

Confiança ou Conseqüências 2040

Será que as inovações em saúde
e medicina serão **suficientes?**

Robert Laubacher, MIT Center for Collective Intelligence
Jonathan Star, Scenario Insight

United States Pharmacopeia

Desde 1820, a U.S. Pharmacopeia (USP) estabelece confiança onde mais importa: nos medicamentos, nos suplementos alimentares e nos alimentos de todo o mundo.

Como uma organização independente, científica, sem fins lucrativos, que colabora com os maiores especialistas em saúde e ciência do mundo, a USP ajuda a proteger e melhorar a saúde das pessoas globalmente pelo rigor científico e através de padrões de qualidade. Pela definição de padrões, advocacia e treinamentos, a USP ajuda a ampliar a disponibilidade de medicamentos, suplementos alimentares e alimentos de qualidade a bilhões de pessoas.

A prática de saúde e medicina está mudando rapidamente e trabalhamos para garantir que as inovações revolucionárias do amanhã sejam confiáveis da mesma maneira que confiamos em medicamentos de qualidade há mais de 200 anos.

No centro de nossas realizações estão as contribuições de mais de 800 cientistas voluntários independentes e outros especialistas de todo mundo, que contribuem com seus conhecimentos para desenvolver e aprovar padrões da USP e que estão comprometidos apenas com o interesse público. Esses cientistas independentes e outros especialistas fornecem integridade pelo desenvolvimento de padrões de qualidade que ajudam a estabelecer confiança nos medicamentos em todo o mundo.

O Formulário Nacional – United States Pharmacopeia (*USP-NF*) inclui mais de 6.800 padrões de qualidade para medicamentos sintéticos e biológicos, insumos farmacêuticos ativos e excipientes (ingredientes inativos). É a fonte mais abrangente no mundo de padrões de qualidade de medicamentos, sendo usada para ajudar a garantir a qualidade de medicamentos e seus insumos, e para proteger a segurança dos pacientes. O *USP-NF* é utilizado em mais de 150 países e foi integrado às leis de mais de 40 países, incluindo nos Estados Unidos.

O ano de 2020 marca o 200º aniversário de fundação da USP. Nesses dois séculos de existência, a USP desenvolveu sua ciência e os padrões de qualidade públicos para antecipar e atender as inovações em saúde e medicina. Nosso foco na qualidade alimenta nossa visão para o terceiro século da USP e as incríveis revoluções médicas que virão com ele.

Para mais informações, acesse www.usp.org.

MIT Center for Collective Intelligence (MIT CCI)

O MIT Center for Collective Intelligence (MIT CCI) reúne docentes de todo o MIT CCI para conduzir pesquisas sobre como os avanços na tecnologia da informação estão mudando o modo como as pessoas trabalham juntas.

Esse esforço de pesquisa inédito baseia-se nos pontos fortes de organizações diversas de todo o Instituto, incluindo o MIT Sciences Media Lab, o Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, o Department of Brain and Cognitive, e o MIT Sloan School of Management.

Nossa missão é entender a inteligência coletiva em um nível profundo para que possamos criar e nos beneficiar das novas possibilidades que ela oferece. Esperamos que o trabalho desse Centro promova novo conhecimento científico em uma série de disciplinas e avanços práticos em muitas áreas de negócios e para a sociedade. As plataformas de CoLab do CCI, incluindo o Climate CoLab e o Futures CoLab, engajam grandes grupos de pessoas on-line para resolver problemas complexos e importantes para o mundo.

Inspirado em *Superminds: The Surprising Power of People and Computers Thinking Together*, de Thomas W. Malone, o Collective Intelligence Design Lab do CCI ajuda os grupos a projetar novos e inovadores tipos de sistemas coletivamente inteligentes – *Superminds* – para solucionar problemas importantes.

Para mais informações, acesse cci.mit.edu.

Índice

Resumo Executivo	2
Introdução	4
Impulsionadores de mudança	6
Forças externas	8
Tecnologias não-médicas	10
Tendências em saúde	12
Novas terapias	14



Cenários	17
Dimensionando o testado e comprovado	18
Incerteza perigosa	20
Um mundo de diferença	22
Solucionando os problemas do amanhã	24



Perspectivas de cenário sobre inovação, reguladores, padrões e confiança	26
---------------------------------------------------------------------------------	-----------

Conclusão	31
Alavancando padrões de qualidade no século XXI	



Apêndice	32
Processo de desenvolvimento de cenários	32
Agradecimentos	36

Imaginando 2020 do ponto de vista de 1992: o trabalho prévio da USP sobre cenários

O Trust CoLab não é o primeiro esforço da USP para olhar de modo reflexivo e criativo para o futuro.

Em 1992, a Conferência de Contexto Estratégico de Padrões e Informações de Medicamentos da USP 2020 reuniu 60 líderes dos setores de ciência, medicina, governo, indústria e consumidores, além de futuristas em saúde, para prever o futuro da saúde e da medicina. O ano de 2020 foi escolhido como foco, já que seria o 200º aniversário de fundação da USP. Um resumo do encontro foi publicado no livro *2020 Visions: Health Care Information Standards and Technologies*, publicado pela USP.

Os participantes foram solicitados a responder a pergunta: "Se você estivesse projetando os sistemas ideais de padrões e informações para as tecnologias da saúde em 2020, quais seriam eles?" As respostas dos participantes, além das entrevistas com especialistas da USP e de outras entidades, levaram à criação de quatro cenários com sugestões sobre como o futuro seria.

Leia mais sobre como os participantes da conferência de 1992 imaginaram a saúde e a medicina em 2020 no site usp.org/trustorconsequences.

Resumo Executivo

Em junho de 2000, uma coletiva de imprensa da Casa Branca anunciou o sequenciamento bem-sucedido do primeiro "rascunho" do genoma humano. Foi um dos maiores avanços científicos da história e possibilitou uma série de descobertas subsequentes transformadoras.

Avanços científicos, como o sequenciamento do genoma, são vitais para o progresso, e as inovações que se seguiram trouxeram melhorias notáveis à condição humana. Mas para que as inovações sejam amplamente adotadas, as pessoas precisam confiar que essas são seguras e que farão o que prometem. Isso é especialmente verdadeiro no domínio da saúde e da medicina.

Hoje, 20 anos após o mapeamento do genoma humano, a possibilidade de que as informações genéticas sejam pareadas com as novas tecnologias da informação - especialmente, a capacidade de coletar, processar e analisar imensos armazenamentos de dados com a ajuda da inteligência artificial - oferece a promessa de avanços médicos ainda mais inovadores nas próximas décadas.

O que trarão os próximos 20 anos? As descobertas médicas previstas se materializarão ou nossas grandes esperanças serão frustradas? O que acontecerá com as discrepâncias no acesso à saúde que existem atualmente, tanto dentro como entre países? Será que elas continuarão ou o acesso será ampliado? Qual será o impacto na saúde de forças externas a medicina e assistência à saúde, como a mudança climática e a polarização política? Quais influências as tendências econômicas e tecnológicas, como o comércio eletrônico e as redes sociais, podem

ter na medicina e saúde? Daqui a vinte anos, na esteira das mudanças que podem ter acontecido, as pessoas serão capazes de confiar que a assistência à saúde que recebem e os medicamentos que consomem são seguros e eficazes?

Para responder a essas perguntas, a U.S. Pharmacopeia (USP) e o MIT Center for Collective Intelligence (MIT CCI) lançaram em conjunto o Trust CoLab, uma plataforma on-line que reuniu mais de 100 especialistas do mundo todo, representando uma ampla gama de disciplinas, para refletir sobre o futuro da confiança na saúde. A ação foi tomada como o ponto central da comemoração do 200º aniversário da USP.

Os participantes do Trust CoLab foram conduzidos por um processo estruturado de quatro semanas. Primeiro, eles identificaram os impulsionadores de mudanças que poderiam moldar o futuro e avaliaram qual desses impulsionadores teriam o maior potencial de influenciar a medicina e a saúde. Os participantes então contribuíram com ideias sobre como essas forças poderiam atuar nos próximos 20 anos. As contribuições serviram como insumos para a construção de cenários - um conjunto de histórias alternativas - sobre as formas em que a medicina e a saúde podem evoluir entre agora e 2040.

Do exercício surgiram quatro narrativas de cenários que descrevem potenciais futuros:



Expansão do testado e comprovado.

Uma série de crises contínuas estimulam a colaboração global eficaz para abordar amplamente questões de saúde. Enquanto isso, os avanços médicos baseados em *big data* e inteligência artificial ocorrem gradualmente e são implementados de forma incremental. Como resultado, o foco está no atendimento básico, fornecido a todos.



Incerteza perigosa.

Problemas com *big data* e inteligência artificial levam a falhas devastadoras na saúde. A distribuição desigual de acesso significa que apenas os ricos recebem os tratamentos mais avançados, enquanto a população mais humilde recorre a terapias informadas pelos costumes tradicionais. A eficácia e segurança da medicina científica é posta em causa.



Um mundo de diferença.

A aplicação bem-sucedida de *big data* e inteligência artificial leva a avanços rápidos na medicina personalizada e na prevenção, diagnóstico e tratamento com base na informação genética. Nem todos têm acesso aos frutos dessas inovações. Disparidades entre e dentro das nações perpetuam uma dinâmica entre “tem” versus “não tem”.



Solucionando os problemas do amanhã.

A inovação inteligente e deliberada é amplamente distribuída. Os avanços em *big data* e inteligência artificial ajudam a criar ferramentas de diagnóstico genético eficazes e acessíveis que são aplicadas no mundo todo. As doenças se tornam mais previsíveis e informadas por novos dados sobre as razões de ocorrerem, o foco da atenção à saúde evolui para priorizar a prevenção. Novos tratamentos também surgem. Os avanços tecnológicos não só levam a novas terapias notáveis, mas também contribuem para conter aumentos nos custos de saúde.

Esses cenários não são previsões sobre o que acontecerá, em vez disso, são narrativas sobre o que poderia acontecer. Eles se destinam a abrir a mente das pessoas e expandir seu pensamento sobre as possibilidades futuras, para induzir uma melhor tomada de decisão no presente.

Após o desenvolvimento das narrativas de cenários, um resumo delineou o que cada futuro potencial poderia trazer em quatro áreas de particular relevância: o foco da inovação médica, a posição dos reguladores, os padrões de alavancagem e o status de confiança.

O foco da inovação varia de uma busca do “Velho Oeste” das terapias mais avançadas, em um extremo, a uma ênfase em formas criativas de fornecer terapias testadas e comprovadas, no outro. A posição dos reguladores e das organizações de definição de padrões também varia amplamente nas narrativas de cenário. Em alguns futuros, eles são centrais, construindo a infraestrutura institucional que permite uma ampla cooperação global; em outras, são marginalizados, lutando em uma ação de retaguarda contra a proliferação de tratamentos médicos inseguros e

ineficazes. Em alguns dos cenários, a confiança permanece alta entre todos os *stakeholders*; em outros, torna-se bifurcada ou fragmentada.

Em conclusão, o exercício sugeriu que uma ampla gama de padrões de formas - incluindo padrões em campos fora dos que agora são importantes - poderiam contribuir para garantir a confiança na saúde e na medicina do século XXI.

O objetivo da USP e do MIT CCI com este relatório, e com as atividades planejadas como parte da celebração do 200º aniversário da USP, é encorajar um diálogo robusto e esclarecedor sobre a confiança nos medicamentos e estimular a reflexão entre os *stakeholders* da área de saúde sobre como todos nós podemos trabalhar juntos para assegurar a preservação dessa confiança no futuro.

Introdução



Enquanto nos preparamos para a próxima onda de avanços radicais, devemos trabalhar para garantir que a confiança e a qualidade continuem sendo os pilares desses avanços.

Em 2020, no 20º aniversário do sequenciamento do genoma humano, nós estamos experimentando avanços rápidos e profundos na medicina. Novas tecnologias e tratamentos - como terapias genética e com células-tronco, medicina de precisão, imunoterapia, diagnóstico por inteligência artificial, terapia digital e impressão 3D - chegaram ou estão a caminho. Enquanto nos preparamos para a próxima onda de avanços radicais, devemos trabalhar para garantir que a confiança e a qualidade continuem sendo os pilares desses avanços.

Atualmente, a confiança está em uma posição precária em muitos setores, incluindo na ciência e na medicina. Manchetes recentes relatam o maior surto de sarampo nos EUA em 25 anos, resultante em parte de muitos pais não vacinarem seus filhos contra essa doença. A preocupação com o aumento nos custos dos medicamentos é um tópico importante de discussão na campanha eleitoral dos EUA neste ano eleitoral. Para ajudar as pessoas a abraçar a descoberta e encorajar o desenvolvimento da próxima geração de terapias, devemos trabalhar coletivamente para construir confiança no futuro da medicina.

É por isso que a U.S. Pharmacopeia (USP) e o MIT Center for Collective Intelligence (MIT CCI) se uniram para lançar o Trust CoLab, uma plataforma digital que reuniu um grupo de mais de 100 líderes globais em ciência e medicina para estabelecer um diálogo estruturado sobre os desenvolvimentos que poderiam moldar a saúde da população entre agora até o ano de 2040. O objetivo do projeto é obter uma compreensão mais profunda da importância da confiança em garantir a escala e ampla disponibilidade de inovação futura na saúde e na medicina, com a promessa de melhores resultados na saúde em todo o mundo.

Nota do editor: O principal exercício do Trust Colab ocorreu de outubro a novembro de 2019, antes da pandemia do novo coronavírus (COVID-19).

USP e MIT CCI, trabalhando estreitamente com Jonathan Star, um experiente facilitador de cenários, convidaram os especialistas a responder a seguinte questão:

Quais desenvolvimentos moldarão a saúde da população entre agora e 2040, e como a confiança será crítica para garantir que esses desenvolvimentos ajudem as pessoas em todos os lugares a viver mais e com mais saúde?

Havia uma justificativa específica por trás de cada parte da questão:

Quais desenvolvimentos moldarão a saúde da população ...

Os participantes foram convidados a imaginar os muitos fatores que poderiam moldar a saúde futura: não apenas os avanços tecnológicos e científicos, mas também as mudanças potenciais no comportamento das pessoas ou nos desenvolvimentos econômicos e ambientais.

... entre agora e 2040 ...

Os participantes foram convidados a explorar possibilidades para os próximos 20 anos. Alguns desenvolvimentos podem ser previsíveis ou prováveis dentro desse prazo. Outros podem ser altamente incertos ou difíceis de imaginar agora. A USP e o MIT CCI queriam capturar todas essas possibilidades.

... e como a confiança será crítica ...

Os participantes foram convidados a considerar como a confiança na medicina e na saúde pode evoluir ao lado de possíveis desenvolvimentos que moldarão a saúde das pessoas. A USP e o MIT CCI convidaram os participantes a olhar através dos setores e geografias e a refletir sobre quais fatores podem afetar a confiança na medicina e na saúde no futuro.

... para garantir que esses desenvolvimentos ajudem as pessoas em todos os lugares a viver mais e com mais saúde?

Os participantes foram convidados a considerar as seguintes questões-chave: Como será a confiança na

medicina e na saúde em todo o mundo em 20 anos? Como podemos garantir que os enormes avanços na ciência, medicina e saúde sejam acessíveis e tragam o máximo de benefícios para todos ao redor do mundo?

