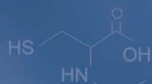
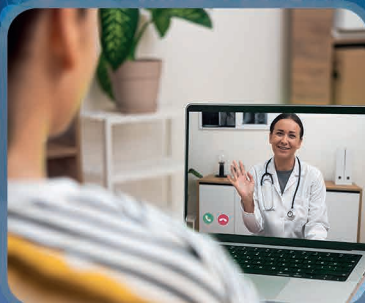
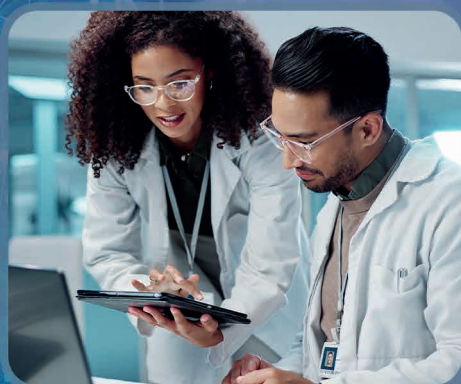


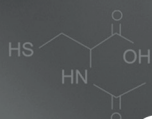
Elcio Moreira Alves
Juliana Lilis da Silva
Karine Cristine de Almeida
Natália de Fátima G. Amâncio
(Organizadores)



O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO E NA PRÁTICA MÉDICA



Elcio Moreira Alves
Juliana Lilis da Silva
Karine Cristine de Almeida
Natália de Fátima G. Amâncio
(Organizadores)



O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO E NA PRÁTICA MÉDICA



2025 by Atena Editora

Copyright © 2025 Atena Editora

Copyright do texto © 2025, o autor

Copyright da edição © 2025, Atena Editora

Os direitos desta edição foram cedidos à Atena Editora pelo autor.

Open access publication by Atena Editora

Editora chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira Scheffer

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Yago Raphael Massuqueto Rocha



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo desta obra, em sua forma, correção e confiabilidade, é de responsabilidade exclusiva dos autores. As opiniões e ideias aqui expressas não refletem, necessariamente, a posição da Atena Editora, que atua apenas como mediadora no processo de publicação. Dessa forma, a responsabilidade pelas informações apresentadas e pelas interpretações decorrentes de sua leitura cabe integralmente aos autores.

A Atena Editora atua com transparência, ética e responsabilidade em todas as etapas do processo editorial. Nosso objetivo é garantir a qualidade da produção e o respeito à autoria, assegurando que cada obra seja entregue ao público com cuidado e profissionalismo.

Para cumprir esse papel, adotamos práticas editoriais que visam assegurar a integridade das obras, prevenindo irregularidades e conduzindo o processo de forma justa e transparente. Nosso compromisso vai além da publicação, buscamos apoiar a difusão do conhecimento, da literatura e da cultura em suas diversas expressões, sempre preservando a autonomia intelectual dos autores e promovendo o acesso a diferentes formas de pensamento e criação.

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO E NA PRÁTICA MÉDICA

| Organizadores:

Élcio Moreira Alves
Karine Cristine de Almeida
Juliana Lilis da Silva
Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

| Revisão:

Os autores

| Diagramação:

Thamires Camili Gayde

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I34 O impacto da inteligência artificial no ensino e na prática médica / Organizadores Élcio Moreira Alves, Karine Cristine de Almeida, Juliana Lilis da Silva, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Outra organizadora
Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-3769-7
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.697253009>

1. Aplicações de inteligência artificial em medicina. I. Alves, Élcio Moreira (Organizador). II. Almeida, Karine Cristine de (Organizadora). III. Silva, Juliana Lilis da (Organizadora). IV. Título.

CDD 610.28563

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

+55 (42) 3323-5493

+55 (42) 99955-2866

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

CONSELHO EDITORIAL

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof. Dr. Joachin de Melo Azevedo Sobrinho Neto – Universidade de Pernambuco
Prof. Dr. João Paulo Roberti Junior – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Com grande entusiasmo, apresentamos a coletânea “O Impacto da Inteligência Artificial no Ensino e na Prática Médica”, um trabalho primoroso gestado nas mentes e mãos de talentosos professores e estudantes do curso de medicina do Centro Universitário de Patos de Minas-UNIPAM. Esta obra é o resultado de uma imersão no universo da Inteligência Artificial (IA) e sua aplicação nas diversas vertentes das Ciências da Saúde. Longe de ser apenas um exercício acadêmico, o livro reflete uma preocupação genuína em compreender e moldar o futuro da medicina em um cenário cada vez mais permeado pela tecnologia.

