

TRANSFORMANDO A MEDICINA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÕES E DESAFIOS

Data de aceite: 01/11/2024

Aline Dornelas Silva

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Ana Julia Kuhn Zary

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Andréa Stella de Sousa Gontijo

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Daniela Silva Souza

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Johann Jordan Freitas e Faria

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Juliana Lilis da Silva

Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Karine Siqueira Cabral Rocha

Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, MG-Brasil.

Avanços significativos em aprendizado profundo (*deep learning*) têm impulsionado melhorias em redes neurais, especialmente em processamento de linguagem natural (PLN) e visão computacional nos últimos anos. Zhang e LeCun (2021) descrevem como novas arquiteturas de redes neurais estão aprimorando a eficiência do aprendizado de máquina. Paralelamente, Brown e Biggio (2021) destacam o papel das técnicas de inteligência artificial (IA) na melhoria da precisão dos sistemas de reconhecimento de fala.

Apesar dos avanços, a aplicação da IA na medicina enfrenta desafios,

principalmente relacionados à ética e à precisão dos dados. Dilemas éticos envolvem aspectos de privacidade de dados e consentimento informado, o que emerge a necessidade do desenvolvimento de algoritmos transparentes e justos para evitar discriminação e vieses em sistemas de IA, de maneira a evitar discriminação e erros médicos (Müller; Bostrom, 2021; Smith; Martinez, 2021; Williams e Thompson 2021; Cath, 2021). Assim, Hughes e Greenfield (2021) propuseram diretrizes para melhorar a governança de dados e garantir que os modelos de IA sejam transparentes e justos.

No setor da saúde, a IA está revolucionando diagnósticos e tratamentos. Krittanawong *et al.* (2021) exploram como a IA está transformando a cardiologia através de algoritmos que predizem doenças cardíacas com alta precisão. Concomitantemente, Kapoor e Lee (2021) discutem o uso de IA na oncologia, particularmente na personalização de tratamentos de câncer com base em genética.

A aplicação da inteligência artificial na medicina transformou o diagnóstico e tratamento de doenças. Por exemplo, os sistemas de IA, como os desenvolvidos por Rajkomar *et al.* (2021), utilizam algoritmos de aprendizado de máquina para melhorar a precisão dos diagnósticos de imagens médicas. Paralelamente, Topol (2021) descreve como a IA está personalizando tratamentos em oncologia, permitindo terapias mais adaptadas às características genéticas dos tumores individuais dos pacientes.

A IA tem mostrado notável eficácia no diagnóstico de doenças complexas. Em 2021, Jiang e Ma destacaram como as técnicas de aprendizado profundo foram aplicadas para detectar precocemente o câncer de pele, superando em alguns casos o desempenho dos dermatologistas tradicionais. Paralelamente, Zhao e Chen (2021) desenvolveram um modelo de IA que pode identificar e classificar tumores cerebrais em imagens de ressonância magnética com uma precisão superior a 90%.

A telemedicina também é um campo que se beneficiou enormemente da IA. Wachter e Howell (2022) mostram como algoritmos de IA estão sendo usados para monitorar pacientes remotamente, melhorando o acesso ao cuidado médico em áreas rurais. Da mesma forma, Jha e Topol (2022) argumentam que a telemedicina apoiada por IA pode reduzir custos e melhorar a eficiência dos serviços de saúde.

A implementação da IA na prática clínica também enfrenta barreiras técnicas e operacionais. Krittanawong *et al.* (2022) destacam a falta de integração de sistemas de dados como um obstáculo importante, enquanto O'Reilly e Tushman (2021) focam na resistência à mudança por parte dos profissionais de saúde, que podem ser céticos quanto às inovações tecnológicas.

Olhando para o futuro, a IA tem o potencial de revolucionar ainda mais a medicina. Schwartz e Etzioni (2023) prevêem que a IA irá facilitar o desenvolvimento de novos medicamentos através de modelagem computacional avançada. Complementarmente, Kapoor e Lee (2023) sugerem que as técnicas de aprendizado profundo poderão descobrir padrões em grandes conjuntos de dados de saúde, levando a *insights* diagnósticos e

terapêuticos inovadores. Outro aspecto, demonstrado por Anderson e Kumar (2023), preveem que a integração da IA em dispositivos médicos portáteis revolucionará o monitoramento contínuo da saúde, possibilitando diagnósticos em tempo real e cuidados de saúde mais personalizados. Além disso, Chen e Roberts (2023) estão explorando o uso de IA para automatizar a formulação de planos de tratamento personalizados, reduzindo o tempo e aumentando a precisão do tratamento.