A USP e o MIT CCI orientaram os participantes por meio de um processo estruturado de quatro fases, sendo convidados a sugerir quais impulsionadores de mudança poderiam afetar o futuro da confiança na medicina e na saúde, e a votar nas que acreditavam ter maior impacto. Com base nessas informações, os participantes responderam a uma série de perguntas estruturadas que serviram para dar corpo às histórias sobre futuros potenciais que poderiam surgir. As contribuições enviadas ao longo do exercício foram então sintetizadas neste relatório.

O que segue está dividido em quatro principais seções:

- Impulsionadores específicos de mudanças que os participantes imaginaram que moldarão a confiança na saúde e na medicina nas próximas duas décadas
- Narrativas de cenários - quatro narrativas sobre possíveis futuros que podem surgir - com base nas respostas dos participantes a perguntas estruturadas
- Perspectiva de cenário sobre inovação, regulamentos, padrões e confiança
- Conclusões do exercício sobre maneiras potenciais de alavancar os padrões baseados em ciência no século XXI

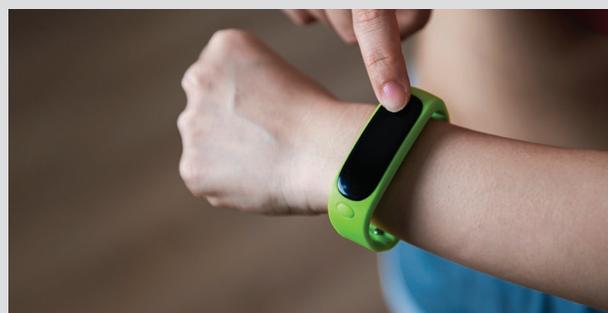
Impulsionadores de mudança

1 Durante a segunda fase do exercício, os participantes foram apresentados a 29 grupos de impulsionadores, organizados em quatro categorias abrangentes:



Forças externas

Forças amplas que moldarão o futuro e provavelmente terão um grande impacto na assistência à saúde/medicina



Tecnologias não relacionadas à saúde

Tecnologias desenvolvidas em outros setores com potencial significativo para impactar a assistência à saúde/medicina



Tendências em saúde

Desenvolvimentos futuros previstos no campo médico/sistema de saúde



Novas terapias

Novas maneiras de tratar pacientes que devem surgir, incluindo terapias baseadas em medicamentos tradicionais e em modalidades, como modificação genética, terapias celulares e pacotes de sensores/aplicativos

2 Participantes foram convidados a votar nos grupos de impulsionadores que eles acreditavam ter mais impacto na saúde da população até o ano de 2040. Dezoito itens foram considerados como os de maior impacto potencial.

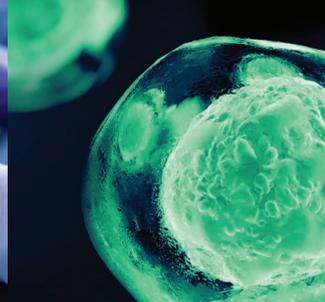
			
<p>Forças externas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pressões e respostas ambientais • Desigualdade entre e dentro de países • Mudanças na economia mundial • Mudanças demográficas, migração e urbanização 	<p>Tecnologias não relacionadas à saúde</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possíveis benefícios do <i>big data</i> • Inteligência artificial para diagnóstico e tratamento • Sensores vestíveis e miniaturizados • “Amazonização” da saúde (ou seja, oferta de atendimento on-line, na casa ou no escritório do paciente) • Autocuidado pela web 	<p>Tendências em saúde</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processo de desenvolvimento e aprovação de medicamentos • Força de trabalho na saúde • Reforma da assistência à saúde • Estrutura da indústria de saúde 	<p>Novas terapias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico e terapias genéticas • Medicina personalizada • Bem-estar, prevenção e cuidados holísticos • Saúde mental • Nutrição e alimentos

Figura 1: Grupos de impulsionadores identificados pelos participantes como tendo o maior impacto potencial no futuro



Impulsionadores de mudança

Forças externas

Os participantes destacaram quatro grupos de amplas forças fora da assistência à saúde/medicamentos que eles consideraram prováveis desencadeadores de grandes impactos na saúde. Os dois primeiros foram considerados como os de maior impacto e atraíram a maioria das contribuições dos participantes; os dois últimos, embora também vistos como importantes, não atraíram o mesmo nível de atenção.

O primeiro grupo foi **pressões e respostas ambientais**. Muitos contribuintes identificaram como as mudanças climáticas podem afetar a saúde e a medicina no futuro. As doenças transmitidas por insetos podem se tornar mais prevalentes em regiões anteriormente temperadas, e pode haver mais doenças ligadas à desidratação causada pela escassez de água, e o aumento de casos de câncer de pele devido à redução da camada de ozônio e maior exposição ultravioleta. Também estão previstos surtos de doenças transmissíveis entre migrantes do clima em campos de refugiados lotados. Mais desastres

climáticos ou conflitos intensificados entre nações, desencadeados por mudanças climáticas, podem causar tensões significativas nos sistemas de saúde.

O clima extremo também pode tornar as pessoas mais sedentárias, resultando em aumento de doenças cardiovasculares, obesidade e diabetes. Pragas recém-virulentas e reduzida área adequada para agricultura têm o potencial de levar à escassez de alimentos. Outra possibilidade preocupante foi mencionada: E se níveis mais altos de doença entre as populações de galinhas pudessem causar uma falta de ovos saudáveis para a cadeia de suprimentos, resultando em escassez de vacinas para gripe, febre amarela e SCR (sarampo, caxumba, rubéola)?

Além da mudança climática, alguns participantes observaram como a poluição – especialmente os microplásticos e as toxinas presentes no lixo eletrônico – poderia afetar a saúde no futuro.

Embora os desafios ambientais estejam previstos pelos próximos 20 anos, também devemos esperar muitas possíveis respostas. Uma pode ser uma mudança em direção a uma economia circular, baseada na reutilização, em vez de produzir novos bens a partir de matérias-primas. Isso pode afetar o sistema de saúde especificamente ao restringir plásticos de uso único. Isso também poderia forçar fornecedores e fabricantes de dispositivos médicos a desenvolver materiais biodegradáveis ou depender

da reciclagem. Também poderíamos ver a substituição de produtos químicos tóxicos/perigosos por alternativas ecológicas/sustentáveis nos laboratórios médicos e a adoção de medidas para reduzir o impacto de produtos farmacêuticos no fluxo de resíduos.

Os participantes também identificaram a **desigualdade entre e dentro de países** como uma fonte de futuros impactos na saúde. Os impulsionadores dessa categoria se dividem em duas grandes direções: alguns participantes visualizam um futuro de desigualdades ainda maiores; outros preveem maior igualdade.

Os participantes identificaram uma série de impulsionadores que sugerem uma maior desigualdade no futuro. As disparidades na renda, educação e cobertura de saúde podem continuar, afetando o acesso aos cuidados. As regiões mais pobres podem experimentar

de medicamentos para tratar doenças negligenciadas e resistência antimicrobiana; aceitação dos governos nacionais no empenho das Nações Unidas para alcançar a assistência à saúde universal e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados com a saúde; uso de plataformas on-line para promover um diálogo aberto e participativo que poderia facilitar o desenvolvimento de políticas mais inclusivas; e mais igualdade de gênero, que está associada com melhores resultados de saúde na população como um todo, especialmente nas nações em desenvolvimento.

O terceiro grupo de impulsionadores, **mudanças na economia global**, enfoca principalmente o crescimento econômico mais rápido previsto para as economias emergentes. Vários participantes observaram que com o advento de uma grande classe média na China, Sul da



uma difusão mais lenta dos avanços médicos. Os dados de pesquisa usados para desenvolver novos avanços podem apresentar vieses (por exemplo, no momento, 80% dos dados genéticos disponíveis para os pesquisadores são sobre caucasianos). Podemos continuar a ver uma falta de conscientização sobre os impactos na saúde (por exemplo, os benefícios de uma dieta saudável) entre os menos privilegiados.

Além disso, a economia da saúde poderia incentivar pesquisadores médicos e empresas farmacêuticas a negligenciar doenças, como dengue e chikungunya, que são prevalentes em alguns países em desenvolvimento, mas não em nações desenvolvidas. Finalmente, muitos participantes estavam preocupados com um futuro de divisões de “classe” baseado no DNA das população, com discriminação contra pessoas vistas como tendo perfis genômicos “inadequados”, por serem suscetíveis a doenças específicas. Os participantes também observaram que as desigualdades existentes fora do sistema de saúde, como a disponibilidade de ar limpo e acesso a água potável/saneamento adequado, continuarão a influenciar a saúde.

Alternativamente, os participantes identificaram alguns avanços que poderiam contribuir para uma maior igualdade nos resultados de saúde. Nos próximos 20 anos, poderemos ver um ativismo bem-sucedido que promove maior justiça econômica; países mais ricos ajudando a subsidiar avanços na saúde em países em desenvolvimento; novos modelos para o desenvolvimento

Ásia, África e América Latina, espera-se que os gastos em saúde aumentem significativamente nessas nações pelas próximas duas décadas. Os países mais pobres do mundo também apresentam o crescimento populacional mais rápido, assim a demanda pela saúde sem dúvida também aumentará nestes países. A China provavelmente se tornará o maior mercado de saúde do mundo; alguns participantes questionaram se ela também se tornaria o centro de gravidade mundial em inovação médica. Visualizando o mundo como um todo, alguns participantes levantaram a perspectiva de um mercado verdadeiramente global para produtos farmacêuticos, possibilitado por padrões internacionais harmonizados.

O grupo final de impulsionadores dessa categoria, **demografia, migração e urbanização**, enfoca a idade e os de padrões assentamento das populações. Nas economias avançadas, o envelhecimento da população, impulsionado pelo aumento da expectativa de vida, levará a mais doenças crônicas e a desafios na prestação de cuidados aos idosos. Em contraste, pode-se esperar que os países em desenvolvimento tenham um quadro crescente de jovens. Os participantes identificaram como a migração está criando fissuras culturais e uma reação contra a diversidade em alguns países, enquanto a urbanização está remodelando atitudes e estilos de vida em todo o mundo. Um exemplo do último é a crescente adoção de dietas ocidentais por cidadãos de países em desenvolvimento que se mudam do interior para as cidades. ●



Impulsionadores de mudança

Tecnologias não relacionadas à saúde

As tecnologias desenvolvidas fora do campo médico foram consideradas como tendo um grande impacto potencial, pois os participantes previram que elas serão aplicadas diretamente no setor de saúde. As três tecnologias que os participantes acreditam ter o maior impacto potencial na saúde da população são **big data**, **inteligência artificial (IA)**, **sensores vestíveis e miniaturizados**. Como essas tecnologias estão intimamente conectadas, os participantes acreditam que elas serão usadas em combinação.

Big data e IA - implantados em conjunto - têm o potencial de permitir um diagnóstico e tratamento muito mais eficientes e precisos, bem como medidas preventivas de saúde mais eficazes. A IA consultará repositórios de dados de saúde genéticos e eletrônicos para encontrar novos padrões, levando ao desenvolvimento de novas terapias.

As aplicações iniciais de IA já auxiliam profissionais da saúde no diagnóstico de doenças e na recomendação de planos de tratamento. A IA tem o potencial de reduzir erros e o esforço humano necessário para tomar decisões. Isso pode levar, a longo prazo, às mudanças

na composição do campo dos profissionais da saúde. Devemos esperar que todos os profissionais da saúde precisem se tornar mais familiarizados com os dados e que haverá oportunidades crescentes para novos tipos de profissionais trabalharem com dados na área de saúde. Por exemplo, os participantes previram que será necessário menos radiologistas, enquanto haverá mais profissionais de dados e mais especialistas em *machine learning* para criar e atualizar algoritmos que os médicos confiam.

A IA também pode permitir previsões mais precisas sobre o comportamento futuro das pessoas, o que pode estimular uma maior adesão aos regimes de tratamento e uma melhor assistência aos problemas de saúde mental. Diante desses desenvolvimentos, os participantes notaram que um novo conjunto de regras precisaria ser estabelecido para governar o uso da IA na saúde. Em particular, foram expressas preocupações sobre a privacidade de dados e questões éticas que surgem com o uso de sistemas de IA.

A saúde da população pode ser transformada por sensores vestíveis sem toque ou implantáveis. Sensores ubíquos permitiriam o monitoramento contínuo da condição de saúde de um paciente (por exemplo, monitoramento contínuo dos níveis de glicose para diabéticos ou coleta de dados sobre a condição do coração de um paciente cardíaco). Sensores integrados podem reagir a mudanças nas condições internas, como pH e alterar a forma como um medicamento é liberado, então é mais provável que tenha um efeito positivo.

Alguns participantes até previram um futuro em que o dispositivo portátil de uma pessoa pode servir como um mini laboratório para realizar exames de sangue ou validar a qualidade de uma prescrição. A presença generalizada de sensores vestíveis/mplantados pode facilitar o recrutamento e a inscrição de indivíduos em ensaios clínicos virtuais. Os aplicativos móveis recentes são um exemplo inicial que demonstra o potencial dessa abordagem.

Alguns participantes observaram que muitas dessas oportunidades só serão concretizadas se forem tomadas medidas para facilitar a coleta e o uso apropriado de dados médicos e para garantir a integridade e interoperabilidade de dados. Os dados teriam que ser armazenados na nuvem (em vez de silos em sistemas de provedores individuais) e em repositórios, com proteções de privacidade adequadas, que sejam acessíveis abertamente para as partes que prometem fazer o bom uso deles.

Um mundo de *big data*, no entanto, apresenta riscos à privacidade dos pacientes. Podemos esperar novas estruturas de governança para aprimorar as regras de coleta, armazenamento e uso de dados médicos. Para serem mais eficazes, essas estruturas terão que ser estendidas para funcionar em uma escala global. A segurança cibernética será crítica, alguns dados médicos importantes serão coletados e armazenados em dispositivos pessoais, projetados para consumidores, e que atualmente não estão configurados para permitir proteções de segurança rigorosas.

A combinação de *big data*, IA e sensores ubíquos cria a perspectiva de um ambiente muito mais rico em informações. Isso poderia levar a modelos de negócios radicalmente novos no setor de saúde. Pode-se imaginar provedores oferecendo serviços de saúde subsidiados por troca de dados dos pacientes. As seguradoras podem definir seus preços com base nos hábitos de saúde medidos das pessoas, da mesma forma que as seguradoras de automóveis agora oferecem “descontos para bons motoristas” aos clientes que estejam dispostos a ter seus hábitos de direção monitorados por um aplicativo móvel.

Alguns participantes analisaram esses desenvolvimentos e identificaram uma consequência não intencional potencialmente significativa. Se os aplicativos de IA se tornarem tão poderosos quanto o esperado, isso pode levar a uma redução significativa no número de empregos em categorias com salários médios a altos fora do setor de saúde. Em países que dependem amplamente de seguradoras privadas de saúde, isso pode reduzir o tamanho do pool de risco da classe média, cujos prêmios de seguro são necessários para manter o sistema de saúde viável.

Dois outros grupos de impulsionadores enfocam como os pacientes podem ter acesso à saúde de forma mais imediata e prática. O primeiro é a perspectiva de que a saúde da população possa ser moldada pela **“Amazonização” na saúde**, um impulso dos provedores para oferecer conveniência aos pacientes, tornando o atendimento acessível em locais próximos das residências e dos escritórios, ou por meio de interações virtuais. Empresas de tecnologia como a Amazon criaram experiências de usuário notavelmente poderosas e imediatas para seus clientes. A expectativa de que outras empresas ofereçam experiências semelhantes está fluindo para outras partes da economia, já que os consumidores esperam serviços mais personalizados e responsivos.