Ao longo de dezessete capítulos, os autores exploram desde os fundamentos da IA e sua vertente, até as implicações éticas e os desafios regulatórios que acompanham sua crescente adoção. Cada parágrafo da coletânea revela uma análise crítica sobre como a IA pode revolucionar o diagnóstico precoce, personalizar tratamentos e impulsionar a pesquisa médica. O livro não se limita a expor as promessas da tecnologia, mas também aborda as complexidades de sua integração na prática clínica, incentivando uma reflexão sobre a responsabilidade humana no comando dessas ferramentas.

Mais do que um conjunto de informações, esta coletânea é um convite ao diálogo e à colaboração interdisciplinar. Os autores, com sua visão aguçada, reiteram a importância de uma formação médica que contemple não apenas as ciências biológicas, mas também a alfabetização digital e o pensamento computacional. O livro sublinha que a IA não veio para substituir o médico, mas para potencializar suas capacidades, liberando-o para focar em aspectos mais humanizados do cuidado e em decisões complexas que exigem a inteligência e a sensibilidade humana.

Encerramos esta apresentação com a convicção de que esta coletânea é um marco na discussão sobre a IA na saúde, fruto da dedicação e do intelecto de uma geração que já nasce com o olhar voltado para o futuro. Que “O Impacto da Inteligência Artificial no Ensino e na Prática Médica” inspire novas pesquisas, promova debates construtivos e, acima de tudo, contribua para a construção de um sistema de saúde mais eficiente, preciso, equitativo e humano, onde a tecnologia e a humanidade caminham lado a lado. Qual seria, em sua opinião, o principal desafio a ser superado para a plena integração da IA na prática médica?

Elcio Moreira Alves

Juliana Lilis da Silva

Karine Cristine de Almeida

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

PREFÁCIO 1

PREFÁCIO 1

A inteligência artificial está silenciosamente mudando as bases da prática médica e da educação em saúde. O que antes parecia ciência ficcional distante agora já é parte de algoritmos de apoio ao diagnóstico, sistemas de triagem inteligente, robôs cirúrgicos precisos e ferramentas de ensino individualizadas. Em face disso, é necessário preparar essas novas gerações de trabalhadores da saúde para entender e incorporar criticamente essas tecnologias em sua formação e prática clínica.

Este livro se apresenta como uma resposta clara e dedicada a este desafio. Ele é escrito por estudantes de medicina em formação, e traz uma diversidade de temas que lidam com as promessas, assim como as complexidades, de se usar a IA dentro da medicina contemporânea. Os capítulos exploram do uso nas áreas mais técnicas - como radiologia, dermatologia e cardiologia - aos aspectos educacionais, éticos e humanos que envolvem a utilização dessas tecnologias em seu cotidiano em saúde.

Trata-se de uma contribuição ao desenvolvimento de uma cultura médica renovada, aberta à inovação, sem perder de vista os princípios fundamentais da prática clínica: o dever de refletir criticamente, a empatia e a responsabilidade. A leitura deste livro não informa apenas, mas também provoca uma reflexão sobre o futuro da medicina, sobre o papel da tecnologia, e, sobretudo, sobre que tipo de profissional a sociedade deseja formar.

Este livro, ao agregar visões complexas e solidamente fundamentadas, é um passo importante para que o amadurecimento do debate sobre a inteligência artificial no ensino e na prática médica se consolide. Que sirva de disparador de novas ideias, pesquisas e projetos que continuem colocando o ser humano como centro do cuidado, mesmo em tempos de algoritmos.