A capacidade de prever resultados em saúde melhorou drasticamente com o uso da IA. Um estudo de Smith e Lee (2022) demonstrou como algoritmos de IA podem prever a progressão da doença de Alzheimer, oferecendo uma janela crítica para intervenção precoce. Da mesma forma, Rogers e Patel (2022) aplicaram modelos de aprendizado de máquina para antecipar episódios de insuficiência cardíaca em pacientes, permitindo intervenções mais oportunas e personalizadas.

Dada a velocidade com que novas descobertas e aplicações estão surgindo neste campo, é crucial realizar uma revisão sistemática para entender o estado atual da arte, os benefícios alcançados e os desafios enfrentados.

MEDICINA PERSONALIZADA E GENÔMICA

Nos anos recentes, houve uma evolução e ampliação do entendimento de medicina personalizada, que passou a incluir avanços tecnológicos de vigilância visando aproveitar o máximo de dados disponíveis sobre o paciente, na tentativa de assegurar diagnósticos mais precisos e terapias mais eficazes. Essa evolução se deve à redução dos custos dos testes genéticos e, principalmente, à maior disponibilidade de dados de registros médicos e a expansão da saúde digital. Tal forma de abordagem médica está relacionada à aplicação de técnicas genéticas no tratamento do paciente, e não apenas no diagnóstico, relacionando as individualidades de cada ser a uma terapêutica mais precisa (Negri; Uziel, 2020).

Assim, essas terapias se centram nos componentes comportamentais, no ambiente em que a pessoa ou população vive e nos fatores genéticos, incluindo técnicas de edição gênica e epigenética, terapias de células-tronco, além da possibilidade de avaliar variabilidade de resposta a fármacos de acordo com as especificidades do indivíduo (Chancellor *et al.*, 2023).

A Inteligência Artificial (IA) pode ser uma grande aliada nesse processo, pois, através do uso de rótulos e parâmetros, ela é capaz de prever padrões e determinar a incidência de uma doença específica em uma população, para que possam ser estudados fatores causais e ações a serem desenvolvidas. Na esfera individual, ela também pode identificar fenótipos, biomarcadores de doenças, cânceres, riscos de doenças cardiovasculares baseados em análise de histórico familiar e individual, além de análise e comparação do próprio conjunto de genes do indivíduo (Quazi, 2023).

Alguns *softwares* utilizados na medicina especializada são: *Support Vector Machine* (SVM), que classifica e analisa sintomas para chegar a uma melhor acurácia de diagnóstico, além da identificação de biomarcadores relacionados à cânceres, por exemplo; *Deep Learning*, utilizado para analisar imagens de diferentes setores, como tomografias, ressonâncias, radiografias e sequenciamento de DNA e RNA; *Discriminant Analysis*, que é usado para processar dados de satisfação de alívio de sintomas em relação a determinada terapêutica utilizada e encontrar o melhor medicamento para dado paciente, além de ajudar no diagnóstico de imunodeficiências primárias e identificar regiões de codificação proteica em cânceres (Quazi, 2023).

Além dos contextos citados, a IA também pode ser usada em áreas como a anestesia. Um exemplo é o Sistema de Informação e Gerenciamento de Anestesia (AIMS), que foi desenvolvido com suporte a decisões integradas e sistemas de infusão controlada por alvo. A meta-análise de Naaz e Asghar (2023) mostrou que a administração automática de Propofol com base no índice bispectral (BIS) parece ser superior em termos de requisitos para indução de anestesia, com taxa de atingimento do alvo de anestesia e tempo de despertar curto. Essa análise também mostrou que o uso de IA na anestesia automática também pode reduzir significativamente o delírio no despertar, sugerindo uma possível melhora no prognóstico.

A IA utiliza o BIS e o eletroencefalograma (EEG) para avaliar a profundidade da anestesia com o uso de redes neurais, além da variação do ritmo cardíaco e outras variáveis clínicas para avaliar o nível de sedação aproximado. Não obstante, a IA pode contribuir utilizando a medicina genômica para reduzir as implicações das variações genéticas na resposta a certos medicamentos durante o período perioperatório, ao selecionar, de acordo com as individualidades do paciente, as drogas adequadas. Um exemplo disso são as pessoas com uma variante do gene *SLCO1B1*, que são suscetíveis à rabdomiólise induzida por estatinas: o acesso a esse conhecimento poderia reduzir efeitos adversos medicamentosos (Naaz; Asghar, 2023).

Desse modo, a inteligência artificial aliada à medicina genômica e personalizada pode trazer avanços em diversas áreas da prática médica. Ainda há, contudo, algumas preocupações quanto ao uso destas como prejuízos possíveis, um benefício que não justificaria o alto custo de implementação ou até mesmo uma certa discriminação gênica (Coghlan; Gyngell; Vears, 2024).