Os participantes destacaram como se espera que a telemedicina se torne cada vez mais prevalente, especialmente em países de baixa e média renda, onde viajar para os centros de saúde pode ser difícil devido à falta de infraestrutura de transporte. A perspectiva de cirurgia robótica remota em tais ambientes é outra possibilidade. Da mesma forma, no futuro, as farmácias podem entregar os medicamentos aos clientes da mesma forma que um pacote é entregue pela Amazon - por caminhão ou por drone.

O segundo é o **autocuidado pela web**, que se refere à explosão de informações sobre cuidados de saúde disponíveis on-line. Os pacientes estão cada vez mais conscientes das condições de saúde e doenças com base no que leem na internet. Os participantes vislumbraram a perspectiva de um subconjunto de pacientes, ao longo do tempo, adotando uma mentalidade do tipo faça você mesmo sobre os cuidados de saúde, já que eles se sentiriam menos dependentes dos profissionais prestadores de cuidados. Esse efeito pode ser potencializado se observarmos o surgimento de biohackers locais, capazes de sintetizar substâncias terapêuticas localmente e com baixo custo. Esse autocuidado pode ser incentivado ainda mais por aplicativos que se baseiam em informações de sensores pequenos e vestíveis.

Mais informações on-line também devem aumentar o risco de disseminação de informações incorretas. Já vemos esse perigo no que se refere às vacinações. A assistência à saúde pode ser afetada enquanto atores malignos atacam pacientes crédulos, promovendo tratamentos ineficazes - os equivalentes do século XXI às curas de óleo de cobra vendidas aos clientes crédulos do século XIX. Dados esses riscos, pode haver um contra-ataque, resultando em uma demanda por terceiros que atuem como árbitros neutros, validando quais informações de saúde baseadas na web são confiáveis e quais não são. ●



Influenciadores de mudança

Tendências em saúde

Os participantes identificaram quatro principais tendências na saúde que provavelmente impulsionarão a mudança e, por fim, afetarão a saúde da população: um movimento no processos de aprovação de medicamentos de binários para condicionais, mudanças na força de trabalho em saúde, reforma de políticas e mudanças na estrutura da indústria.

Um grupo de impulsionadores diz respeito aos **processos de desenvolvimento e aprovação de medicamentos**.

Muitos participantes preveem uma mudança da atual abordagem binária (aprovado/não aprovado) para um processo mais condicional e graduado. Eles imaginam como as autorizações incrementais podem ocorrer para grupos cada vez maiores de pacientes, informados por dados coletados e analisados em cada etapa. Os pacientes teriam mais capacidade de se voluntariar para testes e fornecer seus próprios dados em ensaios de *real-world evidence*, o que ofereceria resultados mais rápidos do que em ensaios tradicionais. As agências reguladoras poderiam então usar essas informações para

avaliar novos medicamentos. Alguns participantes, no entanto, expressaram preocupação de que permitir que os pacientes tenham acesso às terapias nos estágios iniciais de desenvolvimento poderia levar a problemas de segurança imprevistos.

Os ensaios clínicos também podem ser transformados pela IA e modelagem genética. Essas tecnologias podem reduzir a necessidade de seres humanos participarem de testes, realizando simulações sofisticadas baseadas em software para prever o provável impacto das novas terapias propostas. Os processos de aprovação iterativos e baseados em modelagem podem reduzir significativamente os custos de desenvolvimento de medicamentos.

Os participantes também identificaram a possibilidade de um processo de aprovação mais globalmente integrado, envolvendo cooperação, primeiro entre reguladores da América do Norte, Europa e Ásia e, posteriormente, da América Latina e África. Eles previram aprovações globais simultâneas, com base na totalidade de evidências em ensaios clínicos multirregionais e no aumento do número de membros no International Council for Harmonization of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use – ICH. Isso resolveria o atraso que existe atualmente em algumas economias emergentes, especialmente na Ásia. Os participantes também esperam que os governos otimizassem o processo regulatório para as emergentes tecnologias digitais de saúde.

No futuro, os processos de descoberta também poderão se transformar pelos bioinovadores que trabalham em laboratórios locais. A disponibilidade de espaços para laboratórios comunitários e a disseminação de um *ethos* de código aberto, do tipo promovido por desenvolvedores de software, pode permitir que os biocientistas cidadãos façam avanços importantes. Essa descoberta regional pode ser habilitada e potencializada pelo surgimento de capacidades de microfabricação, em que pequenos laboratórios poderiam localmente sintetizar biomedicamentos e imprimir em 3D produtos farmacêuticos tradicionais.

O próximo grupo de impulsionadores visto como tendo um grande impacto diz respeito à mudança da **força de trabalho na área de saúde**.

Vários participantes viram uma potencial escassez futura de profissionais de saúde, afetando a saúde da população. Em países desenvolvidos, isso poderia ser impulsionado por uma demanda crescente de populações envelhecidas, juntamente com questões de compensação e esgotamento que afetam a oferta de prestadores de atenção primária. Um participante identificou especificamente o problema do alto custo da faculdade de medicina nos EUA, observando que uma solução potencial poderiam ser programas financiados por filantropia, recentemente iniciados em várias escolas de medicina e que eliminam a necessidade de empréstimos maciços. Os países em desenvolvimento também podem sofrer escassez de cuidadores devido à falta de infraestrutura para treinamento.

Os comentários de alguns participantes, entretanto, vão na direção oposta; eles observaram que a telemedicina poderia resolver a escassez localizada de prestadores. A tecnologia também foi vista como potencialmente ajudando a falta de pessoal. Ferramentas de IA e robôs podem assumir algumas tarefas atualmente realizadas por profissionais de saúde, liberando-os para tarefas que exigem habilidades que apenas os humanos possuem. Os farmacêuticos comunitários também demonstraram que podem assumir um papel mais importante para garantir que os pacientes cumpram os regimes de tratamento.

Outro grupo de impulsionadores, **reforma da saúde**, descreve como os sistemas de saúde de muitos países estão sob pressão, sendo que essa pressão só deverá crescer nos próximos anos. Em alguns países, os maiores desafios envolverão a necessidade de oferecer acesso à saúde a um custo mais baixo para a população mais humilde; em outros, o principal ímpeto para a reforma serão as pressões orçamentárias, especialmente à luz das onerosas novas terapias e das necessidades crescentes de populações em envelhecimento.

Muitas abordagens de reforma já estão sendo consideradas. Elas incluem atendimento centrado no paciente, atendimento baseado em valor (ou seja, estrutura de custos baseada em melhores resultados de saúde),

medidas para reduzir o custo de produtos farmacêuticos (especialmente nos EUA), medidas para reduzir litígios médicos, maior confiança na avaliação de tecnologias de saúde, novos modelos de compensação e remuneração equitativa. Outros participantes observaram a importância de mudar o foco para a prevenção, não apenas ao lidar com pacientes individuais, mas também em como os recursos públicos são alocados para aprimorar a saúde, incluindo investimentos proativos que podem alavancar os determinantes sociais da saúde, como melhores oportunidades de emprego, educação e habitação acessível. Os participantes esperam que a maioria dos sistemas de saúde realizem alguma combinação dessas reformas nos próximos 10 ou 20 anos.

Um grupo final de tendências relacionadas ao sistema de saúde abordou as questões da **estrutura do setor de saúde**. Os participantes imaginaram vários desenvolvimentos que poderiam levar a grandes mudanças no setor. Isso inclui mais empregadores que fazem o auto-seguro de seus trabalhadores, cooperativas de seguro par-a-par e uma mudança nos EUA para um modelo de assistência à saúde com pagador único. Foram expressas preocupações sobre o potencial do *big data* para criar a capacidade de segmentar a base de pacientes de maneira muito precisa, permitindo que as seguradoras escolham os clientes mais atraentes, o que teria efeitos nocivos. Os participantes também previram pressões por preços hospitalares mais transparentes.

A indústria farmacêutica deverá enfrentar pressão para reduzir os custos dos medicamentos, especialmente dos produtos de base biológica. A impressão 3D e a fabricação contínua de produtos bioterapêuticos podem ajudar nessa demanda. Em um mercado pressionado pelos preços, alguns participantes expressaram preocupação sobre o que poderia acontecer aos produtores de medicamentos genéricos. Eles podem prosperar ou podem ter dificuldade para obter retornos suficientes sobre o investimento, reduzindo o fornecimento de medicamentos de baixo custo?

Alguns participantes previram o potencial dos formuladores de políticas em alguns países a impor tetos obrigatórios aos preços dos medicamentos. Os formuladores de políticas em economias emergentes podem exigir o licenciamento de baixo custo de medicamentos patenteados em suas regiões, e os reguladores podem intervir para conter a perenização de patentes - a prática de fazer pequenas alterações em medicamentos que estão perdendo a patente para garantir outra rodada de proteção patentária. Alguns participantes previram também o fim do marketing de medicamentos direto ao consumidor nos EUA.

As cadeias de suprimento de medicamentos também podem ser reconfiguradas, com base na escassez de materiais, restrições impostas por países importadores e o surgimento de novas regiões (por exemplo, África) para servir como local de fabricação de baixo custo. ●



Influenciadores de mudança

Novas terapias

Os dois primeiros grupos de impulsionadores da categoria de novas terapias, **diagnósticos e terapias genéticas** e **medicina personalizada**, estão intimamente interrelacionados.

É provável que haja uma crescente dependência dos perfis “ômicos” (por exemplo, genoma, transcriptoma, proteoma, metaboloma, exposoma, microbioma), auxiliado por IA, que informará cada vez mais sobre a redução do risco individualizado e sobre os planos de prevenção e tratamento. Este desenvolvimento pode ser possibilitado pela fabricação domiciliar de pequenos lotes de “*designer drugs*” - medicamentos planejados, usando unidades de microfabricação que podem caber na cozinha ou na casa de um paciente. Os participantes também previram o monitoramento on-line do paciente por sensores vestíveis e implantados. Um facilitador fundamental será o custo cada vez mais baixo do sequenciamento genético.

A proliferação de novos métodos de teste e tratamento pode dar um passo adiante. Provavelmente, veremos tratamentos para modificar o DNA dos pacientes. Esses métodos já são promissores para tratar uma ampla gama de doenças, incluindo linfoma e outros tipos de câncer, bem como doenças como Alzheimer, Parkinson, doença celíaca, esclerose múltipla e até obesidade.

As terapias baseadas em genes levantarão questões éticas se forem usadas para aprimorar as capacidades humanas. Os participantes também perceberam os perigos de uma base de conhecimento genético tendenciosa (por exemplo, bancos de dados genômicos atuais representam significativamente mais pessoas de ascendência europeia e os privilegiados). À medida que as terapias genéticas se tornam mais comumente usadas, essas questões precisam ser abordadas.

O próximo grupo de impulsionadores na realidade não envolve novas terapias, mas representa uma forma de prevenir a necessidade delas: **bem-estar, prevenção e cuidado holístico**. No futuro, podemos esperar um foco maior em medidas que abordem os desafios na saúde, antes que a doença surja, e uma ênfase no tratamento de cada paciente como um todo, que tem uma identidade além de seu status de alguém que luta contra uma doença.

Como parte desse esforço, os participantes previram que os sistemas de saúde passarão a depender de um conjunto mais amplo de métricas para medir resultados de saúde; por exemplo, monitorar a qualidade de vida além da expectativa de vida. Outros imaginam que os sistemas de saúde adotarão métricas que refletem alguns dos determinantes sociais da saúde, como o meio ambiente, a autoimagem, o caráter das interações profissionais e pessoais e até que ponto as pessoas se sentem parte de uma comunidade.

Essas novas métricas podem, de maneira significativa, permitir outras formas de avaliar o retorno sobre os investimentos e as intervenções projetadas para melhorar a saúde. Alguns participantes acreditam que tal mudança tornaria os benefícios do cuidado preventivo mais aparentes. De forma mais geral, em vez das políticas gerais dos países terem foco no crescimento do produto interno bruto, os participantes imaginaram que alguns governos também poderiam colocar o bem-estar da população de sua nação como um objetivo político principal, uma vez que uma saúde melhor aumenta a produtividade e reduz a dependência dos benefícios governamentais.

Os participantes também vislumbraram atores-chave incentivando comportamentos individuais que aumentam o bem-estar. Para reduzir os custos com saúde, é provável que vejamos mais empregadores compensando os funcionários pela adoção de estilos de vida mais saudáveis que incluam exercícios, perda de peso e sono adequado.

Os participantes também previram um desenvolvimento complementar: ênfase crescente no tratamento da pessoa de uma forma integral, quando a doença surgir. Os prestadores reconhecerão cada vez mais que os pacientes desejam ser considerados pessoas e não definidos por sua doença. Também houve uma expectativa de que futuros regimes terapêuticos combinem drogas com programas de dieta e exercícios de forma integrada. Isso poderia envolver a expansão das equipes de atendimento para incluir disciplinas adicionais, por exemplo, especialistas em nutrição ou gerenciamento de estresse, trabalhando em conjunto com médicos especialistas tradicionais.

O próximo grupo de impulsionadores enfoca o surgimento de novas terapias para abordar a **saúde mental**. Avanços na ciência do cérebro podem levar a novos tratamentos mais direcionados para os distúrbios de saúde mental. Em particular, a dependência química, demência/Alzheimer e problemas associados ao estresse da vida moderna - como vícios em mídia social e videogame, sobrecarga de informações e expectativas relacionadas ao ambiente de trabalho 24 horas por dia, 7 dias por semana. Todas essas áreas de enfoque foram previstas no curto e médio prazo. Esses avanços também podem ajudar a tratar doenças que estão ligadas ao cérebro e afetam outras partes do corpo. O aumento do acesso aos serviços e a redução do estigma vinculado aos problemas de saúde mental também foram previstos.

Um último grupo de impulsionadores foi apontado nessa categoria como tendo um grande impacto potencial: **nutrição e alimentação**, que foi considerado como uma forma mais importante de tratamento médico. Os alimentos também devem sofrer mudanças significativas nas próximas décadas - por exemplo, vários participantes anteciparam novos tipos de carne à base de vegetais - e isso terá um grande impacto na saúde das pessoas.

Alguns desses desenvolvimentos podem ser impulsionados pelas políticas governamentais que visam reduzir a

obesidade e os altos custos em saúde associados. Outros, como as dietas à base de plantas, podem ser adotados com base em políticas para conter as mudanças climáticas ou pela evolução das preferências dos consumidores. Novos alimentos, como formas alternativas de proteína possibilitadas pela engenharia genética e produção com microrganismos, irão surgir.

Novos modos de consumo também podem surgir para enfrentar os desafios da saúde. Um exemplo citado foram pessoas que recebem planos de dieta personalizados com base em seu microbioma. Os participantes também previram um mundo em que os alimentos projetados, feitos sob medida para o genoma do paciente, poderiam incorporar intervenções biomodificadoras que tratam doenças, com adesão confirmada por monitoramento do microbioma.

Vários outros grupos de impulsionadores também foram observados pelos participantes, mas em menor medida do que os temas listados acima. Mas, esses impulsionadores também descrevem possíveis desenvolvimentos interessantes que podem moldar a saúde da população no futuro. Para alguns pacientes, o surgimento de **terapias celulares** de baixo custo é um substituto promissor para os produtos farmacêuticos tradicionais. Isso pode levar a mais pacientes armazenando suas células-tronco e a pesquisas embrionárias mais agressivas no futuro.