Dr. Juan Andrés Fulla Ortiz

Professor Associado de Urologia, Universidade do Chile

Diretor da Unidade de Cirurgia Robótica, Hospital San Borja Arriarán

Santiago, Chile

PREFÁCIO 2

PREFÁCIO 2

É com grande satisfação que recebi o convite para prefaciar o livro, “O Impacto da Inteligência Artificial no Ensino e na Prática Médica”, elaborado por estudantes de medicina e professores do Centro Universitário de Patos de Minas. Fico verdadeiramente honrada pela oportunidade de contribuir para uma obra cujo tema é o grande pilar da minha especialidade e que, sem dúvida, trará valiosas reflexões e será um recurso importante para leitores, acadêmicos e profissionais.

Antes de começar, preciso perguntar: Todos vocês sabem o que é a inteligência artificial (IA)? Se sabem, já se perguntaram se estão adequadamente treinados para concordar ou discordar dos dados gerados por ela?

É importante entender que a introdução da IA no ensino e na prática médica, pode repercutir de maneira positiva ou negativa e que esses pontos devem ser considerados e abordados.

A IA é um algoritmo capaz de interpretar dados externos, aprender com eles e usar este aprendizado para adaptações flexíveis, fato que tem se destacado como uma das inovações mais transformadoras em diversas áreas. É encantador observar como algoritmos conseguem compreender, assimilar e realizar tarefas antes consideradas exclusivamente humanas. Porém quem recebe essas informações deve estar capacitado para usá-la com certo discernimento e refletir sobre como essa tecnologia impacta no ensino médico, na prática clínica e na tomada de decisões em benefício do paciente.

A educação, em sua essência, sempre buscou maneiras de se adaptar às necessidades dos alunos e às demandas do mundo contemporâneo. A IA oferece ferramentas poderosas que personalizam a experiência de aprendizado, promovendo um ensino mais dinâmico e acessível. Entretanto, o bom uso dos benefícios que ela proporciona deve ser feito de maneira complementar à educação, para que os profissionais não percam a habilidade do pensamento crítico e não comprometam o cuidado.

Na prática médica, a introdução da IA tem o potencial de redefinir diagnósticos, tratamentos e a própria relação médico-paciente. Através de algoritmos avançados conseguimos analisar grandes volumes de dados, auxiliando na identificação precoce de doenças e na formulação de terapias mais eficazes. Porém, apesar de sua precisão,

PREFÁCIO 2

diagnósticos equivocados podem ocorrer, especialmente se os algoritmos não forem adequadamente treinados ou se as bases de dados usadas forem insuficientes.

Convidamos o leitor a explorar de que maneira a IA pode servir como aliada poderosa, promovendo a excelência na educação e na medicina. À medida que avançamos nesse caminho, é fundamental refletir sobre os desafios e oportunidades que a tecnologia nos apresenta, garantindo que sua implementação seja feita de maneira responsável e benéfica para todos.

É fato, que a IA chegou às salas de aula e aos consultórios, mudando a forma como ensinamos, aprendemos e cuidamos, mas não substitui o olhar humano. Deve ser vista como uma ferramenta complementar, que potencializa a nossa capacidade e não como um substituto. A integração da IA deve ser acompanhada de uma reflexão ética cuidadosa, com treinamento adequado, compromisso e cuidado.

Este e-book é um convite não apenas para explorar a interseção entre a IA, o ensino e a prática médica, mas para construirmos uma visão crítica que nos permita usufruir de todas as possibilidades, sem comprometer o atendimento.

Uma ótima leitura a todos.

Dra. Frances Débora Ferreira de Deus

Residência Médica em Radiologia e Diagnóstico por Imagem

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....1

A MENTE ARTIFICIAL: IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DA MEDICINA E NA SAÚDE MENTAL

Laura Lina de Oliveira


Talytta Andressa Camilo das Dores

Yago Henrique Santos

Mariane Alves Vieira

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Everton Edjar Atadeu da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530091>

CAPÍTULO 2.....9

ANÁLISE DE ELETROCARDIOGRAMAS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: AVANÇOS, APLICAÇÕES E DESAFIOS NO DIAGNÓSTICO

Gabrielle Rodrigues Caixeta

Karina Vieira de Melo

Natália Silva Tolentino

Rebeca Brasileiro

Karine Cristine de Almeida

Karoline Lopes Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530092>

CAPÍTULO 3.....16

ASSISTENTES VIRTUAIS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA: APLICAÇÕES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Gustavo Henrique Gomes Franco