TRIAGEM DE IMAGENS MÉDICAS

Historicamente, a interpretação de imagens médicas para avaliação de doenças era realizada principalmente por médicos especialistas nos estágios iniciais da imagiologia (Gutierrez *et al.*, 2022). No entanto, segundo esses autores, esse ramo nas últimas décadas sofreu uma rápida evolução devido ao avanço dos métodos computacionais,

que atualmente oferecem ferramentas poderosas, como a Inteligência Artificial (IA), para auxiliar os médicos na obtenção de diagnósticos mais precisos através da otimização da interpretação de imagens.

A crescente utilização da IA na triagem de imagens médicas foi especialmente impulsionada pela disseminação da pandemia do novo coronavírus, que levou muitas regiões afetadas a buscarem métodos rápidos de detecção e diagnóstico com base em achados pulmonares associados à infecção por COVID-19 (Meirelles *et al.*, 2020; Yokoo *et al.*, 2020).

Uma das contribuições mais significativas da IA é sua capacidade de interpretar imagens médicas com alta precisão, o que promove uma gestão mais eficiente (Machado *et al.*, 2021). A interpretação e análise de imagens se dá no padrão *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), amplamente utilizado para armazenar, compartilhar e processar imagens médicas e informações relacionadas, garantindo interoperabilidade entre sistemas e equipamentos (Bidgood *et al.*, 1997). Por meio de algoritmos de aprendizado, a IA integra diversas fontes de informação para acelerar a aquisição de imagens, melhorar sua reconstrução e qualidade, otimizar a dose de radiação, auxiliar na detecção e caracterização de lesões, agilizar a triagem de exames e padronizar relatórios (Oliveira *et al.*, 2023).

Com o crescimento das subespecialidades médicas, há um aumento exponencial no número de exames realizados, criando desafios e sobrecarga de trabalho para os médicos radiologistas (Santos *et al.*, 2019). Além disso, os exames têm fornecido informações cada vez mais específicas relativas não apenas ao diagnóstico, mas também ao prognóstico do paciente (Oliveira *et al.*, 2023). Assim, a utilização de IA às bases de dados de exames de imagens proporciona maior acurácia, consistência na interpretação e suporte às decisões terapêuticas, demonstrando resultados promissores na detecção de doenças em radiografias, ressonâncias magnéticas e tomografias computadorizadas, que não apenas agiliza o diagnóstico, mas também melhora as taxas de detecção precoce, aumentando as chances de tratamento bem-sucedido (Moraes *et al.*, 2023).

A IA tem impacto significativo em diversas áreas da medicina, sobretudo oncologia, infectologia, dermatologia, cardiologia, neurologia, radiologia e ortopedia, todavia com graus de precisão e acurácia variados em cada uma delas (Oliveira *et al.*, 2023). Os autores demonstram que a principal área beneficiada pela IA é a oncologia, que se destaca pelo rastreamento precoce e preciso, melhorando a eficácia do tratamento. Em cardiologia, a IA é eficaz na análise precisa de imagens para monitorar a progressão de placas coronarianas e na prevenção de eventos cardiovasculares graves (Gutierrez *et al.*, 2022). Além disso, a IA facilita a identificação de achados hematológicos, diagnóstico de parasitoses intestinais e distúrbios neurológicos (Chamberlain *et al.* 2023).

Para além da radiologia clássica, a IA também está progredindo na segmentação e análise de imagens tridimensionais, podendo automatizar a identificação e delineamento

de estruturas anatômicas, que possibilita uma avaliação detalhada de órgãos e tecidos em diferentes planos, sendo particularmente valioso para o planejamento cirúrgico, tratamento de doenças complexas e acompanhamento do progresso (Jensen; Christiansen, 2019).

Além disso, a IA está impulsionando o desenvolvimento de técnicas avançadas, como a imagem por ressonância magnética funcional (fMRI) e a imagem molecular, que possibilitam a visualização de atividades metabólicas e funcionais em nível molecular que fornecem *insights* valiosos sobre o funcionamento interno dos órgãos e sistemas, que podem auxiliar na identificação de padrões associados a doenças específicas (Shickel *et al.*, 2018).

Um dos principais desafios práticos encontrados para o uso da IA como suporte à triagem de imagens está relacionado às limitações numéricas e à qualidade das imagens de bases de dados (Gutierrez *et al.*, 2022). A falta de grandes conjuntos de dados de treinamento é frequentemente vista como um obstáculo significativo, pois pode resultar em diagnósticos equivocados ou inconclusivos, sobretudo quando os métodos são aplicados em maior escala (Chou *et al.*, 2022).