Partes do corpo projetadas, produzidas com materiais tradicionais por meio de bioengenharia (in vivo ou por bioimpressão 3D), podem se tornar predominantes. Tais desenvolvimentos podem melhorar a saúde geral e a expectativa de vida ao mitigar os backlogs de doadores de órgãos, tecidos ou até mesmo sangue de maior necessidade. Questões éticas surgirão caso essas partes projetadas sejam usadas para aumento e não apenas para substituição.

Outros novos métodos terapêuticos também foram vistos como desempenhando um papel crescente no futuro. Esses métodos incluem nanotecnologia para imagem direcionada e entrega de medicamentos, terapias baseadas na modulação do microbioma intestinal, terapias polimoleculares que dependem do uso de vários medicamentos ao mesmo tempo e teranósticos (diagnóstico e terapia usando drogas radioativas específicas).

O grupo final de impulsionadores cobre **novas terapias para desafios específicos na saúde**. Isso inclui terapias para lidar com traumas e doenças emergentes (por exemplo, Zika, Ebola, HIV), assim como doenças estabelecidas (por exemplo, hipercolesterolemia associada a doença cardíaca coronária, doença de Alzheimer, malária, câncer), terapias direcionadas a pacientes que enfrentam múltiplas condições de saúde concomitantes, novas abordagens para responder a situações de vítimas em massa que surgem devido a desastres naturais ou conflitos, e problemas de saúde que podem surgir no curso de uma viagem espacial. ●



Cenários

A votação dos participantes e comentários sobre os grupos de impulsionadores serviram de base para 14 eixos de cenários. Um eixo de cenário descreve dois resultados bastante diferentes que podem ocorrer ao longo de uma dimensão-chave.

Por exemplo: 'O *big data* levará a tratamentos mais eficazes e a custos mais baixos; ou a dificuldade em obter insights mais claros com os dados, combinada com questões de privacidade, podem impedir que grandes benefícios sejam obtidos? O objetivo de estabelecer um eixo como este é descrever a gama de incertezas sobre o futuro ao longo dessa dimensão.

Durante a terceira fase do exercício, os participantes foram convidados a comentar sobre as incertezas descritas pelos eixos e a apoiar (uma ação na plataforma semelhante a curtir um post no Facebook) as que achavam que poderiam constituir os cenários mais interessantes. Com base nessas informações, os organizadores escolheram dois eixos que atraíram mais atenção dos participantes e também mostraram potencial para servir de base para um interessante conjunto de cenários. Eles organizaram essas

duas incertezas em eixos ortogonais, delineando assim quatro mundos futuros potenciais que podem emergir até o ano de 2040 (ver **Figura 2**).

O primeiro eixo é sobre *big data*/IA e como essas tecnologias podem facilitar avanços médicos radicais na medicina personalizada e na prevenção, diagnóstico e tratamento baseados em genes. Em um extremo, essas inovações previstas cumpriram sua promessa; no outro, o futuro traz decepções e avanços mais lentos do que o esperado.

A segunda incerteza está relacionada ao quão amplamente distribuídos serão os novos avanços médicos e o acesso aos tratamentos. Em um extremo, o futuro traz disparidades de saúde cada vez maiores, com os tratamentos mais avançados disponíveis apenas para os privilegiados; no outro extremo, o futuro traz acesso generalizado e relativamente igualitário.



Figura 2: Cenários desenvolvidos no exercício do Trust CoLab



Cenário

Dimensionando o testado e comprovado

Esse é um mundo onde uma série de crises contínuas estimulam uma colaboração global eficaz para tratar amplamente as questões de saúde. Enquanto isso, os avanços médicos baseados em *big data* e inteligência artificial ocorrem gradualmente e são implementados de forma incremental. Como resultado, o foco está na assistência básica, fornecida a todos.

Na primeira metade da década de 2020, ocorre uma série de crises na saúde. As emergências climáticas criam um grande número de vítimas de desastres. Ameaças ambientais menos reconhecidas até hoje, como micropartículas no ar e plásticos na água, são reconhecidas como apresentando graves riscos à saúde; surgem vírus e micróbios resistentes aos antibióticos, levando a surtos de doenças infecciosas virulentas; e doenças transmitidas por mosquitos (por exemplo, malária, Nilo Ocidental, Encefalite Equina Oriental, Zika) tornam-se cada vez mais prevalentes em regiões que eram antes temperadas.

Paralelamente, embora a aplicação de *big data* e IA contribua para alguns avanços médicos, eles ocorrem mais lentamente do que se esperava inicialmente. Eles também são menos revolucionários e se aplicam a apenas um pequeno número de pessoas.

Muitos dos problemas de saúde que preocupam o mundo ultrapassam as fronteiras nacionais - por exemplo, resíduos de plástico na Indonésia afetam a saúde no Japão - portanto, não é suficiente que os países se policiem. Em vez disso, uma ação eficaz requer ampla cooperação. No início, o nacionalismo e a polarização impulsionados pela manipulação da mídia social impedem as nações de trabalharem juntas de forma eficaz. A resposta inicial à onda de crises de saúde é o medo e o impulso de cerrar fileiras.

Mas nada foca mais a mente do que uma crise - ou uma série delas. Com o tempo, surgem colaborações bem-sucedidas de grande importância. Quando um grande surto de Ebola se espalha da África Subsaariana para a Europa Ocidental, as organizações não governamentais (ONGs) Partners in Health e Médecins Sans Frontiers entram em ação. Trabalhando em estreita colaboração com a Organização Mundial da Saúde e um consórcio de empresas farmacêuticas - e auxiliados por jovens biohackers baseados em uma universidade na Libéria - eles conseguem conter o contágio. Esforços semelhantes, envolvendo ONGs com foco na saúde, o estabelecimento de pesquisa médica, grandes fundações e grupos de médicos dedicados, tiveram sucesso em estancar um surto de malária no sul dos EUA e uma grande ocorrência de tuberculose no Leste Asiático.

A cobertura da mídia global chama a atenção para o sucesso desses esforços heróicos. Mostra também como o mundo esteve perto, em vários casos, de enfrentar pandemias em grande escala. A comunidade global fica muito pragmática. Uma ampla gama de colaborações é formada entre as nações e entre os setores público e privado para enfrentar os desafios emergentes da saúde. Essas colaborações se concentram no uso da tecnologia para ampliar a entrega global de soluções testadas e comprovadas, em vez de avanços de ponta.

A natureza das novas ameaças também leva ao reconhecimento de que todos estão juntos. Como as crises demonstram, bastam algumas pessoas desprotegidas para que uma doença virulenta se espalhe amplamente. O fornecimento adequado de assistência à saúde para todos os membros da sociedade passa a ser visto como um imperativo para garantir a segurança da população de um país - e do mundo como um todo. Como resultado, há uma nova ênfase na equidade e na garantia de amplo acesso à saúde.

Um elemento importante da colaboração global entre as nações e outras organizações é a codificação de respostas às principais crises de saúde, como tratamentos utilizados, protocolos para atendimento ao paciente, novas práticas inovadoras e tentativa e erro no mundo real. Após a recuperação de uma grande crise de saúde global, os líderes realizam análises pós-ação com base nas lições aprendidas para criar abordagens padronizadas que são implantadas em todo o mundo em emergências

subsequentes. A experimentação no campo com novos tratamentos se tornam ensaios clínicos do mundo real, que levam a aprovações regulatórias simplificadas, fornecendo flexibilidade nos estágios iniciais equilibrados por ciclos de feedback do mundo real.

A pesquisa genética enfatiza a compreensão da genética e do ciclo de vida dos patógenos e a composição genética das pessoas capazes de resistir a eles. Este foco leva ao desenvolvimento de novas vacinas e tratamentos baseados em genes.

Embora esses avanços sejam importantes, a ciência da implementação se torna o centro dos esforços de inovação em saúde, para garantir que os recursos sejam usados da maneira mais eficaz. Um elemento disso é a disseminação de medidas preventivas em escala. Outro é um impulso para acelerar o ritmo com que as abordagens terapêuticas comprovadas sejam implementadas. Como resultado, o cronograma de adoção das melhores práticas médicas diminui de sete anos para nove meses.

Modos inovadores de prestação de serviços de saúde, com base na tecnologia da informação, também desempenham um importante papel. Uma grande empresa chinesa de tecnologia lança um empreendimento de saúde que se expande pelo globo. Ele fornece aos pacientes em todo o mundo acesso de baixo custo a médicos baseados na China. O sistema é alimentado por telepresença baseada na web e tradução de voz em tempo real, com pagamentos móveis permitindo o acesso a esses serviços mesmo em áreas rurais de países em desenvolvimento.

Medicamentos de baixo custo e medidas preventivas, entregues em grande escala, são essenciais para esse mundo. As empresas ativas no setor de saúde ajustam seus modelos de negócios para que possam oferecer terapias bem estabelecidas, ao mesmo tempo em que proporcionam um retorno adequado sobre o investimento.

As economias avançadas não são mais o principal lugar onde surgem as inovações médicas. Novas abordagens em Serra Leoa para fornecer atendimento rápido e em escala podem ser tão importantes - ou até mais importantes - do que uma nova terapia celular desenvolvida em um laboratório na Europa Ocidental.

Por meio da combinação de novas medidas preventivas/terapêuticas, abordagens inovadoras para aplicá-las e rápida adoção, há erradicação de várias doenças globalmente - sarampo, malária, febre amarela e HIV/AIDS.

A confiança é crucial nesse futuro. As memórias das crises que varreram o mundo no início da década de 2020 permanecem frescas e garantem que a ampla cooperação continue em vigor em todo o sistema global de saúde. O sucesso dos modelos cooperativos é comprovado repetidamente, tornando as parcerias de confiança a base da saúde global em 2040. ●

optaram por se submeter a um procedimento eletivo que não era clinicamente necessário, mas o incidente abala a confiança nas terapias baseadas na modificação genética.

A reação contra a IA fica mais forte quando jornalistas investigativos relatam que, em alguns dos principais hospitais dos EUA, os algoritmos foram ajustados para maximizar as receitas e os lucros, em vez dos resultados dos pacientes. A desilusão se aprofunda ainda mais quando hackers de países inimigos procuram corromper algoritmos médicos em uma série de ataques cibernéticos combinados. Vários desses ataques estão focados em centros médicos de primeira linha na América do Norte e na Europa, que foram os primeiros a adotar agressivamente a medicina habilitada para dados e IA.

Outros escândalos estão ligados aos avanços médicos usados para fins sociais ou políticos nefastos. Alguns governos autoritários instituem a amostragem de DNA obrigatória, sendo possível identificar e prender os manifestantes com tecnologia que pode projetar a aparência do rosto das pessoas com base em sua composição genética. Ao encontrar vestígios de DNA no local e compará-los com o banco de dados genético nacional, governantes autoritários podem detectar quem estava presente em uma manifestação, mesmo na ausência de imagens de vídeo.

Esses desenvolvimentos levam a uma quase paralisação, até meados da década de 2020, da aplicação em larga escala de *big data* e IA na assistência à saúde. A desaceleração é exacerbada pela falta de interoperabilidade e pela falta de alcance de padrões amplamente acordados. Pesquisadores médicos em países ocidentais reexaminam as práticas de amostragem que há muito têm sido usadas no estágio inicial do desenvolvimento de medicamentos e em ensaios clínicos, com o objetivo de erradicar o viés. Isso leva a um período caótico em que as práticas há muito estabelecidas são reavaliadas e o progresso é ainda mais lento.

Paralelamente, os formuladores de políticas deliberam sobre quais novas regras devem ser estabelecidas para proteger a privacidade dos dados dos pacientes e orientar o uso da IA na assistência à saúde. O processo fica atolado em disputas disfuncionais entre grupos que esperam promover o progresso médico contínuo e populistas que não têm tempo para entender as questões técnicas e buscam obter vantagem política com os erros anteriores.

A incapacidade das pessoas mais humildes de ter acesso aos melhores cuidados médicos leva a casos amplamente divulgados em que pacientes crédulos são vítimas de falsificadores de medicamentos. A falsificação de medicamentos atinge a escala observada na década de 2010 nos mercados de bens de luxo. Reguladores e órgãos de definição de padrões dedicam cada vez mais sua atenção à detecção e retirada de circulação de medicamentos de qualidade inferior e falsificados, bem como desmascaramento de terapias alternativas ineficazes/inseguras. Como resultado, eles podem dedicar menos tempo e recursos para avaliar novos tratamentos baseados na ciência, retardando ainda mais o avanço.

A maioria das pessoas passa a desconfiar do sistema de saúde e do *ethos* científico em que ele se baseia. O aumento do tribalismo na sociedade leva algumas pessoas a confiar menos em especialistas credenciados e mais em colegas. Entre esses grupos, há o afastamento da medicina baseada na ciência e o uso crescente de soluções

vinculados a culturas tradicionais, promovidos por adeptos nas redes sociais. Por exemplo, mais pessoas passam a confiar na acupuntura e nos medicamentos fitoterápicos chineses como seu único regime de tratamento, não simplesmente como um complemento à medicina ocidental. Há também um uso crescente de terapias baseadas em alimentos e nutrição para pacientes que não podem pagar os tratamentos médicos convencionais.

Em alguns casos, isso tem efeitos salutares: um retorno às formas tradicionais de alimentação, como a dieta mediterrânea ou o consumo de peixes gordurosos como faz o povo inuíte do Ártico, melhora os resultados de saúde de alguns. Certas pessoas, que possuem as características genéticas corretas ou são naturalmente resistentes a doenças, se dão bem em um ambiente de sobrevivência do mais apto. Esses sobreviventes sortudos se convencem da correção de seus métodos, e suas abordagens medicinais baseadas no folclore passam a ser vistas como cada vez mais legítimas em certas subpopulações. Em alguns casos, indivíduos carismáticos e suas recomendações excêntricas de saúde, amplificadas pelo megafone da mídia social, alcançam o status de líderes de culto entre seus seguidores fiéis.

No entanto, infelizmente, a dependência da medicina popular leva a resultados preocupantes para muitos. Alguns dos seguidores de um culto à saúde podem não ter a dotação genética certa para o regime prescrito e, portanto, sofrem consequências negativas. Uma vez que não há evidências científicas para recorrer, torna-se impossível prever quem provavelmente se beneficiará e quem não. As crenças anti-vacinação tornam-se ainda mais difundidas, levando a casos localizados em que doenças anteriormente consideradas erradicadas voltam a ocorrer.

As vendas de medicamentos alternativos ultrapassam as de medicamentos patenteados/aprovados nos EUA, mas a expectativa de vida diminui. A desconfiança generalizada na ciência entre o público faz com que não haja suporte para estudos objetivos que encontrem as causas desse declínio, o que apenas reforça o ciclo vicioso.

As classes profissionais especializadas também perdem a confiança no sistema de saúde, mas por diferentes razões. Desencorajados por falhas de grande importância centradas nos principais hospitais de pesquisa, eles se voltam contra o cuidado informado por dados e IA. Eles guardam seus próprios registros médicos de perto, e aqueles que dispõem de recursos recorrem a um novo tipo de médico de atenção primária, que oferece atendimento altamente personalizado, informado pela ciência, mas hesita em recomendar quaisquer medidas que não sejam bem estabelecidas e rigorosamente examinadas. Alguns desses médicos trabalham com laboratórios de biotecnologia comunitários, locais e confiáveis, que são capazes de sintetizar drogas reconhecidamente sólidas.