Letícia Gomes Santiago

Luísa Viana Santos

Sara Mendonça de Queiroz

Vinícius de Paula Castro Silva

Paula Marynella Alves Pereira Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530093>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 430

CÂNCER DE PELE: O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO EM DERMATOLOGIA

Diullia Antônia Silvério

Eduarda Karine Oliveira

Fernanda de Melo Rezende

Lara Adrielly Rodrigues Melo

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Bethânia Crithine de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530094>

CAPÍTULO 5.....39

DESAFIOS E BENEFÍCIOS DO USO DE ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO RASTREIO DE CÂNCER DE MAMA

Isabella Basílio França

Laura Cardoso Viana

Thayza Resende Ribeiro

Carolina Queiroz Bernardes

Paula Marynella Alves Pereira Lima

Flávio Rocha Gil

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530095>

CAPÍTULO 649

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE SUPORTE DIAGNÓSTICO NAS DOENÇAS DE PARKINSON E ALZHEIMER

Augusto Venâncio Oliveira

Bernardo Alves de Amorim


Igor Felipe de Lima

Victor Augusto Vaz Silva

Lilia Beatriz Oliveira

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Priscila Capelari Orsolin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530096>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 7.....65

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TELEMEDICINA: O FUTURO DO ATENDIMENTO MÉDICO A DISTÂNCIA

Jakeline Alves Rosa Julião

Ana Clara Sena Pires Oliveira

Ana Clara Souza Magalhães

Maria Eduarda Alves Boreli

Maria Eduarda Furtado Silva

Juliana Lilis da Silva

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530097>

CAPÍTULO 8.....76

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ATENDIMENTO CLÍNICO: FAVORECENDO A ANAMNESE E CONTRIBUINDO PARA A HUMANIZAÇÃO DA PRÁTICA MÉDICA

Clarissa Alves de Araújo


Danyane Simão Gomes

Emanuelle Rosário Brito Durães

Júnia Marise Ramos

Larissa Pereira Rocha Signorelli

Alanna Simão Gomes Saturnino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530098>

CAPÍTULO 988

O PAPEL DA IA NO SUPORTE E NO MONITORAMENTO COMPORTAMENTAL DE CRIANÇAS AUTISTAS

Ana Paula Lourenço Marra

Emerson Silva Freitas

Júlia Ferreira Ribeiro

Maria Eduarda Moreira da Costa

Rhayslla Bruna de Oliveira

Juliana Lilis da Silva

Francis Jardim Pfeilsticker

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6972530099>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 10..... 98

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DAS DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

Gabrielle Paula Matos Oliveira

Isadora Barros Leles


Luana Fonseca Carvalho

Luna Sophia Justine Borges

Lília Beatriz Oliveira

Priscila Capelari Orsolin

Yasmin Justine Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300910>

CAPÍTULO 11..... 109

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO CURSO DE MEDICINA

Artur Rodrigues de Oliveira


Heitor Dias Alves de Oliveira

Igor Ferreira Pires

Virgílio Soares Silva Marques

Karine Cristine de Almeida

Juliana Lillis da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300911>

CAPÍTULO 12 119

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO TRATAMENTO DE DOENÇAS MENTAIS

Letícia Bruno Pereira

Rafaella Cunha Braga


Sidnei Passos Silveira Neto

Yngrid Abadia Menezes Gomes

Ulisses Rezende Brandão

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Luciana Mendonça Arantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300912>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 13128

O USO DE INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS NA BUSCA POR EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS


Agnaldo Marcelino da Silva Junior

Leonardo Tomás Pacheco

Ana Laura Farias Benedetti

Karine Cristine de Almeida

Juliana Lilis da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300913>

CAPÍTULO 14 139

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ADOLESCÊNCIA: DIAGNÓSTICO PRECOCE E PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS

Júlia Moreira Americano

Laís Barcelos de Oliveira

Larissa Gomes Zica

Yasmin Teixeira Rocha

Eliane Rabelo de Sousa Granja

Karine Cristine de Almeida

Karyna Maria de Mello Locatelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300914>

