagem de Grande Escala) ganhando adoção e acessibilidade. Os LLMs multimodais também estão chegando, facilitando a interação com uma ampla variedade de modelos de IA.

Em essência, à medida que a IA continua a amadurecer, ela está se movendo em direção a tecnologias que não são apenas mais avançadas, mas também mais alinhadas com os valores humanos e as necessidades da sociedade, equilibrando inovação com responsabilidade.



### 10.3

## Por que o design centrado no paciente é crucial para influenciar o desenvolvimento da IA?

O design centrado no paciente — envolvendo ativamente os pacientes na tomada de decisões em saúde, em vez de “pensar por eles” ao tomar decisões sobre suas cabeças — é um princípio que deve se tornar a norma em relação a todos os futuros desenvolvimentos médicos, e a IA não é exceção. Para ser direto: queremos soluções que entreguem o que os pacientes realmente precisam, e não o que outros pensam que eles precisam. Embora cientificamente impecáveis, soluções médicas (aplicativos, dispositivos, serviços etc.) muitas vezes perdem pontos críticos óbvios para os pacientes — já que pesquisadores, desenvolvedores, médicos etc. não vivem com a condição específica.

O design centrado no paciente é uma abordagem de “co-design”: envolve uma ampla gama de pessoas que são especialistas em sua própria experiência e, portanto, fazem contribuições criativas que vêm da perspectiva de quem tem a necessidade. Isso leva a maiores níveis de satisfação do paciente, maior apoio e entusiasmo pela inovação e a um relacionamento melhor entre pacientes e empresas.

### 10.4

## A IA pode melhorar o engajamento do paciente e a medicina personalizada?

Se usada da maneira certa, com diretrizes e regulamentações disponíveis, a IA tem um potencial profundo para melhorar o engajamento do paciente e personalizar a medicina, criando um futuro onde os cuidados de saúde são adaptados às necessidades e preferências individuais de cada paciente.

Ao analisar grandes quantidades de dados de várias fontes, incluindo prontuários eletrônicos, dispositivos vestíveis e informações genéticas de testes caseiros, a IA pode revelar insights sobre a saúde de um paciente, ajudar a prever riscos à saúde e recomendar planos de tratamento personalizados. Esse nível de personalização melhora o engajamento do paciente ao envolvê-lo mais diretamente em sua jornada de saúde, tornando-a mais relevante para suas condições e estilos de vida específicos.

Além disso, ferramentas impulsionadas por IA, como modelos de linguagem de grande escala baseados em IA generativa para consultas de saúde instantâneas ou aplicativos que monitoram métricas de saúde em tempo real, capacitam os pacientes a assumir um papel ativo no gerenciamento de sua saúde. Essas ferramentas podem fornecer lembretes oportunos para medicamentos, oferecer sugestões de estilo de vida e até alertar os provedores de saúde sobre possíveis problemas de saúde antes que se tornem graves.

### 10.5

## Qual é o potencial da IA no futuro do diagnóstico e tratamento?

O potencial da IA no futuro do diagnóstico e tratamento é vasto e transformador. A capacidade da IA de analisar grandes conjuntos de dados com rapidez e precisão oferece um salto na identificação precoce e precisa de doenças. Por exemplo, algoritmos de IA podem examinar imagens médicas, informações genéticas e prontuários eletrônicos para detectar padrões e anomalias que podem escapar aos observadores humanos, permitindo a detecção precoce de condições como câncer, doenças cardíacas e distúrbios neurológicos.

No tratamento, o impacto da IA é igualmente profundo. Ao integrar dados do paciente com pesquisas médicas globais, a IA pode ajudar a personalizar planos de tratamento de acordo com o perfil de saúde específico de um indivíduo, melhorando os resultados. Essa abordagem personalizada pode ser especialmente revolucionária em áreas como a oncologia, onde a IA poderia adaptar planos de tratamento de câncer com base em marcadores genéticos. A IA generativa, especialmente os modelos de linguagem de grande escala, desempenha um papel importante nisso.

Além disso, as capacidades preditivas da IA podem prever a progressão de doenças, permitindo que os provedores de saúde ajustem os tratamentos de forma proativa, em vez de reativa. No gerenciamento de doenças crônicas, por exemplo, ferramentas de IA podem monitorar dados do paciente em tempo real, prevendo surtos e sugerindo intervenções para preveni-los. Você pode esperar ver mais estudos prospectivos nesse sentido.

A convergência da IA com outras tecnologias, como telemedicina e dispositivos vestíveis de saúde, amplifica ainda mais seu potencial no diagnóstico e tratamento. Essa integração permite o monitoramento contínuo da saúde dos pacientes, abrindo caminho para ajustes em tempo real nos planos de tratamento e intervenções médicas imediatas quando necessário. Essas são visões fortes e poderosas do uso da IA na saúde, mas elas só se materializarão se aprendermos a trabalhar com ela de forma ética, baseada em evidências e segura.