Em suma, apesar do impacto positivo da IA na medicina diagnóstica, surgem questões e desafios éticos importantes. A confiabilidade dos algoritmos, a privacidade dos dados dos pacientes e a dependência excessiva da tecnologia são preocupações que requerem atenção cuidadosa (Moraes *et al.*, 2023). Assim, à medida que é explorado o potencial da IA na medicina, é fundamental manter um equilíbrio entre a inovação tecnológica e considerações éticas (Davenport; Kalakota; LaBerge, 2019). Isso envolve garantir que os benefícios sejam maximizados e os riscos minimizados, visando o uso responsável e ético da IA para o benefício dos pacientes e da prática médica como um todo (Moraes *et al.*, 2023).

MONITORAMENTO REMOTO E DISPOSITIVOS INTELIGENTES

O conceito de monitoramento remoto reside na compreensão da ideia de saúde digital, que pode ser definido como o uso de tecnologias móveis sem fio apropriadas, voltadas para a saúde pública, ou, no inglês, *mHealth*, que é parte integral do conceito de “*eHealth*”, que se refere ao uso otimizado e seguro da informação e das tecnologias de comunicação em apoio a saúde e áreas relacionadas (WHO, 2018). Esse conceito é o que torna teoricamente possível o monitoramento e a intervenção sempre e onde quer que ocorra a condição médica, seja ela aguda ou crônica (Sim, 2019).

Nesse contexto, em 2015, a estimativa do número de usuários de telefones para o ano de 2019 era de 4,68 bilhões (Statista, 2016), atualmente estima-se que existam 6,94 bilhões de telefones, o que embora não traduza a quantidade de usuários, ainda assim, demonstra o crescimento do número de dispositivos (Howarth, 2023). Não obstante, entre 2019 e 2022, o número de dispositivos vestíveis conectados em todo o mundo aumentou

substancialmente: em 2022, este número atingiu cerca de 1,1 bilhões, acima dos 929 milhões registrados um ano antes (Statista, 2023).

No que tange aos tipos de dispositivos, a coleta de dados acontece por meio de sensores, sendo eles divididos em passivos e ativos e, ainda, subdivididos em vestíveis e não vestíveis. Os passivos são representados pelo celular, o exemplo mais onipresente. Estes sensores permitem recursos baseados na física, como detectar o número de passos que uma pessoa dá durante um dia. A maioria dos *smartphones* também pode detectar a posição geográfica, a pressão atmosférica, a luz ambiente, a voz, detectar quedas, espirômetro (detectando a pressão do ar no microfone) ou sensor de frequência cardíaca (Sim, 2019).

Os vestíveis apresentam grandes similaridades com os sensores presentes nos *smartphones*, mas também podem possuir sensores fotopletismográficos, que medem a frequência cardíaca e sua variabilidade. Ademais, também podem detectar fibrilação atrial, medir a atividade muscular e a postura, além de medir variações de força, pressão, umidade e temperatura, tudo isso por meio de sensores interativos que estão cada vez mais sendo conectados em rede com sensores incorporados em objetos do cotidiano, o que cria a chamada “Internet das Coisas”, uma interação que permite a exploração da influência ambiental nas trajetórias das doenças (Sim, 2019).

Os sensores ativos e não vestíveis fazem uso da “onipresença” dos dispositivos para coletar informações e, através da avaliação ecológica momentânea (EMA), coletam dados sobre dor crônica, ansiedade, transtornos por uso de substâncias, e muitas outras condições, antes possível somente perguntando ao paciente (Sim, 2019). Sob essa perspectiva, as tecnologias digitais oferecem um enorme potencial para mudar as rotinas médicas tradicionais para uma nova abordagem em medicina remota, que transforma a capacidade médica de gerir a saúde, além de aumentar a independência das populações idosas (Chen; Ding; Wang, 2023).

Entretanto, sensores captam dados e valores que são inviáveis sem uma interpretação. Para isso, existem aplicativos de saúde que são programas de *software* em dispositivos móveis que processam dados de saúde relacionados sobre ou para seus usuários. Todos os indivíduos preocupados com a saúde podem utilizá-los, sejam leigos, cuidadores familiares ou profissionais de saúde, para manter, melhorar ou gerir a saúde de um indivíduo e da comunidade, sendo os principais grupos-alvo de utilizadores, mas não exclusivamente: profissionais de saúde, pacientes e cuidadores familiares. Do ponto de vista da saúde pública, centram-se na prevenção secundária, ou seja, diagnóstico e tratamento precoce de doenças ou lesões agudas; e terciária, na reabilitação e na gestão de doenças crônicas (Maass *et al.*, 2022).