CAPÍTULO 15 149

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM CIRURGIAS

Geovanne D'Alfonso Júnior


Lucas Fernandes Pereira

Gustavo Arthur de Souza Alves

Evaldo de Deus Cunha

Karine Cristine Almeida

José Miguel da Silva Maciel Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300915>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 16163

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA PREVISÃO DE RESULTADOS ESTÉTICOS EM CIRURGIAS PLÁSTICAS

Beatriz Rodrigues Faria


Cecília Fernandes de Matos

Clara Mendes Faria

Gustavo Gonçalves Vieira

Juliana Lilis da Silva

Elcio Moreira Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300916>

CAPÍTULO 17175

USO DE CHATBOTS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE SEMIOLOGIA EM MEDICINA

Laura Macedo de Queiroz Franco


Nonato Camargo Vieira

Paulo Henrique Alves Guimarães

Thiago Ribeiro Novais

Giselle Cunha Barbosa Safatle

Priscila Capelari Orsolin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.69725300917>

SOBRE OS PREFACIANTES.....188

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 190



C A P Í T U L O 1

A MENTE ARTIFICIAL: IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DA MEDICINA E NA SAÚDE MENTAL

Laura Lina de Oliveira

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

Talytta Andressa Camilo das Dores

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

Yago Henrique Santos

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

Mariane Alves Vieira

Discente 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.

Everton Edjar Atadeu da Silva

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

O avanço da inteligência artificial (IA) na medicina teve início nas décadas de 1960 e 1970, com os primeiros sistemas especialistas e o uso da lógica difusa, que buscavam replicar processos decisórios clínicos humanos. Com o tempo, esse campo evoluiu rapidamente, incorporando tecnologias como redes neurais artificiais, máquinas de vetor de suporte e técnicas de processamento de linguagem natural. Essas inovações ampliaram significativamente as possibilidades de aplicação da IA em contextos médicos, desde diagnósticos mais precisos até suporte à decisão clínica, consolidando seu papel como uma ferramenta complementar à prática médica tradicional (Kavasidis *et al.*, 2023).

Diversas evidências científicas reforçam o impacto positivo da inteligência artificial em diferentes frentes da medicina contemporânea. Ferramentas baseadas em aprendizado de máquina, por exemplo, já demonstraram eficácia na análise de exames de imagem, na predição de riscos clínicos e na triagem de pacientes, proporcionando maior agilidade e precisão ao diagnóstico médico (Gomes; Montanini; Sobrinho, 2024; Soares *et al.*, 2023). Na saúde mental, tecnologias de IA têm sido aplicadas com sucesso na detecção precoce de transtornos psicológicos, além de permitirem o desenvolvimento de plataformas interativas e acessíveis que funcionam como suporte terapêutico em contextos de vulnerabilidade ou baixa disponibilidade de profissionais (Elyoseph *et al.*, 2024). Esses avanços confirmam que a IA, mais do que um instrumento técnico, atua como catalisadora de transformações profundas na assistência à saúde.

Paralelamente, a crescente digitalização da informação e o fortalecimento da cultura de acesso aberto revolucionaram o modo como o conhecimento em saúde é produzido e compartilhado. Especialmente na área da saúde mental, esse movimento promoveu uma verdadeira democratização do saber, rompendo com antigos monopólios institucionais. A chegada de tecnologias como a inteligência artificial generativa representa uma nova fase desse processo: ao oferecer interações personalizadas e acessíveis, essas ferramentas ampliam o alcance dos cuidados em saúde mental e contribuem para tornar o relacionamento entre pacientes e profissionais mais horizontal. Nesse contexto, a IA surge não apenas como um instrumento técnico, mas como um agente transformador das dinâmicas educacionais e assistenciais, fortalecendo a autonomia dos indivíduos e ressignificando o papel da mente humana e artificial na medicina contemporânea (Elyoseph *et al.*, 2024).