Esse mundo é onde a confiança no sistema de saúde se fragmentou. Para os poucos que podem pagar os tratamentos mais avançados, a medicina de alta tecnologia oferece grandes benefícios. Grande parte da classe média instruída passa a suspeitar do estabelecimento médico e confia apenas em um pequeno círculo de prestadores de saúde locais. Os menos ricos dependem cada vez mais da medicina popular tradicional e de curas à base de alimentos, recomendadas por pessoas em quem confiam de suas comunidades locais ou por aqueles com quem se relacionam nas redes sociais. ●



Cenário

Um mundo de diferença

Esse é um mundo em que a aplicação bem-sucedida de *big data* e inteligência artificial leva a rápidos avanços na medicina personalizada e na prevenção, diagnóstico e tratamento com base na informação genética. Nem todos têm acesso aos frutos dessas inovações. As disparidades entre e dentro das nações perpetuam uma dinâmica entre “tem” versus “não tem”.

Em 2040, todos os bebês, exceto aqueles nascidos em regiões rurais remotas, tiveram seu DNA sequenciado, assim como as pessoas em aeroportos que buscam entrar em países ricos. Laboratórios de minitests distribuídos tornam o sequenciamento genético generalizado rápido e conveniente para a maioria.

Garantir a saúde da população é visto como uma forma das nações ricas manterem seu poder e influência econômica. É também uma forma de conter o crescimento dos custos com saúde, que são uma pressão cada vez maior sobre os orçamentos públicos em nações com populações envelhecidas. Como resultado, os governos procuram excluir recém-chegados e até

visitantes, cujo DNA pode torná-los suscetíveis a doenças que têm potencial para se espalhar entre os cidadãos. O problema de não-cidadãos que esperam ingressar em países ricos torna-se agudo na década de 2030, com o aumento dos refugiados climáticos das ilhas do Pacífico e de nações baixas como Bangladesh.

As pessoas compartilham todos os seus dados genéticos de saúde com grandes fornecedores, empresas de desenvolvimento de medicamentos e empresas de tecnologia ativas no setor de saúde - é um requisito para obter assistência. Isso inclui não apenas dados genéticos e registros eletrônicos de saúde, mas também informações sobre a vida diária, incluindo hábitos alimentares e de exercícios, reunidos pela complexa gama de sensores vestíveis e implantados que a maioria das pessoas usa.

Grandes empresas de tecnologia ocidentais e suas contrapartes na China, que anteriormente assumiram a liderança na exploração de dados para publicidade e vendas direcionadas, aplicam seus conhecimentos sobre como trabalhar com dados para assumir um papel importante na área de saúde. A grande tecnologia coleta informações de saúde de países em desenvolvimento e de áreas rurais/remotas em países avançados e trabalha com empresas farmacêuticas para testar novas terapias nesses locais primeiro. Os residentes dessas áreas ficam felizes em se voluntariar, pois muitas vezes é a única chance de acessar terapias avançadas.

Os prêmios de seguro saúde são ajustados com base nas características genéticas e nos dados sobre os hábitos das pessoas. Como os ricos têm mais dinheiro para comprar melhores alimentos e mais oportunidade para se exercitar, ironicamente, seus prêmios de seguro saúde são menores. Pessoas com poucos recursos comem menos alimentos saudáveis, fazem menos exercícios e são mais suscetíveis a uma série de doenças crônicas, de modo que seus prêmios de seguro são mais elevados.

O acesso à saúde é determinado não pelo país em que as pessoas vivem, mas sim pelas disparidades de acesso associados aos diferenciais regionais dentro dos países. As pessoas que moram perto de Xangai ou São Francisco, por exemplo, conseguem obter os mesmos tratamentos avançados, com os mais ricos tirando proveito das descobertas de ponta que beiram a ficção científica.

Alguns países são inicialmente mais agressivos no desenvolvimento de terapias genéticas e atraem pacientes ricos de todo o mundo, não apenas para essas terapias, mas também para aprimoramentos genéticos. Os países que se movem primeiro podem obter propriedade intelectual valiosa e também gerar receitas tratando os pacientes ricos que desejam ser os primeiros a adotar os avanços mais recentes. Esses fundos podem então pagar a próxima rodada de pesquisa. Essa dinâmica eventualmente atrai outros países avançados, que inicialmente haviam progredido mais lentamente devido às preocupações éticas, em uma “corrida armamentista” de terapia genética global.

Reportagens da mídia sobre o “homem de 6 bilhões de dólares” (um nome que pega emprestado o título de uma série de televisão americana, dos anos 1970, sobre um astronauta cujo corpo foi aprimorado com implantes biônicos que custaram 6 milhões de dólares) falam de um titã do Vale do Silício que, em sua busca pela imortalidade, gasta grandes somas em pesquisas e testes de aprimoramento genético projetados exclusivamente para ele.

A manipulação genética, embora em uma escala menos elaborada, torna-se norma para os mais ricos. Como resultado, em alguns países a diferença de expectativa de vida entre o 1% do topo e os 80% da base chega a ultrapassar 50 anos.

Na década de 2030, nascem os primeiros bebês cujo DNA inclui sequências extraídas de outras pessoas. Alguns pais escolhem sequências de DNA retiradas de genomas reconstruídos de grandes gênios de eras anteriores, como Albert Einstein e Leonardo da Vinci. Artigos de couro cultivados em laboratório, a partir de células da pele de celebridades proeminentes do século XXI, tornam-se um item da moda.

Paralelamente, a coleta de genes - que adquire fragmentos de DNA associados a características desejáveis, como imunidades, saúde reprodutiva e até mesmo altura e beleza - torna-se uma grande indústria. O conceito de loteria genética ganha um novo significado quando o melhor material genético pode ser obtido pelo preço certo.

Em áreas fora das grandes cidades, como Appalachia (EUA) ou China Ocidental, apenas os mais ricos têm acesso a tratamentos avançados. As terapias de alto custo estão fora do alcance de quem tem recursos modestos, e 1 bilhão de pessoas em bairros urbanos pobres não têm acesso nem mesmo aos cuidados básicos. Aqueles nas regiões mais pobres que lutam para ter acesso aos cuidados têm, ao mesmo tempo, mais probabilidade de sofrer desproporcionalmente com os efeitos negativos das

mudanças climáticas na saúde. As respostas a essa situação são variadas.

No final da década de 2020, as seguradoras dos EUA começam a vender planos que oferecem prêmios mais baixos, mas dependem do turismo médico. Os pacientes só podem registrar reclamações se tiverem os tratamentos mais avançados em países estrangeiros, onde são fornecidos a um menor custo. Em 2030, um banco da Califórnia oferece a primeira hipoteca para custear o tratamento médico. Com o tempo, os empréstimos médicos se tornam predominantes e são tratados da mesma forma que os empréstimos educacionais são administrados nos EUA hoje, com os mutuários incapazes de declarar falência para escapar do reembolso. A Wall Street é capaz de agrupar esses empréstimos médicos e vender títulos que compreendem parcelas de pacientes com condições médicas semelhantes. Os pacientes que obtêm tratamentos bem estabelecidos para doenças crônicas são agrupados para criar vínculos classificados como AAA; aqueles que recebem tratamentos experimentais para doenças raras são agrupados em vínculos que são mais arriscados, mas oferecem maiores retornos. Os preços desses títulos são voláteis, mudando rapidamente à medida que novas descobertas surgem e novos conhecimentos emergem sobre os prováveis resultados das terapias.

Com tantas pessoas incapazes de acessar os últimos avanços médicos, o crescente ressentimento estimula manifestações massivas em todo o mundo. Alguns países em desenvolvimento invalidam patentes ou exigem licenciamento para reduzir os custos de novas terapias. Os países ricos respondem introduzindo medidas de segurança complexas para evitar a cópia não autorizada de novas terapias. A falsificação de produtos farmacêuticos tradicionais e produtos biológicos mais recentes torna-se cada vez mais comum e em pequena escala. Os laboratórios locais começam a sintetizar medicamentos de forma “faça você mesmo” (DIY - do-it-yourself), comprometendo a qualidade e a segurança para fornecer terapias de baixo custo aos pacientes necessitados. Esses laboratórios são incapazes de compartilhar dados e práticas recomendadas de maneira eficaz e também não podem absorver os custos associados aos processos de qualidade padrão e aos testes de segurança. Como resultado, esses esforços DIY muitas vezes causam danos aos pacientes por não fornecerem tratamentos eficazes ou expô-los a substâncias tóxicas.

O amplo apoio público ao investimento governamental em inovação médica diminui, visto que beneficia poucos e não a maioria. As regulamentações sobre as terapias são afrouxadas, já que os mais ricos são capazes de examinar novos tratamentos por conta própria e de viajar ao redor do mundo para onde quer que a pesquisa relacionada à sua condição esteja mais avançada. Suas postagens nas redes sociais, que falam dos tratamentos avançados utilizados, tornam mais aparente o abismo entre os cuidados que os mais ricos recebem e os que outros membros da sociedade podem acessar.

Diante dessa dinâmica, os ricos mantêm forte confiança na medicina e no sistema de saúde, como era de se esperar, uma vez que são beneficiários de novos tratamentos significativos. Quando os menos abastados conseguem obter tratamento de primeira linha, eles ainda confiam que ele é sólido. A confiança no sistema de saúde como um todo, no entanto, compreensivelmente se desgasta em geral para aqueles que não têm acesso, uma vez que muitas vezes estão sujeitos a práticas predatórias, como ensaios clínicos de alto risco ou abordagens terapêuticas DIY não comprovadas e inseguras. ●



Cenário

Solucionando os problemas do amanhã

Esse é um mundo onde a inovação inteligente e deliberada é amplamente distribuída. Os avanços em *big data* e inteligência artificial ajudam a criar ferramentas de diagnóstico genético eficazes e acessíveis que são aplicadas globalmente. As doenças se tornam mais previsíveis e, informados por novos dados sobre as razões de ocorrerem, o foco da assistência à saúde evolui para enfatizar a prevenção. Novos tratamentos também surgem. Os avanços tecnológicos não só levam a novas terapias notáveis, mas também contribuem para conter o aumento de custos na saúde.

No início da década de 2020, os mecanismos de governança e regulação são a princípio sobrecarregados pelos avanços tecnológicos e têm dificuldade em se adaptar suficientemente rápido. Com o tempo, as entidades governamentais em nível internacional, nacional

e local se atualizam e implementam políticas e abordagens regulatórias para garantir que os benefícios dos avanços médicos sejam amplamente distribuídos e os riscos minimizados. De fato, *big data* e IA ajudam a delinear o desenvolvimento de políticas baseadas em evidências que estão no cerne desse novo mecanismo de governança.

Isso não acontece da noite para o dia. Em meados da década de 2020, uma série de experimentos em todo o mundo leva ao surgimento de novas estruturas de governança, primeiro em pequenos países e depois em nível provincial/estadual em grandes nações. A Califórnia assume um papel de liderança e suas práticas passam a ser amplamente adotadas por outros estados dos EUA e em alguns países de médio porte. Algumas inovações também vêm de países de média renda que investiram fortemente em tecnologia da informação e, portanto, possuem a infraestrutura necessária para implementar estratégias de saúde digital de base ampla, em escala nacional. Uma vez demonstrado o sucesso em ambientes menores, novas medidas de governança são adotadas amplamente em todo o mundo.

Os indivíduos têm controle final sobre suas próprias informações e podem optar por compartilhá-las conforme desejam, com proteções apropriadas. Os dados genéticos e históricos de saúde das pessoas são coletados e gerenciados como um bem público. O slogan “23 and Me for Free” passa a ser amplamente utilizado, uma vez que o preço dos testes genéticos cai o suficiente para que os

governos possam oferecê-los a todos os cidadãos, e mais do que o necessário para arcar com os custos modestos provenientes da venda de dados para os *stakeholders* no sistema de saúde. O projeto *All of US*, lançado pelo National Institutes of Health em 2015, se espalha globalmente, primeiro na União Europeia e depois em todo o Leste Asiático, e se torna o repositório global de dados de saúde. As organizações subsidiárias de cada região estabelecem regras sobre como os dados são coletados, traduzidos, compartilhados e acessados. Esses esforços não envolvem apenas o estabelecimento de protocolos que permitem que o conjunto de dados sejam interoperáveis entre as regiões, mas também incentivam a harmonização das regulamentações de privacidade e abordagens de segurança, para que os cidadãos possam ter certeza de que seus dados serão usados em seu benefício e apenas por pesquisadores autorizados.

Os indivíduos têm controle total sobre suas próprias informações e podem optar por compartilhá-las com base em uma verdadeira aceitação, com proteções apropriadas. Vários mecanismos emergem para que os pacientes recebam alguns dos benefícios gerados pelo uso de seus dados. Em alguns casos, as empresas que acessam o repositório global e desenvolvem inovações com base nele compartilham uma porcentagem das receitas de suas descobertas com as pessoas que forneceram os dados. Em outros casos, os fundos gerados pelo uso de dados ajudam a pagar os bancos de dados nacionais que alimentam o repositório global.

A ampla disponibilidade de vastos estoques de dados permite rápidos avanços na medicina personalizada e novas abordagens para prevenção, diagnóstico e tratamento com base em informações genéticas. A inteligência artificial também desempenha um grande papel ao ajudar os profissionais de saúde a tomar decisões sobre o que fazer por um paciente específico.

Esses desenvolvimentos rapidamente levantam uma série de questões éticas incômodas. O conhecimento genético deve ser usado apenas para alertar as pessoas de que elas são suscetíveis a doenças raras graves ou também para que saibam que têm predisposição para doenças crônicas comuns? Quanta alteração genética é apropriada? Devem ser permitidas modificações para melhorar o desempenho mental ou físico? Bebês projetados estão permitidos? Questões semelhantes surgem em torno do uso de IA, especificamente sobre quais algoritmos de IA devem ser otimizados: saúde do paciente individual, saúde da população como um todo ou custo? Uma questão adicional diz respeito a quão confiáveis são as recomendações de tratamento feitas por algoritmos de IA.

Os mecanismos de governança cooperativa implementados para estabelecer padrões para o manuseio de dados genéticos permitem que o sistema global de saúde enfrente esses desafios éticos. A sociedade decide não implementar certos avanços médicos, embora sejam tecnicamente viáveis, visto que são considerados socialmente indesejáveis. Da mesma forma, são estabelecidas regras que regem o que a IA pode e não pode fazer em relação ao atendimento do paciente. Essas deliberações também geram um consenso de que fornecer amplo acesso aos cuidados é um objetivo social digno.

A ênfase geral está em avanços que podem ajudar um grande número de pessoas, em vez daqueles que irão melhorar a vida de alguns poucos selecionados. Isso é realizado por meio de uma combinação de restrições legais formais, padrões e acordos amplamente aceitos entre os profissionais médicos sobre o que está e o que não está bom. Essas regras e normas universalmente aceitas evitam que caminhos eticamente questionáveis sejam seguidos, mesmo no laboratório.

Esses mesmos mecanismos colaborativos levam a inovações no processo de aprovação de novas terapias. Simulações de computador vêm substituindo testes em humanos em algumas partes do processo de aprovação. Pacientes individuais têm um “gêmeo digital” - que replica, in silico, o funcionamento do corpo de um indivíduo com base em sua dotação genética particular - que pode ser usado para testar sua provável reação a um regime em consideração. Uma vez que a segurança de uma nova terapia foi estabelecida, testes generalizados são permitidos, com evidências do mundo real (real-world evidence) usadas para avaliar a eficácia e validar ou melhorar os modelos de simulação. Um maior conhecimento genético também permite protocolos de prevenção mais elaborados, assim surgem processos de aprovação relacionados à prevenção.