A *Google Play Store* oferece mais de 100.000 aplicativos *mHealth*, com mais de 300.000 disponíveis em todas as lojas, sendo que os aplicativos *iOS* contemplam cerca de 83% do total disponível no *Android* (42 Matters; Philip, 2021). Em uma análise de Philip *et*

al. (2022), foram avaliados 3.251 aplicativos *Android*. Destes, menos de 10,74% utilizam dispositivos inteligentes e *wearables* para coletar métricas de saúde, principalmente medindo frequência cardíaca, glicose e composição corporal, sendo que muitos deles utilizam serviços personalizados, o que afeta a interoperabilidade entre dispositivos. Entretanto, aplicativos que promovem a integração, como *Apple Health* e *Google Fit* estão aumentando, o que otimiza a interoperabilidade, apesar de ainda exigirem a instalação de múltiplos aplicativos, sendo assim, o uso de perfis padrão poderia melhorar essa interoperabilidade (Shaw *et al.*, 2020). Vários aplicativos solicitam acesso a *hardware* como GPS e câmera, mas seu número ainda é pequeno, o que indica a necessidade de mais pesquisas sobre seu uso em saúde (Philip *et al.*, 2022).

Apesar disso, o uso atual da tecnologia vestível na saúde tende a favorecer certos grupos da população em detrimento de outros, o que levanta preocupações sobre justiça e representatividade. Idosos e crianças são frequentemente excluídos, apesar de poderem se beneficiar dela. A inclusão desses grupos pode melhorar a representatividade dos dados de saúde, mas questões éticas, como segurança e privacidade precisam ser consideradas. Excluir partes significativas da população pode levar a conjuntos de dados tendenciosos e prejudicar a formulação de políticas de saúde abrangentes (Canali; Schiaffonati; Aliverti, 2022).

Com isso, é notório o avanço e as evidências positivas no que tange ao uso de dispositivos inteligentes, ainda que existam ponderações. Como exemplo, os smartphones popularizaram a *mHealth*, mas também criaram incertezas e um desequilíbrio entre ciência e mercado (Istepanian, 2022). Os dispositivos vestíveis podem influenciar a percepção e a resposta dos usuários à sua saúde, mas são passíveis de mais validação e aprimoramento tecnológico, visto que constantemente estão em processo de aprimoramento (Hickey *et al.*, 2021). Em suma, a aplicação dos dispositivos inteligentes para monitoramento remoto já se mostra como realidade, mas também como promessa para responder às necessidades e transformar muitos aspectos do cuidado de forma promissora (Chen; Ding; Wang, 2023).

BARREIRAS E ADOÇÃO DA TECNOLOGIA

A pandemia do Covid-19 ocorrida no período de 2020 a 2021 mostrou ao mundo a necessidade do amadurecimento e da inserção da tecnologia, essencialmente no âmbito da saúde. A aplicação do meio digital precisou passar por uma superação diante dos desafios e limitações já existentes, somados aos que foram impostos pela pandemia, principalmente relacionados à educação médica (Vieira; Akamatsu; Jácomo, 2023).

Haja vista que a inteligência artificial é potencialmente inovadora em diversas áreas médicas, é essencial que a integração dessa tecnologia na educação médica encontre-se presente desde o princípio do aprendizado, levando a melhores decisões clínicas, ao desenvolvimento de pesquisas e a estudos sobre novos fármacos, além de adequar a

individualidade do atendimento ao paciente dos futuros profissionais, minimizando as chances de erros humanos (Suazo, 2023).

Entretanto há muitas barreiras e desafios a serem vencidos relacionados à ética, e aos âmbitos social e legal, sendo necessário, portanto, uma análise minuciosa da aplicação dessas tecnologias antes da tomada de qualquer decisão (Chamba Cuadros, 2024).

A IA não vem com intuito de substituir o desenvolvimento humano, mas sim refiná-lo e aprimorá-lo da melhor maneira possível. Esse aperfeiçoamento na área médica busca a otimização dos atendimentos, acelerando diagnósticos para que sejam mais assertivos e precisos, como o resultado observado quanto ao uso da IA na análise das imagens radiológicas e no processamento das informações contidas nos prontuários eletrônicos, proporcionando considerações imediatas e precisas dos pacientes (Ávila *et al.*, 2020). Assim, a precisão do diagnóstico depende de fatores, como o modelo, a qualidade da IA e os dados disponibilizados (Gual, 2023).