## 10.6

# A IA pode fazer parte de um programa que ensina você sobre a sua própria saúde no futuro?

Com certeza! A IA necessariamente se tornará parte de nossa equipe de gerenciamento de saúde se quisermos aproveitar ao máximo nossas opções. Toda a revolução da saúde digital é sobre fazer uso de nossos dados de saúde. Esses dados sempre estiveram “dentro de nós”, mas não tínhamos como acessá-los. Isso mudou com vários sensores, dispositivos vestíveis, aplicativos de smartphone e serviços diretos ao consumidor. Mas ter acesso e dar sentido a essas informações ainda não é a mesma coisa.

Os pacientes muitas vezes lutam para encontrar um uso prático para os dados de saúde digital, e os médicos também podem se sentir sobrecarregados com a quantidade de dados e informações que chegam de e sobre um paciente. E é aí que a IA entra em cena. Ela pode analisar grandes volumes de dados e ajudar a encontrar o significado por trás deles, auxiliando pacientes e profissionais de saúde.

## 10.7

# O que podemos esperar da IA na saúde nos próximos 3 anos?

Nos próximos anos, a IA desempenhará um papel maior em aplicativos voltados para o paciente, como aplicativos de verificação de pele, refinando sua precisão e expandindo a gama de condições detectáveis. Ferramentas de IA que apoiam médicos e enfermeiros em tarefas administrativas se tornarão comuns, liberando tempo para interações significativas com os pacientes. Os chatbots provavelmente evoluirão, auxiliando na avaliação inicial de sintomas e oferecendo suporte para perguntas comuns de saúde, ajudando a preencher lacunas no acesso.

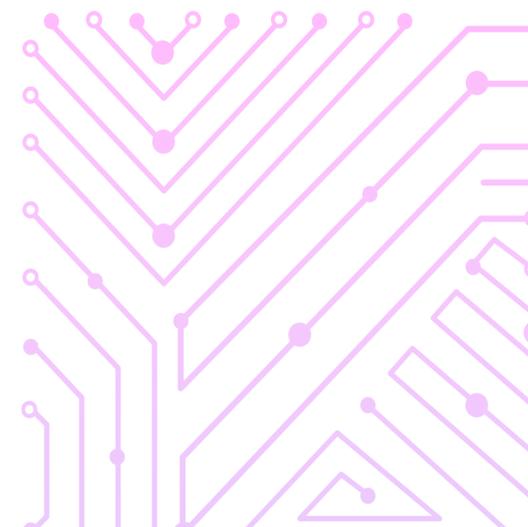
Podemos ver os primeiros usuários de ferramentas de IA generativa, como o ChatGPT, para tarefas como resumos de saúde personalizados ou materiais de comunicação com o paciente, adaptados ao nível de compreensão de um indivíduo específico. Embora o uso clínico generalizado dessas ferramentas ainda esteja um pouco distante, esperamos os primeiros pilotos e experimentações. E também podemos esperar a chegada de modelos de linguagem de grande escala multimodais — sistemas capazes de lidar com todos os tipos de entrada (incluindo texto, som, imagens, vídeos e até gestos) que podem servir como um “hub central”, a interface definitiva entre médicos e aplicações especializadas de IA.

## 10.8

# Que tipo de carreiras existem na IA em saúde?

A IA em saúde oferece uma gama fascinante e em rápida expansão de oportunidades de carreira. Campos que antes estavam a milhas de distância, agora estão convergindo para desenvolver produtos e serviços relacionados à saúde, e essa convergência cria colaborações e sobreposições nunca vistas antes. As funções não se limitam a empregos médicos tradicionais com um toque de IA — novas áreas profissionais inteiras estão surgindo. Seja sua formação em tecnologia, medicina ou algo intermediário, essa nova era pode apresentar oportunidades de carreira fascinantes.

Pense em posições como especialistas em aprendizado profundo que refinam algoritmos de IA para maior precisão, ou designers de chatbots de IA generativa que criam assistentes virtuais para pacientes. Especialistas como designers de órgãos em bioprinting podem revolucionar transplantes, enquanto especialistas em gamificação de cura unirão psicologia e tecnologia para melhorar o engajamento do paciente.