O novo foco na prevenção ajuda a conter custos. Medidas preventivas e tratamentos tornam-se mais eficazes graças à proliferação de sensores pessoais, que são combinados com aplicativos que fornecem reforço positivo para ajudar as pessoas a aderir a estilos de vida mais saudáveis e seguir regimes terapêuticos depois de terem sido diagnosticadas - ou mesmo antes. Esses aplicativos são aumentados por algoritmos de IA e contam com novos insights sobre o funcionamento do comportamento humano, desenvolvidos por pesquisadores armados com ricos dados genéticos. À medida que os custos gerais caem, os fundos ficam disponíveis para mais investimentos em inovação, o que, por sua vez, reduz ainda mais os custos, dando início a um ciclo virtuoso em movimento. Custos mais baixos também ajudam a atingir a meta de fornecer amplo acesso à saúde. Em 2040, a expectativa de vida ultrapassa 100 anos na maioria dos países.

No entanto, a explosão de novos conhecimentos cria complexidade para os indivíduos que enfrentam decisões sobre quais tratamentos realizar e até mesmo quais medidas preventivas tentar. Em resposta, os requisitos para uma profissão em crescimento - defensor da assistência à saúde - emergem para ajudar os pacientes a balancear os benefícios e os riscos do conjunto de escolhas que enfrentam nesse admirável mundo novo. Os prestadores de assistência primária, com algumas de suas funções agora assumidas por algoritmos de IA, também fornecem conselhos desse tipo.

O perfil genético generalizado também tem impactos fora da área de saúde. Inserir uma sequência de DNA se torna uma parte rotineira da inscrição em aplicativos de namoro, e as empresas startups ajudam as pessoas a encontrar outras pessoas que tenham perfis genéticos compatíveis. No início, essa combinação genética é controversa e as empresas que entram nesse domínio são acusadas de tentar “projetar o amor”. Outros críticos observam que a correspondência de DNA ecoa o movimento eugênico que varreu os Estados Unidos e a Europa Ocidental no início do século XX, com consequências desastrosas na Alemanha. Por mais que o namoro on-line tenha encontrado resistência inicial e depois passou a ser amplamente adotado, com o tempo a prática de compatibilidade de DNA como um aspecto da busca para encontrar um parceiro ideal passou a ser vista como uma rotina.

Esse mundo é de ampla cooperação: para criar padrões globalmente aceitos para o tratamento de dados de saúde (incluindo medidas restritas de privacidade e segurança cibernética), para estabelecer os limites de onde as intervenções genéticas podem (ou não) ocorrer e para definir regras que regem o uso de AI. A presença desses padrões serve para criar ampla confiança no sistema de saúde. Na verdade, a confiança profunda entre os principais *stakeholders* - prestadores e pacientes, funcionários do governo e executivos nas empresas que atendem ao setor de saúde - é o alicerce desse futuro. ●

Perspectivas de cenário sobre inovação, reguladores, padrões e confiança

Depois que as quatro narrativas de cenário foram desenvolvidas, a próxima etapa do processo foi resumir o que elas revelaram em quatro áreas de particular relevância:

- O foco na inovação médica
- A posição dos reguladores
- A alavancagem dos padrões
- O status da confiança na medicina e na saúde

	Foco na inovação médica	Posição dos reguladores	Alavancando os padrões	Status da confiança na medicina e na saúde
Dimensionando o testado e comprovado	O foco está em novos processos para fornecer soluções testadas e comprovadas para aqueles que precisam delas.	Reguladores, colaborando globalmente, priorizam a saúde e as melhores práticas.	O objetivo principal é padronizar as práticas na saúde.	Altos níveis de confiança, zelosamente guardados, evitam a recorrência das crises de saúde do início da década de 2020.
Incerteza perigosa	Esforços locais díspares surgem para atender as necessidades de comunidades específicas.	Os reguladores combatem a ação de retaguarda contra medicamentos de qualidade inferior, falsificados e soluções populares.	Novos padrões são necessários para terapias tradicionais e baseadas em alimentos.	Confiança fragmentada, baseada na crença de que apenas prestadores de cuidados baseados localmente e pessoas com ideias semelhantes são confiáveis.
Um mundo de diferença	A inovação é voltada para novas terapias aos pacientes que podem pagar o preço total.	Os reguladores são menos poderosos, com um papel maior para as grandes empresas.	Resultados baseados no mercado, ao invés de padrões baseados em bens comuns, moldam a saúde.	Confiança bifurcada: os ricos confiam no sistema de saúde; os pobres confiam nos tratamentos (quando eles os recebem), mas não no sistema como um todo.
Solucionando os problemas do amanhã	A ênfase está na medicina baseada em ômicas (por exemplo, genômica, microbiômica) que pode fazer o melhor para a maioria das pessoas.	Existe ampla cooperação global entre os reguladores.	Padrões desenvolvidos juntamente com inovações de produto; padrões em vigor para orientar os dados e a privacidade	Altos níveis de confiança na assistência à saúde para todos, com base em cooperação global durável e nos padrões.

Figura 3: O que os cenários nos dizem sobre inovação, reguladores, padrões e confiança.



Implicações

Dimensionando o testado e comprovado

Nesse futuro, o foco da inovação passa do desenvolvimento de novas terapias para a identificação de novas formas de fornecer medidas e curas preventivas comprovadas. Novas descobertas continuam a surgir. A ênfase não é levar ao limite do ideal romântico e excêntrico, mas sim, no que pode servir ao maior número de pessoas de uma forma econômica. Outra nova forma de inovação é garantir que, quando novas abordagens são desenvolvidas, elas sejam disseminadas na prática médica o mais rápido possível. Diante de todas essas mudanças, a inovação não é mais dominada pelos Estados Unidos e pela Europa Ocidental, como era antes de 2020. Em vez disso, novas ideias surgem de todo o mundo, com a inovação frequentemente surgindo de países em desenvolvimento.

Os reguladores deixam de focar na aprovação de novas terapias para estabelecer padrões de processo que garantam ampla distribuição e adoção de práticas e produtos médicos já comprovados. Há mais cooperação cruzada entre os reguladores nacionais. Grupos internacionais que trabalham no setor de saúde, tanto governamentais quanto não governamentais, buscam crescentemente atrair mais representantes de economias em desenvolvimento e emergentes.

Os padrões que garantem a qualidade dos medicamentos continuam a ser muito importantes, especialmente em um mundo onde muitas economias emergentes precisam ter acesso a medicamentos genéricos em grande escala e a um custo acessível. Novos padrões também são desenvolvidos — não apenas para a qualidade das substâncias químicas e biológicas das quais as pessoas dependem, mas também para os processos que garantem que tratamentos eficazes sejam fornecidos de maneira ampla. Os exemplos incluem métodos para garantir novas vacinas, dispositivos vinculados a medicamentos, terapias digitais amplamente implantadas e campanhas que permitem a difusão ampla e rápida de testes genéticos e novas práticas médicas.

Nesse futuro, a confiança é evasiva no início, pois o mundo enfrenta uma série de graves crises de saúde; a reação inicial é desconfiança e suspeita. A cooperação estreita entre médicos, empresas farmacêuticas e de tecnologia médica, organizações de definição de padrões e entidades governamentais em nível local, nacional e internacional abordam com sucesso os desafios. Como resultado, o público vê o valor da colaboração na área da saúde e recupera um senso de confiança no sistema geral. Nos anos subsequentes, uma estrutura institucional é construída para apoiar uma rede global e intersetorial que oferece modalidades comprovadas de assistência à saúde a todos que precisam. Embora existam tentações de abandonar os acordos de colaboração, as memórias das crises do início de 2020 permanecem fortes e são invocadas para garantir que a cooperação continue. O resultado é uma ampla confiança na medicina e na assistência à saúde em todos os níveis - pacientes, cuidadores, empresas e legisladores. ●

Em suma, o mundo retratado nesse cenário depende de abordagens pragmáticas, científicas, baseadas em evidências, com foco em resultados. Os benefícios da colaboração são claros e continuamente articulados, de modo que a perspectiva de alcançá-los supera os desafios de trabalhar além das fronteiras disciplinares, organizacionais e nacionais.



Implicações

Incerteza perigosa

Nesse mundo fragmentado e turbulento, o rico suporta avanços médicos incrementais, mas em um ritmo mais lento do que o esperado. A classe média encontra seus próprios provedores locais confiáveis. Aqueles com menor escolaridade e menor renda são vulneráveis. Reguladores e definidores de padrões preenchem uma lacuna, buscando erradicar medicamentos de qualidade inferior e falsificados e fornecendo recomendações sólidas sobre quais soluções alternativas são seguras e eficazes.

A inovação desacelera nesse futuro devido a falhas amplamente divulgadas da medicina baseada em TI e da modificação genética. Isso cria uma forte reação. Quaisquer iniciativas de assistência à saúde que tenham associações com o Vale do Silício ou empresas de biotecnologia estabelecidas são vistas sob uma luz altamente negativa. Ironicamente, há muitas inovações em áreas nas quais o benefício aos pacientes é, na melhor das hipóteses, incerto. Os defensores de medicamentos populares e curas à base de alimentos usam a mídia social de forma criativa para ganhar adeptos. Os falsificadores proliferam, atacando pacientes desavisados que não podem pagar o preço cheio e procuram comprar medicamentos baratos.

Diante de uma variedade vertiginosa de medicamentos de base química e biológica de qualidade inferior e falsificados e uma ampla gama de terapias “alternativas” recém-lançadas, os reguladores inicialmente ficam sobrecarregados. Eles concentram seus recursos na prevenção de danos que podem ser causados por substâncias potencialmente perigosas, mas isso deixa menos espaço para a verificação de novas terapias baseadas na ciência. Para proteger a saúde pública, os governos precisam fornecer recursos adicionais para ajudar os reguladores a conter o fluxo de medicamentos de qualidade inferior e falsificados e lançar campanhas educacionais para informar ao público sobre os perigos potenciais.

Esforços para criar padrões para o uso de *big data* e IA passam dificuldades, retardando os avanços na medicina baseados em TI e na genética. O estabelecimento de padrões para medicamentos também se torna mais desafiador, em face de operações de falsificação engenhosas e adaptáveis. As organizações de definição de padrões reconhecem que precisam desempenhar um papel na avaliação das soluções populares e curas à base de alimentos que estão na moda em algumas comunidades e nas redes sociais. Ao avaliar quais dessas abordagens são eficazes - e para quem - e, em seguida, comunicar essas informações por meio de fontes confiáveis, os definidores de padrões reduzem a aceitação de regimes que não funcionam ou têm o potencial de causar danos.

Nesse futuro, as bases da confiança se fragmentam. Os muito ricos - a elite global e aqueles em seus círculos profissionais próximos - se beneficiam de tratamentos de ponta e continuam a confiar no estabelecimento médico baseado na ciência. Os membros da classe média, no entanto, tornam-se céticos em relação à medicina de alta tecnologia, depois de testemunharem fracassos notórios de terapias genéticas habilitadas por TI em centros médicos de prestígio. Eles passam a confiar principalmente em pessoas que conhecem para seus cuidados. Isso cria uma demanda por médicos locais e laboratórios biológicos comunitários que passam a desenvolver medicamentos para atender a esse conjunto de pacientes. Os menos ricos usam soluções populares e terapias baseadas em alimentos, considerando as recomendações de membros de suas comunidades presenciais e virtuais. ●



Implicações

Um mundo de diferença

Nesse futuro, o foco da inovação médica é encontrar tratamentos inovadores que possam prolongar ou melhorar a vida, mesmo que tenham um grande custo. Os pesquisadores buscam levar ao limite, com o conhecimento de que pacientes ricos pagarão o que for necessário.

Os reguladores consideram seu papel circunscrito em comparação com o passado. Grandes corporações dominam os processos de inovação, efetivamente privatizando o que antes eram abordagens baseadas no governo para a aprovação de novas práticas médicas. Os reguladores acabam apenas carimbando os avanços buscados por pacientes ricos e grandes empresas. Os reguladores encontram-se sem recursos, uma vez que suas bases de financiamento do governo estão apertadas. Esse é um mundo onde os ricos são capazes de reduzir sua carga tributária e o público em geral está menos disposto a apoiar atividades governamentais, já que vêem que não irá beneficiá-los diretamente. Os reguladores podem, no entanto, manter os requisitos de segurança e eficácia para os tratamentos antigos dos quais a maioria das pessoas confia.

Da mesma forma, os órgãos de definição de padrões têm um papel mais circunscrito. Eles continuam a proteger o público, garantindo que os padrões para soluções maduras permaneçam em vigor. Para tratamentos de ponta, no entanto, prevalece uma mentalidade de “Oeste Selvagem”, com países e empresas buscando ser pioneiros nos campos onde atuam, para que sua abordagem proprietária possa se tornar de fato o padrão do setor.

Nesse futuro, a confiança dos indivíduos no sistema de saúde é moldada por seu lugar na escala econômica. Os ricos, que recebem tratamentos de ponta capazes de aumentar sua expectativa de vida e suas capacidades mentais e físicas, compreensivelmente têm grande confiança no sistema de saúde. Aqueles que estão na extremidade inferior da escala econômica vêem os benefícios desses tratamentos e acreditam que eles são seguros e eficazes. Ou seja, eles confiam na própria medicina, mas não confiam em um sistema de saúde no qual não podem acessar todos os seus benefícios. ●

Em suma, esse é um futuro de avanços médicos impressionantes, principalmente feitos por grandes empresas privadas e para o benefício dos ricos. É um mundo feito sob medida para promover a saúde do 1% mais rico. Os membros menos abastados da sociedade respeitam o valor desses avanços médicos; eles sabem que funcionam bem, às vezes quase milagrosamente, e gostariam de recebê-los para si mesmos. Mas a maioria das pessoas tem que se contentar com as opções de tratamento tradicionais que podem pagar. Isso desperta ressentimento e desconfiança em relação ao sistema de saúde em geral. Reguladores e definidores de padrões desempenham um papel menor na supervisão de avanços revolucionários do que no passado. Eles, no entanto, desempenham um papel salutar em garantir a segurança e eficácia de tratamentos maduros nos quais a maioria das pessoas confia.



Implicações

Solucionando os problemas do amanhã

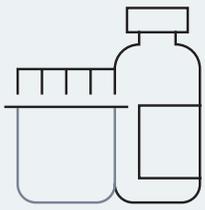
Reguladores e definidores de padrões são centrais no estabelecimento de regras e protocolos que possibilitam esse futuro. Os benefícios são amplamente compartilhados, portanto, há grande apoio público para as organizações - principalmente governos e ONGs - que assumem a liderança no estabelecimento das regras do jogo que regem a assistência à saúde. O sistema de saúde como um todo é visto de forma favorável, uma vez que oferece amplos benefícios para a maioria.

Nesse mundo, a inovação inicialmente se concentra no desenvolvimento de protocolos de dados e mecanismos de segurança que permitem que os dados dos pacientes sejam amplamente compartilhados, ao mesmo tempo que garantem a privacidade. Isso certamente requer desenvolvimento técnico, mas também mecanismos inovadores de governança que garantam que os dados sejam usados de forma ética para o benefício dos pacientes. Uma vez que um repositório de dados global esteja instalado, ocorre um florescimento de novos avanços no diagnóstico, tratamento e prevenção genéticos. Uma rodada de inovações no uso de IA, especialmente em diagnósticos, ocorre em paralelo. A inovação necessária também ocorre no desenvolvimento de estruturas éticas para determinar quais tratamentos genéticos e quais aplicações da IA são permitidas.