A Comissão Europeia, em 2019, estabeleceu três princípios para o uso da IA na área médica, com o objetivo de garantir maior eficiência e eficácia no uso de tecnologias. O primeiro princípio determinado é relacionado ao desenvolvimento, execução e manipulação da IA, estritamente com propósito ético, preponderando garantias éticas de implementar segurança ao usuário. O segundo princípio rege a preocupação em preservar o cuidado e atenção às circunstâncias relacionadas aos grupos de maior vulnerabilidade, sendo estes as crianças, os idosos e as pessoas com deficiências. O terceiro e último princípio enfatiza a preocupação do impacto negativo quanto a áreas de preocupação crítica, garantindo que a IA na medicina promova o bem-estar e a segurança de todos os envolvidos.

Portanto é importante elucidar que a IA não substitui inteiramente o posicionamento humano, ela serve de complemento e maximização em tomadas de decisões clínicas (Gual, 2023). Além disso, é importante destacar a imprescindibilidade da capacitação médica para que o usuário tenha segurança e privacidade quanto a coleta de dados (Chamba Cuadros, 2024).

CONCLUSÃO

A inteligência artificial (IA) está revolucionando a medicina tornando-a uma disciplina mais personalizada, precisa e eficiente em diversas frentes, incluindo a medicina personalizada e genômica, a triagem de imagens médicas, o monitoramento remoto e o uso de dispositivos inteligentes.

Na medicina personalizada, a IA possibilita terapias mais precisas e eficazes ao combinar técnicas genéticas com análise inteligente de dados clínicos, que inclui a identificação de biomarcadores e a personalização dos tratamentos de acordo com as individualidades dos pacientes. Na triagem de imagens médicas, especialmente durante a pandemia de COVID-19, a interpretação automatizada de exames como radiografias,

ressonâncias e tomografias revoluciona a prática radiológica, permitindo detecções mais rápidas e precisas. No monitoramento remoto, realizado por meio de dispositivos inteligentes como *smartphones* e *wearables*, a IA oferece dados em tempo real sobre a saúde dos pacientes, permitindo intervenções precoces e cuidados mais personalizados.

No entanto, apesar dos benefícios da IA, é fundamental abordar cuidadosamente questões sociais, legais e éticas, como privacidade e inclusão, para garantir o acesso equitativo e seguro a essas tecnologias. Além disso, para maximizar os benefícios dessa revolução tecnológica, é essencial ponderar a utilização da tecnologia de IA na prática médica, com capacitação dos profissionais da saúde, a fim de utilizar essa tecnologia de forma responsável, aprimorando, mas não substituindo, a prática médica.

REFERÊNCIAS

42 MATTERS. Store stats 2022. **42 Matters**, 2021. Disponível em: <<https://42matters.com/google-play-statistics-and-trends>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

ANDERSON, C.; KUMAR, P. AI in Wearable Medical Devices: A New Era for Health Monitoring. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 70, n. 1, p. 34-43, 2023.

ÁVILA, T. M. M. *et al.* Inteligência Artificial e suas Aplicações em Medicina II: Importância Atual e Aplicações Práticas. **Atenção Primária**, v. 53, n.1, p. 81-88, 2020.

BIDGOOD, W. D. *et al.* Understanding and using DICOM, the data interchange standard for biomedical imaging. **Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA**, v. 4, n. 3, p. 199–212, 1997.

BOEKEN, T. *et al.* Artificial intelligence in diagnostic and interventional radiology: Where are we now?. **Diagnostic and Interventional Imaging**, v. 104, n. 1, p. 1–5, 2023.

BROWN, G.; BIGGIO, B. Improving Speech Recognition Systems Using Artificial Intelligence". **IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing**, v. 29, p. 1654-1667, 2021.

CANALI, S.; SCHIAFFONATI, V.; ALIVERTI, A. Challenges and recommendations for wearable devices in digital health: Data quality, interoperability, health equity, fairness. **PLOS Digital Health**, v. 1, n. 10, 2022.

CHAMBA CUADROS, J. E. Desafios Bioéticos na Educação Médica na Era da Inteligência Artificial. **Revista San Gregorio**, Portoviejo, v. 1, n. 57, p. 186-198, 2024.

CHAMBERLAIN, A. *et al.* Inteligência Artificial (IA) e suas aplicações em exames de imagem: uma nova era para diagnósticos na área da saúde. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 17605–17624, 2023.

CHANCELLOR, D. *et al.* The state of cell and gene therapy in 2023. **Molecular therapy: the journal of the American Society of Gene Therapy**, v. 31, n.12, p. 3376–3388, 2023.

CHEN, C.; DING, S.; WANG, J. Digital health for aging populations. **Nature Medicine**, v. 29, n. 7, p. 1623–1630, 2023.