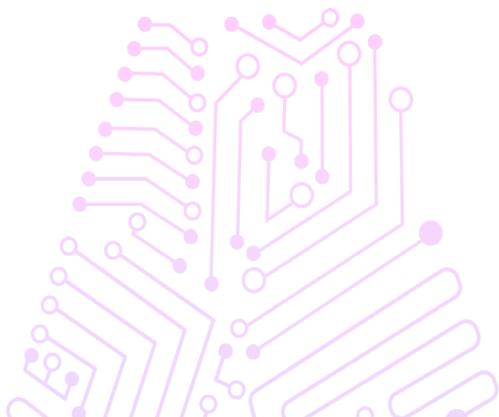
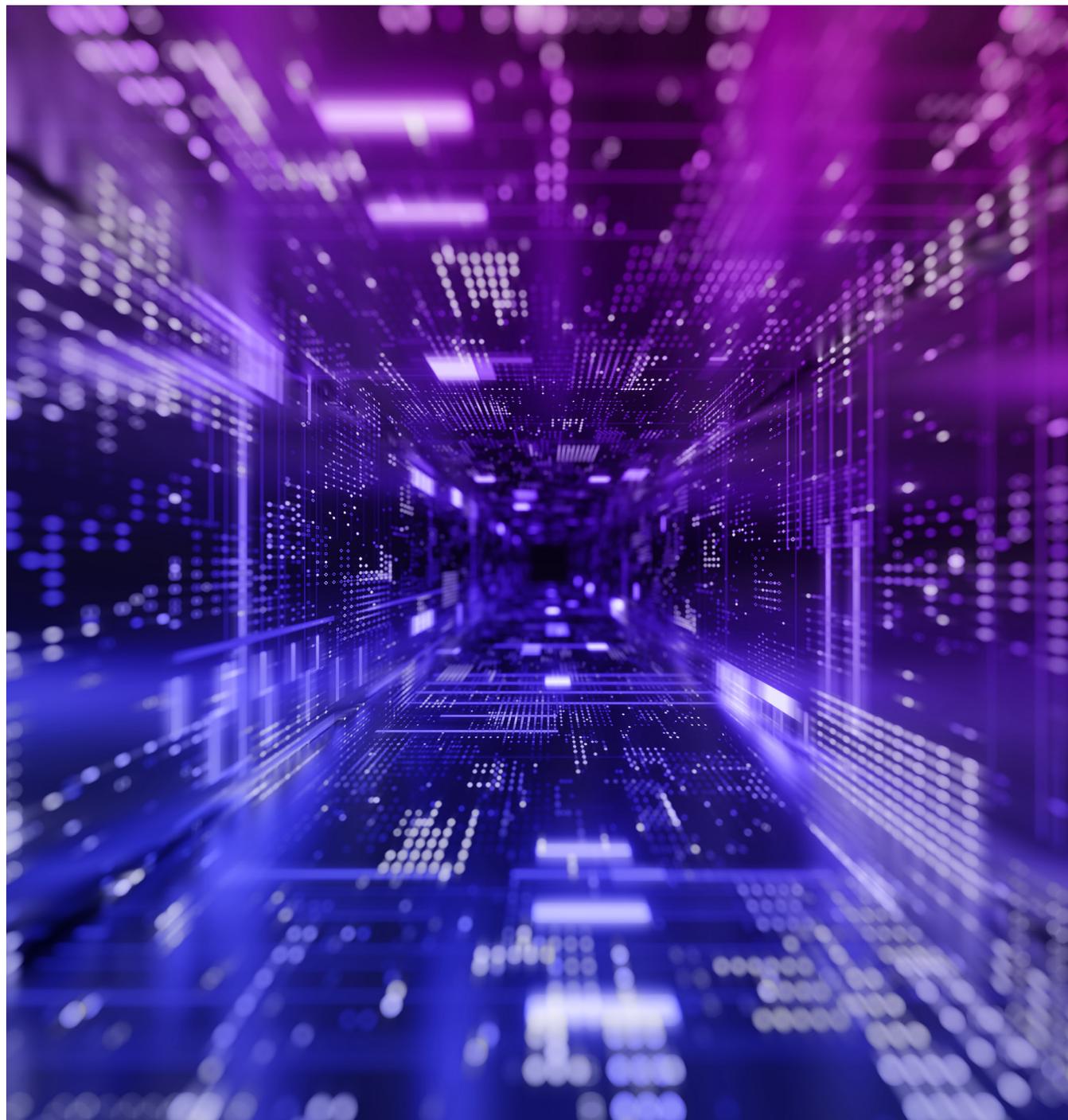


## 10.9

# Por que você deve permanecer otimista sobre o futuro da IA?

Sim, eu vejo os perigos e desafios, desde a regulamentação até os custos e a esfera privada. Ainda assim, permaneço otimista de que a IA não apenas tem um papel no futuro da medicina, mas sem ela, não seremos capazes de fornecer cuidados. Eu tenho dito isso não apenas desde a chegada do ChatGPT, mas há mais de uma década. Tenho pelo menos sete razões para o otimismo, todas explicadas em detalhes neste artigo.

Não podemos sustentar a saúde sem essa mudança de paradigma, onde a equipe médica — composta pelo paciente e pelo médico — recebe um terceiro membro: uma entidade tecnológica, a inteligência artificial. Já vemos que, eventualmente, a regulamentação alcança o ritmo e como as evidências científicas começam a fluir. Certamente, os profissionais de saúde precisarão de uma compreensão científica e confiança (semelhante à que temos em relação a uma ressonância magnética), mas isso é alcançável.



Leia mais em [metadoctors.com](https://metadoctors.com)!

Entre em contato com a equipe metaDoctors no [LinkedIn](#).

Siga o metaDoctors no [Facebook](#) ou [Instagram](#).

Inscreva-se no canal metaDoctors do [YouTube](#) para ter acesso a todos os vídeos sobre tendências, tecnologias e dispositivos que moldarão o futuro da medicina.