Os reguladores desempenham um grande papel nesse futuro, estabelecendo as regras do jogo para dados, medicina de base genética e uso de IA. Estabelecer essas regras é uma grande tarefa e requer a cooperação de entidades governamentais com os *stakeholders* no setor de saúde em muitos níveis, do local ao nacional e internacional. Novas abordagens são desenvolvidas primeiro em níveis locais, e aquelas que funcionam têm ampla adoção. Com o tempo, um conjunto de regras globais harmonizadas passa a vigorar para dados, medicina genética e IA.

Os padrões de dados são cruciais e são a base sobre a qual esse futuro é construído. Embora os reguladores precisem estabelecer certas determinações legais (por exemplo, proteção de privacidade), os órgãos de definição de padrões que trabalham com a indústria também desempenham um papel importante. Os padrões de dados permitem protocolos que incentivam sistemas dispersos globalmente a coletar e trocar os dados relevantes. Padrões também são necessários para garantir que terapias genéticas complexas sejam administradas com segurança e eficácia. Os órgãos de definição de padrões também desempenham um papel fundamental em outro domínio importante: estabelecer protocolos para sintetizar a vasta gama de dados do paciente - perfil genético, histórico de saúde e testes de laboratório - conforme são interpretados e traduzidos em um plano de tratamento recomendado por algoritmos de IA.

Esse é um futuro de alta confiança, possibilitado pela mobilização bem-sucedida para estabelecer padrões globalmente aceitos em torno do manuseio de dados genéticos, quais modificações/alterações genéticas são aceitáveis e como a IA deve ser implantada para auxiliar o julgamento humano na assistência à saúde. Como o acesso à saúde é amplamente compartilhado e o sistema se concentra em fazer o melhor para a maioria, todos confiam no sistema, pois acreditam que ele está trabalhando para beneficiá-los. ●



Conclusão

Alavancando padrões de qualidade no século XXI

No século XX, grandes avanços foram feitos para construção da confiança nos medicamentos consumidos pelos pacientes. O mundo passou de um lugar onde os farmacêuticos formulavam medicamentos em pequena escala para outro onde as empresas multinacionais produziam medicamentos em grandes quantidades e os distribuía por meio de uma complexa cadeia de suprimentos global. Garantir que os medicamentos eram seguros e cumpriam o prometido passou a ser uma questão de validar a mistura de produtos químicos dentro de cada comprimido. Os padrões para fabricação e teste de medicamentos acabados alcançaram um resultado notável: hoje, quando as pessoas usam um medicamento prescrito, a maioria se sente confiante de que o que estão consumindo não as prejudicará e tratará de sua doença. A USP desempenhou um papel crucial no desenvolvimento e obtenção de aceitação para esses padrões.

Os padrões de medicamentos desse tipo continuarão sendo importantes no século XXI. Esses padrões continuarão a evoluir para refletir os avanços da ciência e tecnologia: eles abordarão a fabricação de última geração, incluindo métodos analíticos e considerações sobre a cadeia de suprimentos, e também incorporarão ferramentas preditivas para antecipar os desafios emergentes na saúde. Também haverá necessidade de novos tipos de padrões. O exercício Trust CoLab identificou quatro áreas para os quais novos tipos de padrões podem ser necessários.

Primeiro, as próximas décadas provavelmente irão presenciar a proliferação de novos modos de tratamento, não apenas biológicos, mas também informados pelo genoma e outras terapias baseadas em “-oma-” (por exemplo, microbioma, proteoma). Garantir a qualidade dessas novas terapias será muito mais complexo do que validar que um comprimido tem a composição química declarada. Novos padrões de qualidade e segurança serão necessários para esses novos medicamentos.

Segundo, o entrelaçamento da tecnologia da informação e da medicina criará outros desafios. Isso exigirá a validação não apenas da qualidade do tratamento, mas também da qualidade do processo analítico e da tomada de decisão que leva à prescrição de um tratamento. Para que a medicina genômica funcione, vastos repositórios de dados de DNA terão que ser coletados, armazenados e então, em tempo real, acessados e sintetizados. Nessa conjuntura crucial em que um cuidador humano interage com um paciente e considera uma gama de diagnósticos possíveis, o cuidador deve ser capaz de cruzar o repositório de dados genômicos com o perfil genético individual do paciente, histórico médico e resultados de exames. Para gerenciar isso, ele precisará da assistência de algoritmos de inteligência artificial ou, pelo menos, de um software robusto para fundamentar decisões.

Em cada etapa dessa cadeia - da coleta de dados genômicos ao armazenamento e sua interpretação durante a interação do cuidador com o paciente - podem ser introduzidos erros potenciais. Estabelecer um conjunto de práticas no domínio de dados e de TI representa, portanto, uma nova fronteira para as configurações de padrões na saúde. O estabelecimento de formatos e práticas para dados de saúde e IA poderia fazer pela segurança e eficácia no século XXI o que os padrões para medicamentos fizeram no século XX.

Terceiro, os padrões que permitem a disseminação mais rápida das melhores práticas médicas podem ser outra fronteira importante a ser explorada. Isso envolveria a identificação de meios mais eficazes para definir e comunicar as diretrizes de melhores práticas. Padrões nesse campo não seriam protocolos técnicos rígidos, do tipo necessários para garantir a qualidade de medicamentos sintéticos ou procedimentos para trabalhar com dados. Em vez disso, eles se concentrariam no campo humano e envolveriam informações de saúde e como elas são compartilhadas para guiar os comportamentos clínicos e organizacionais que provaram conduzir as maiores melhorias na saúde.

Um campo final no qual os padrões podem desempenhar um importante papel futuro é a expansão das verificações de qualidade agora empregadas para validar a segurança e eficácia dos medicamentos sintéticos em duas outras áreas que provavelmente crescerão em importância: terapias alternativas informadas por práticas culturais tradicionais e terapias baseadas em alimentos. Pode ser desafiador obter o mesmo nível de consenso científico sobre tratamentos alternativos e baseados em alimentos, como existem atualmente para medicamentos sintéticos. Em face da crescente dependência desses modos de tratamento por parte dos pacientes, no entanto, o desenvolvimento de recomendações com base nas melhores evidências científicas disponíveis poderia ajudar os consumidores a entender a miríade de alegações concorrentes presentes on-line e em feeds de mídia social.

Os padrões na saúde podem servir para sustentar e fortalecer a confiança e proporcionar os melhores benefícios para o maior número de pessoas. Os padrões defendem com eficácia os mais vulneráveis, que podem não ser capazes de examinar os tratamentos potenciais que usam de forma tão confiável quanto os membros da sociedade que possuem mais recursos. Nenhuma entidade será capaz de desenvolver os padrões, ou a supervisão necessária, para garantir a segurança e eficácia de medicamentos futuros. Definir os padrões de qualidade do século XXI exigirá o envolvimento de cuidadores, entidades governamentais, fornecedores comerciais ativos no setor de saúde e organizações de definição de padrões como a USP. Colaboração e parcerias serão essenciais para garantir a confiança na medicina e no sistema global de saúde do século XXI.

Essas reflexões surgiram do exercício Trust CoLab. A USP e o MIT CCI esperam que as discussões que se seguem possam explorar novas fronteiras para aumentar a confiança dos pacientes nos cuidados e terapias que recebem e, finalmente, levar a um mundo mais saudável. ●

Apêndice

Processo de desenvolvimento de cenários

O Trust CoLab se baseou em duas técnicas que surgiram nas últimas décadas: planejamento de cenários e *crowdsourcing*.

O planejamento de cenários é usado pelas organizações para pensar sistematicamente sobre o futuro, a fim de refletir sobre como os possíveis desenvolvimentos nos próximos anos podem afetar as decisões que precisam tomar agora. Os cenários não procuram prever o futuro, em vez disso, eles tentam esboçar o que pode acontecer, com o objetivo de expandir a gama de possibilidades que os tomadores de decisão consideram. O desenvolvimento de cenários pode ajudar os líderes de uma organização a se prepararem para um futuro incerto e mutável.

Os exercícios de planejamento de cenários são normalmente realizados em workshops presenciais. Reuniões como essas permitem uma interação rica, mas também envolvem custos de viagem significativos e exigem que os participantes fiquem longe de seu trabalho diário por um longo tempo.

O *crowdsourcing* on-line envolve os participantes em uma plataforma da web e os convida a contribuir com conhecimentos e percepções, muitas vezes em curtos períodos de tempo, para atingir um objetivo claramente delineado. O Trust CoLab contou com o *crowdsourcing* para envolver especialistas geograficamente diversos em um exercício de cenário com menos despesas e interrupções do que quando comparado com uma reunião presencial. Uma abordagem on-line permite contribuições de muitos indivíduos, do mundo todo e de vários campos relevantes, todos participando durante breves intervalos, conforme sua agenda permitir.

O Trust CoLab obteve contribuições de prestadores de saúde, pesquisadores que atuam na descoberta de novos medicamentos e terapias, defensores de pacientes/consumidores e formuladores de políticas, bem como executivos de empresas farmacêuticas, seguradoras de saúde e organizações de definição de padrões.

O mapa (**Figura 4**) mostra a distribuição geográfica dos participantes e o gráfico (**Figura 5**) mostra os tipos de organizações em que estavam filiados.

Figura 4

Participantes por região

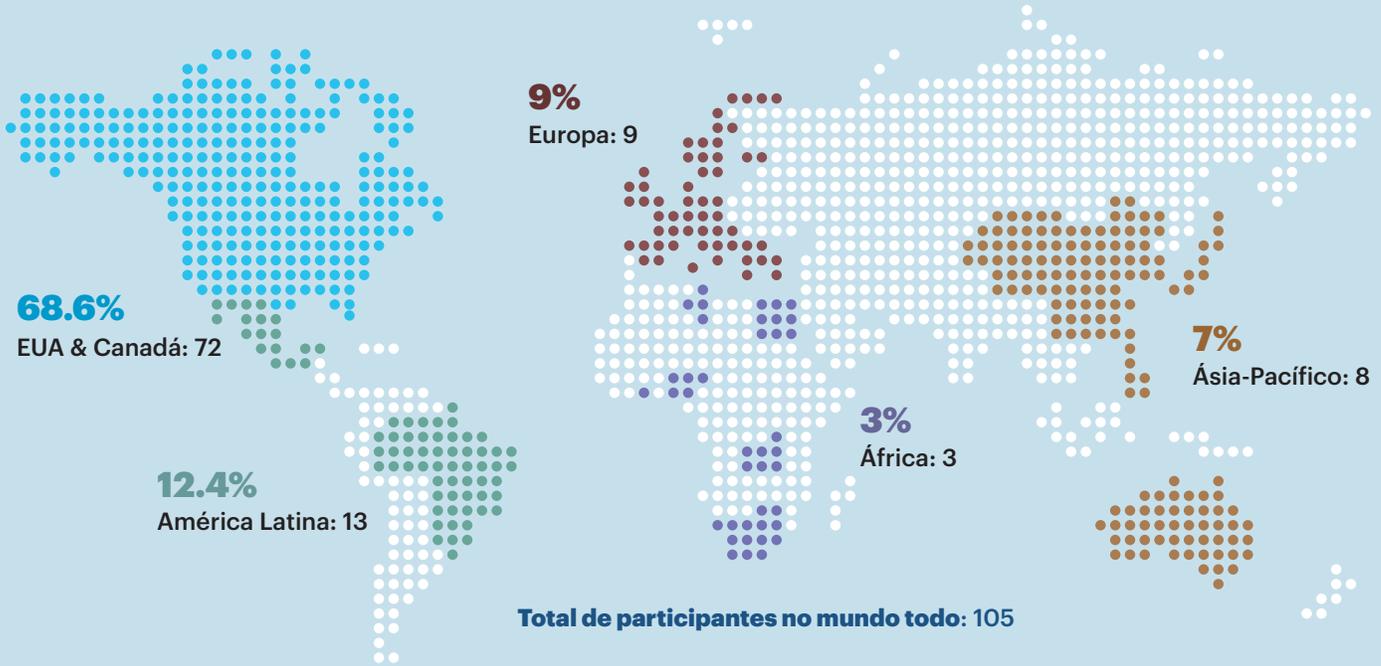
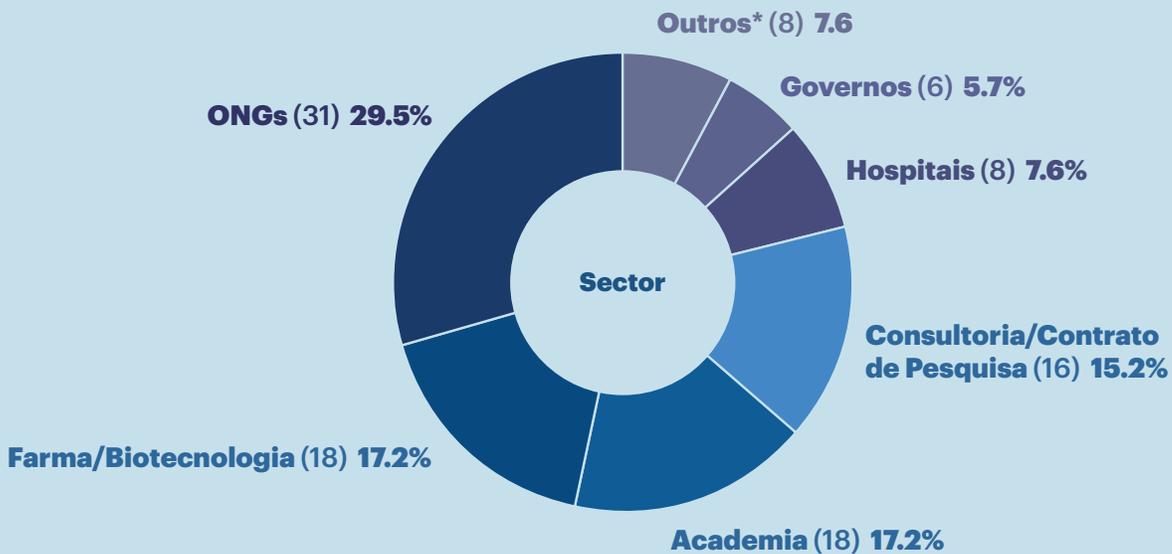
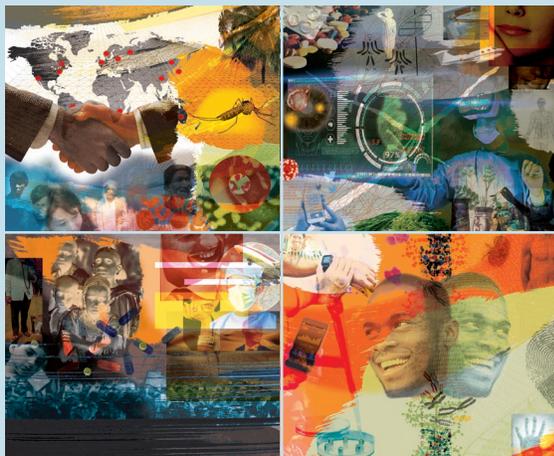


Figura 5

Participantes por setor



*Outros incluem tecnologia da informação, pagadores, *think tanks*, organizações internacionais e venture capital.



Ao fazer a ponte entre as fronteiras geográficas e disciplinares com tecnologia e ao convidar especialistas para se engajarem quando fosse mais conveniente para eles, o Trust CoLab possibilitou que um grupo diversificado de especialistas gerasse percepções profundas sobre o futuro papel da confiança na saúde.

Os dados deste relatório foram coletados durante um piloto entre 18 de setembro a 4 de outubro de 2019, e durante um exercício completo, de 28 de outubro a 24 de novembro de 2019.