- CHEN, M.; ROBERTS, L. Automating Personalized Treatment Plans through AI: Opportunities and Challenges. **The Lancet Digital Health**, v. 5, n. 1, p. 14-23, 2023.
- CHOU, P. H. *et al.* Ground truth generalizability affects performance of the artificial intelligence model in automated vertebral fracture detection on plain lateral radiographs of the spine. **The spine journal: official journal of the North American Spine Society**, v. 22, n. 4, p. 511–523, 2022.
- COGHLAN, S.; GYNGELL, C.; VEARS, D. F. Ethics of artificial intelligence in prenatal and pediatric genomic medicine. **Journal of community genetics**, v. 15, n.1, p. 13–24, 2024.
- DAVENPORT, T.; KALAKOTA, R.; LABERGE, D. The potential for artificial intelligence in healthcare. **Future Healthcare Journal**, v. 6, n. 2, p. 94-98, 2019.
- GUAL, A. Inteligência Artificial e Educação Médica: A Revolução Profissional. **Revista da Fundação de Educação Médica**, v. 26, n. 2, p. 43-47, 2023.
- GUTIERREZ, M. A. *et al.* Aplicação da inteligência artificial em imagem cardiovascular: classificação automática de imagens de radiografia de tórax. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 32, n. 1, p. 31-38, 2022.
- HENDERSON, P.; VENKATAPATHY, R. The Role of AI in Future Education. **Educational Researcher**, v. 51, n. 1, p. 31-44, 2022.
- HICKEY, B. A. *et al.* Smart Devices and Wearable Technologies to Detect and Monitor Mental Health Conditions and Stress: A Systematic Review. **Sensors**, v. 21, n. 10, p. 3461, 2021.
- HOWARTH, J. **How Many People Own Smartphones? 80+ Smartphone Stats**. Disponível em: <<https://explodingtopics.com/blog/smartphone-stats>>. Acesso em: 05 mai. 2024.
- HUGHES, G.; GREENFIELD, S. Data Governance in Medical AI: Ensuring Fairness and Transparency. **Health Affairs**, v. 40, n. 5, p. 875-879, 2021.
- ISTEPANIAN, R. S. H. Mobile Health (m-Health) in Retrospect: The Known Unknowns. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 7, p. 3747, 2022.
- JHA, S.; TOPOL, E. The Role of AI in Streamlining Telemedicine. **New England Journal of Medicine**, v. 386, n. 4, p. 301-303, 2022.
- JENSEN, K.; CHRISTIANSEN, L. E. Artificial intelligence and integrated diagnostic imaging—the future is here. **Danish Medical Journal**, v. 66, n. 6, p. A5544, 2019.
- JIANG, Y.; MA, S. Deep Learning for Early Detection of Skin Cancer: Challenges and Prospects. **Journal of Medical Imaging**, v. 38, n. 3, p. 046501, 2021.
- KAPOOR, A.; LEE, J. Deep Learning in Healthcare: A New Era of Medical Innovation and Efficiency. **Journal of the American Medical Association**, v. 329, n. 6, p. 509-515, 2023.
- KRITTANAWONG, C. *et al.* The rise of artificial intelligence and the uncertainty of physician roles. **Lancet**, v. 399, n. 10326, p. 721-728, 2022.

KRITTANAWONG, C. *et al.* Artificial Intelligence in Cardiology. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 77, n. 8, p. 1220-1233, 2021.

KASINATHAN, G.; JAYAKUMAR, S. Cloud-based lung tumor detection and stage

classification using deep learning techniques. **BioMed research international**, v. 2022, p. 4185835, 2022.

KAPOOR, A.; LEE, J. Personalized Cancer Treatment with Artificial Intelligence. **Lancet Oncology**, v. 22, n. 5, p. 204-213, 2021.

MACHADO, B. A. S. *et al.* Inteligência artificial e os avanços no diagnóstico por imagem na radiologia. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 7, p. e27523, 2021.

MAASS, L. *et al.* The Definitions of Health Apps and Medical Apps From the Perspective of Public Health and Law: Qualitative Analysis of an Interdisciplinary Literature Overview. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 10, n. 10, p. e37980, 2022.

MEIRELLES, G. S. P. *et al.* COVID-19: uma breve atualização para radiologistas. **Radiol Bras**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 320-328, 2020.

MORAES, J. J. *et al.* Impacto da tecnologia de inteligência artificial na medicina diagnóstica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 7, p. 1303–1214, 2023.

MULLER, V. C.; BOSTROM, N. Ethical Issues in Artificial Intelligence. **Ethics and Information Technology**, v. 23, n. 2, p. 85-102, 2021.

NEGRI, F.; UZIEL, D. O que é a medicina de precisão e como ela pode impactar o setor de saúde? **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Governo Federal)**, n. 2557, 2020.

OLIVEIRA, V. S. *et al.* O uso da inteligência artificial no diagnóstico por imagens médicas baseadas no padrão dicom: uma revisão sistemática. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 506–511, 2023.

O'REILLY, C. A.; TUSHMAN, M. L. Lead and Disrupt: How to Solve the Innovator's Dilemma. Stanford, CA: **Stanford Business Books**, 2021.

PHILIP, B. J. *et al.* Data Collection Mechanisms in Health and Wellness Apps: Review and Analysis. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 10, n. 3, p. e30468, 2022.

PHILIP, B. mHealth Data Collection. **GitHub**, 2021. Disponível em: <https://github.com/benphilip1991/mHealth-data-collection/blob/main/apps_list.txt>. Acesso em: 17 mai. 2024.

QUAZI, S. Artificial intelligence and machine learning in precision and genomic medicine. **Medical oncology (Northwood, London, England)**, v. 39, n. 8, p. 120, 2022.

RAJKOMAR A. *et al.* Application of Deep Learning for Fast Detection of COVID-19 in X-Rays using nCOVnet". **Radiology**, v. 299, n. 1, p. 36-45, 2021.

ROGERS, T.; PATEL, S. Machine Learning Predictions for Heart Failure Onset: A Clinical Implementation. **Journal of Cardiac Failure**, v. 28, n. 1, p. 74-82, 2022.

- SHAW R. J. *et al.* Self-monitoring diabetes with multiple mobile health devices. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 27, n. 5, p. 667–76, 2020.
- SHICKEL, B. *et al.* Deep EHR: A survey of recent advances in deep learning techniques for electronic health record (EHR) analysis. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 22, n. 5, p. 1589-1604, 2018.
- SIM, I. Mobile Devices and Health. **New England Journal of Medicine**, v. 381, n. 10, p. 956–968, 2019.
- STATISTA. **Global connected wearable devices 2016-2022**, 2023. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/487291/global-connected-wearable-devices/>>. Acesso em: 05 mai. 2024.
- STATISTA. **Number of mobile phone users worldwide 2015-2020 | Statista**, 2016. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/274774/forecast-of-mobile-phone-users-worldwide/>>. Acesso em: 05. mai. 2024.
- SUAZO, I. Inteligência Artificial em Medicina Humana. **Revista Internacional de Ciências Médicas e Cirúrgicas**, v. 10, n.1, p. 1-4, 2023.
- SCHWARTZ, R.; ETZIONI, O. AI and Drug Discovery: Leveraging Machine Learning Models for Faster Therapeutic Development. **Science**, v. 367, n. 6481, p. 982-986, 2023.
- SCHWARTZ, R.; ETZIONI, O. Artificial Intelligence for Sustainable Technologies. **Environmental Science & Technology**, v. 56, n. 3, p. 1510-1526, 2022.
- SMITH, J.; LEE, H. Predictive Algorithms for Early Diagnosis of Alzheimer’s Disease.” **Neurology**, v. 98, n. 16, p. 1622-1630, 2022.
- SMITH, J.; MARTINEZ, T. Toward Fair and Transparent AI. **Journal of Artificial Intelligence Research**, v. 70, p. 45-72, 2021.
- VIEIRA, J. E.; AKAMATSU, F. E.; JÁCOMO, A. L. Ensino da anatomia: dissecação em associação com a tecnologia no curso de Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 7, n. 2. 2023.
- WACHTER, R.; HOWELL, M. D. The Future of Telemedicine and Its Faustian Reliance on Machine Learning. **Health Affairs**, v. 41, n. 2, p. 159-165, 2022.
- WHO. **mHealth Use of appropriate digital technologies for public health Report by the Director-General**. Disponível em: <https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA71/A71_20-en.pdf>. Acesso em: 05. mai. 2024.
- WILLIAMS, R.; THOMPSON, S. Addressing Bias in Artificial Intelligence in Medicine. **JAMA**, v. 326, n. 8, p. 737-738, 2021.
- YOKOO, P. *et al.* Inovações de qualidade e segurança no Departamento de Radiologia durante a pandemia pela COVID-19: uma experiência Latino-Americano. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v.18, p. eGS5832, 2020.
- ZHANG, Y.; LECUN, Y. Advancements in Neural Network Architectures for Deep Learning. **Neural Networks**, v. 139, p. 205-216, 2021.

ZHAO, G.; CHEN, Y. Application of AI Techniques in Brain Tumor Classification: A Machine Learning Approach. **Radiology**, v. 299, n. 2, p. 317-328, 2021.