O processo de desenvolvimento de cenários foi liderado por um grupo organizado que contou com Robert Anderson e Jennifer Strohm da USP; Robert Laubacher, Annalyn Bachmann, Carlos Botelho e Kathleen Kennedy do MIT CCI; e Jonathan Star da Scenario Insight, um facilitador com vasta experiência em liderar exercícios de cenário presenciais e on-line.

Um Comitê Diretivo da USP também forneceu assessoria e supervisão (para acessar a lista dos membros do comitê gestor, consulte o apêndice, em Agradecimentos).

O processo de desenvolvimento de cenários teve quatro fases.

Durante a primeira fase, os participantes foram convidados a contribuir com impulsionadores de mudança que poderiam moldar a saúde das pessoas entre agora e 2040 (para acessar a definição de impulsionadores de mudança e outros termos-chave de planejamento de cenário, consulte a **Figura 6**). Os participantes foram convidados a enviar impulsionadores em seis categorias: demanda e comportamento do paciente; política e normas; economia e negócios; tecnologias médicas; outras tecnologias; e meio ambiente. Os participantes enviaram 278 impulsionadores.

Impulsionadores de mudança	Forças dentro e fora do sistema de saúde/medicina que podem moldar a saúde das pessoas entre agora e 2040.
Grupos de impulsionadores	Grupos de impulsionadores semelhantes criados para fornecer aos participantes um número gerenciável de opções quando eles foram convidados a avaliar qual poderia ter o maior impacto futuro.
Eixo de cenário	Um par de resultados futuros altamente divergentes, definidos pelas duas extremidades do eixo, que podem ocorrer de forma plausível em 2040. Ao estabelecer dois resultados potenciais extremos, um eixo de cenário define a gama de incerteza futura que existe ao longo de uma dimensão-chave.
Cenário	Uma história que pinta um quadro plausível do mundo em uma data futura específica. Os exercícios de cenário normalmente esboçam três a quatro dessas histórias. Tomadas em conjunto, as narrativas de cenário procuram retratar toda a gama de desenvolvimentos futuros em potencial.

Figura 6: Definições de termos chave



Os cenários não procuram prever o futuro, em vez disso, eles tentam esboçar o que pode acontecer, com o objetivo de expandir a gama de possibilidades que os tomadores de decisão consideram. O desenvolvimento de cenários pode ajudar os líderes de uma organização a se prepararem para um futuro incerto e mutável.

Antes do início da segunda fase, a equipe organizadora, auxiliada por uma ferramenta de processamento de linguagem natural, agregou os 278 impulsionadores de mudança em 29 grupos. Eles foram categorizados em quatro grupos abrangentes, começando com os impulsionadores não estão relacionados com medicamentos/assistência à saúde e passando para aqueles que fazem parte desse domínio: amplas forças externas, tecnologias não médicas com aplicações na assistência à saúde, tendências em saúde e novas terapias.

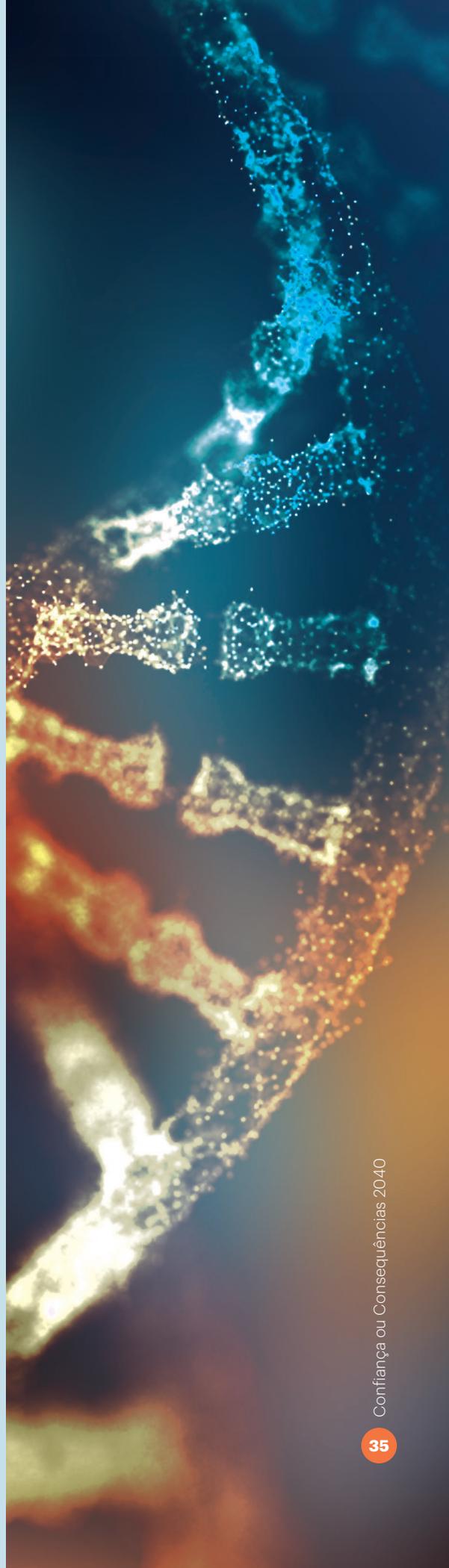
Os participantes foram então convidados a votar e comentar nos grupos de impulsionadores que eles acreditavam que poderiam ter o maior impacto no futuro. Eles também foram convidados a criar combinações de impulsionadores que poderiam ocorrer ao mesmo tempo ou casos em que o surgimento de um impulsionador pudesse desencadear o surgimento de outro. Essas combinações foram as sementes das histórias que poderiam eventualmente ser incorporadas aos cenários que surgiram no final do processo.

Antes da terceira fase, a equipe organizadora observou quais grupos de impulsionadores receberam mais

votos e criou 14 eixos de cenário - forças com resultados incertos que poderiam ter um grande impacto. Cada eixo de cenário delineou um par de resultados potencialmente diferentes que poderiam surgir no futuro. Os participantes foram então convidados a apoiar (semelhante a um like no Facebook) e a comentar nos eixos que consideraram mais interessantes.

Antes do início da quarta fase, a equipe organizadora estabeleceu um eixo na dimensão horizontal e outro na vertical. Esse par de eixos definiu um conjunto de quadrantes, que criou quatro cenários diferentes a serem considerados. Os organizadores prepararam um breve esboço de uma narrativa para cada um desses futuros possíveis e também colocaram uma série de perguntas sobre eles. Os participantes foram convidados a responder as perguntas, e suas respostas forneceram detalhes-chave que enriqueceram e deram vida às narrativas.

Após a conclusão do exercício, a equipe organizadora sintetizou as contribuições dos participantes neste relatório, prestando atenção especial às ideias especialmente estimulantes ou instigantes que foram apresentadas.



Apêndice

Agradecimentos

A equipe principal que trabalhou no projeto Trust CoLab do MIT Center for Collective Intelligence incluiu:

Annalyn Bachmann, xCoLab Manager
Carlos Botelho, Chief Software Architect
Kathleen Kennedy, Executive Director, MIT CCI
Robert Laubacher, Associate Director, MIT CCI

Um grupo de estudantes pesquisadores também contribuiu habilmente, e nós os agradecemos por seu excelente trabalho:

Killian Egger
Oliver Meindl
Ricarda Schaefer

Outro grupo de alunos participou de testes de usuários da plataforma on-line Trust CoLab, e nós também os agradecemos:

Maximilian Deichmann
Luis Gonzalez
Philipp Handel
Philipp Maier
Maximilian Zeyda

Somos muito gratos a um grupo de executivos da USP que atuaram como membros do Comitê de Diretivo do Trust CoLab:

Rob Anderson, Vice President,
Global Communications

Fouad Atouf, PhD, Vice President,
Science-Global Biologics

Lindsey Clawson, Director, Knowledge Strategy

Michael Levy, MSc, MBA,
Vice President, Research and Innovation

Jeffrey Moore, PhD, Senior Director,
Scientific Strategy & Planning

K.V. Surendra Nath, PhD, Senior Vice President,
to Global Sites

Vimala Raghavendran, Senior Director,
Enterprise Strategy and Analytics

Jennifer Strohm, Senior Strategic
Communications Manager, Global Communications

Acima de tudo, agradecemos aos participantes por suas contribuições.

Eles continuamente nos surpreenderam - de maneira mais agradável - com sua criatividade e percepção.

Sua inteligência e sabedoria serviram para sustentar cada elemento deste relatório, e expressamos nossa imensa gratidão a eles:

Jerry Abraham, MD, MPH, CMQ,
California Medical Association⁺

Kanupriya Agarwal, MD, World Health
Organization*

Fidaul Alam, MD, Harvard Medical
School*

Gregory Amidon, PhD, University of
Michigan College of Pharmacy+

Parisa Aslani, BPharm, MSc, PhD, MPS,
MRPharmS, University of Sydney

Abiodun Awosusi, MD, Health Systems &
Development Enterprises

Richard Baron, MD, MACP, American
Board of Internal Medicine

Ravi Venkat Bellamkonda, PhD, Duke
University

Emily Benadon, MBA, Benadon
Consulting

Cynthia Bens, Personalized Medicine
Coalition

Barry Bleidt, PhD, PharmD, RPh, FAPhA,
National Pharmaceutical Association⁺

Denise Bohrer, Federal University
of Santa Maria

Chris Boshoff, PhD, National
Institutes of Health[^]

Benjamin Botwe, PhD,
Pharmaceutical Society of Ghana

Lynette Bradley-Baker, PhD, CAE,
American Association of Colleges
of Pharmacy[^]

Brendan Brbich, BSc, MSc, Public
Health, Evidera*

Barbara Bulc, PhD Candidate, Global
Development

Amy Cadwallader, MS, PhD, American
Medical Association[^]

Jair Calixto, MBA, SINDUSFARMA[^]

Jack Chen, PharmD, Loma Linda
University School of Medicine[^]

Jessica Dale, RN, BSHM, MSN,
CCFP, CTP, DNP(c), UnitedHealth
Group/Optum*

Renata de Lima Soares, ANVISA[^]

⁺United States Pharmacopeia Board of Trustees

[^] United States Pharmacopeial Convention

*TEDMED Research Scholar

Victor Ekuta, Medical Student, Beth Israel Deaconess Medical Center*

Christoph Endrullat, MS, MSD Sharp & Dohme GmbH

Per Falk, MD, PhD, Ferring Pharmaceuticals

Dorothy Farrell, PhD, American Association of Colleges of Pharmacy^

Glen Fine, Clinical and Laboratory Standards Institute^

Andrew Fish, AdvaMed Center for Digital Health

Timothy Franson, MD, FaegreBD Consulting+

Erin Frey, Cure Duchenne

David Gaugh, RPh, Association for Accessible Medicines^

Manjiri Gharat, MPharm, Indian Pharmaceutical Association

Brian Glaister, MS, Conflux Innovations

Eduardo Gonzalez-Pier, PhD, Center for Global Development

Alexandra Graham, PhD, LaGray

Roy Guharoy, PharmD, Baptist Health

Linda Hakes, PhD, International Pharmaceutical Federation and Academy of Pharmaceutical Sciences

Inmaculada Hernandez, PharmD, PhD, University of Pittsburgh School of Pharmacy^

Ross Higgins, MBA, Phenomix Sciences

Vivian Ho, MBA, Au-dX*

Ida Syazrina Ibrahim, National Pharmaceutical Regulatory Agency, Ministry of Health Malaysia

Ratnesh Jain, PhD, ICT Mumbai

Abe Janis, MS, Hollister Incorporated*

Monica Javidnia, PhD, University of Rochester Medical Center*

John Jenkins, MD, Greenleaf Health

Raj Kannan, MBA, Chiasma

Scott Knoer, PharmD, FASHP, Cleveland Clinic

Matthias Koller, MBA, University of St. Gallen

William Kolling, PhD, RPh, Southern Illinois University

Francisco Kuri-Breña, Nuevos Desarrollos en Landsteiner Scientific

Dan LeBlanc, Flexion Therapeutics Inc.

William (Bill) Lee, DPh, MPA, FASC, Carillion Clinic

John Lim, MS, MD, Duke-NUS Medical School, Singapore

Renly Lim, PhD, University of South Australia

Gabriel Lima Barros de Araujo, BSC, PhD, University of São Paulo^

Paul Lindberg, JD, Providence Health/United Way*

Arthur Leonardo Lopes da Silva, Brazilian Health Regulatory Agency-ANVISA and Brazilian Pharmacopoeia Coordination-COFAR^

Alexander Lopez, MS, Meharry Medical College*

Murray Lumpkin, MD, Bill and Melinda Gates Foundation

Jennifer Luray, MPA, Research America

Steven Lynn, MS, Lynn Consulting LLC

Dianne Malburg, CPIA, Michigan Pharmacists Association^

Rodrigo Martinez, MPA, AZUL Consulting

Tina Morris, PhD, Parental Drug Association^

Robert Moss, PharmD, International Federation of Pharmacists

Thiago Novotny, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde^

Elizabeth O'Day, MPhil, PhD, Olaris Therapeutics

Boatema Ofori, MSc, PhD, Food and Drugs Authority, Ghana^

Stephen Ostroff, MD, U.S. Food and Drug Administration (retired)

Ema Paulino, International Pharmaceutical Federation

Philip Peterson, Unbound Medicine

James Ponto, MS, RPh, BCNP, University of Iowa Hospitals and Clinics^

Sy Pretorius, FFPM, MS, MBA, MMED, SC, Parexel

Wendy Prins, MPH, MPT, Mitre

Lembit Rago, MD, PhD, Council for International Organizations of Medical Sciences

Alexandrea Kavita Ramnarine, Brigham & Women's Hospital-Harvard Medical School*

Anurag Rathore, PhD, Indian Institute of Technology Delhi

Peter Reczek, PhD, National Institute for Standards and Technology

Wayne Rosenkrans, PhD, Longview Analytics

Steve Rough, RPh, MS, University of Wisconsin-Madison

Elizabeth Scott "Scotti" Russell, RPh, National Association of Boards of Pharmacy^

Julio Sanchez y Tepoz, Latin American Association of Regulatory Affairs Professionals

Maria Inês Rocha Miritello Santoro, University of São Paulo^

Ana Claudia de Oliveira Santos, Merck S.A. Brazil

Ralph Schmeltz, MD, FACP, FACE, Endocrine Metabolic Consultants

April Shaughnessy, RPh, CAE, Academy of Managed Care Pharmacy^

Allie Jo Shipman PharmD, MBA, National Alliance of State Pharmacy Associations^

Donald Singer, American Society for Quality^

Peggy Slasman, MA, Massachusetts General Hospital

Vance Souders, Plas.md

Marilyn Speedie, PhD, University of Minnesota College of Pharmacy+

James Stevenson, PharmD, FASHP, FFIP, Omnicell Inc.

Jeff Sturchio, PhD, Rabin Martin

Sabra Sullivan, MD, PhD, FAAD, American Academy of Dermatology Association^

Anu Swaminathan, PhD, Brigham & Women's Hospital

Suzanne Taddei, Optum

John Taylor, JD, Greenleaf Health

Kasey Thompson, PharmD, MS, MBA, American Society of Health System Pharmacists^

Bindul Turakhia, CMK Select

Hector Valle, INNOVA SALUD

Karthik Venkatakrishnan, PhD, MSc, BPharm, Takeda Pharmaceuticals

Rubens Weg, MBA, Bayer Healthcare

Wes Workman, PharmD, Workman Biotech Consultants

Chad Worz, PharmD, American Society of Consultant Pharmacists^

Jung Yun-Taek, Pharmaceutical Strategy Institute