IA NA MEDICINA

A integração da inteligência artificial no campo da medicina tem provocado uma verdadeira revolução nos métodos diagnósticos e na gestão do cuidado em saúde. Um dos avanços mais expressivos está na análise de imagens médicas, onde algoritmos treinados conseguem identificar padrões com alto grau de precisão em exames como radiografias, tomografias e ressonâncias magnéticas. Esse tipo de suporte computacional não apenas acelera o processo de diagnóstico, mas também reduz a margem de erro humano, promovendo uma medicina mais segura e baseada em evidências. A capacidade da IA de processar grandes volumes de dados em tempo real contribui para decisões clínicas mais rápidas e fundamentadas, o que é especialmente valioso em contextos de alta demanda, como emergências e unidades de terapia intensiva (Devi, 2024).

Além disso, a IA vem sendo aplicada em diferentes frentes da prática médica, por meio de sistemas especializados, robôs assistivos e agentes digitais que atuam em tarefas variadas do monitoramento remoto de pacientes à otimização de rotinas

hospitalares. Essas tecnologias não apenas ampliam a eficiência dos serviços, mas também apontam para uma mudança estrutural na forma como o conhecimento médico é utilizado e compartilhado. Ao simular processos cognitivos humanos, a IA atua como uma extensão da capacidade clínica dos profissionais, abrindo espaço para uma abordagem mais personalizada e centrada no paciente. Dentro desse panorama, a inteligência artificial não representa apenas um avanço técnico, mas também um elemento transformador das relações humanas na medicina contemporânea, com impactos significativos tanto na assistência quanto na formação médica (Devi, 2024).

SAÚDE MENTAL E FATORES ESTRESSORES NO AMBIENTE MÉDICO

A saúde mental dos estudantes de Medicina tem sido alvo de crescente preocupação na literatura científica, em razão de seu impacto direto sobre as trajetórias acadêmica e profissional desses indivíduos. Dados de um inquérito epidemiológico realizado com profissionais da Universidade Federal de Minas Gerais revelaram prevalências alarmantes de sintomas depressivos (42,8%), alterações no sono (70,0%), ansiedade elevada (19,4%) e ideação suicida (22,9%) entre os alunos do ciclo básico, grupo mais afetado em comparação com os ciclos mais avançados do curso (Oliveira; Ribeiro, 2023). Esses indicadores apontam para um cenário de vulnerabilidade acentuada nos anos iniciais da graduação, período marcado pela transição do ensino médio para o ambiente universitário, com exigências discentes intensas, mudanças na rotina e desafios emocionais.

Desde o início da graduação, os estudantes são inseridos em um contexto altamente competitivo e repleto de expectativas. A exigência por desempenho acadêmico constante, somada à carga horária extensa e à escassez de tempo para práticas de autocuidado, acarreta desgaste emocional significativo. Essa realidade é intensificada pelo uso contínuo de tecnologias digitais, que, embora proporcionem recursos didáticos inovadores, também apresentam riscos. O uso excessivo de dispositivos móveis tem sido associado ao aumento de sintomas de ansiedade, à redução do rendimento acadêmico e à deterioração da qualidade do sono (Yao; Wang, 2023).

No contexto da educação médica contemporânea, a presença crescente da inteligência artificial (IA) representa mais uma variável importante. Ainda que traga inovações promissoras e novas possibilidades de aprendizagem, a IA pode gerar inseguranças nos estudantes quanto à sua competência profissional, dificultando o desenvolvimento de uma identidade sólida. O ambiente formativo, permeado por múltiplas pressões e por transformações tecnológicas constantes, pode tornar-se um fator de risco para o adoecimento psíquico, caso não haja políticas institucionais voltadas à promoção da saúde mental e ao fortalecimento da resiliência emocional (Silva *et al.*, 2024).

DESAFIOS ÉTICOS E PSICOLÓGICOS

A adaptação à inteligência artificial no contexto da educação médica vai além das habilidades técnicas e requer, também, maturidade emocional. A introdução de tecnologias emergentes modifica não apenas os métodos de ensino, mas também as relações interpessoais, os vínculos institucionais e as percepções que os estudantes constroem sobre si mesmos. Muitos profissionais relatam sentir-se pressionados a dominar ferramentas que ainda estão em consolidação, mesmo entre especialistas da área, o que intensifica sentimentos de inseguranças e medo de obsolescência. (Ötles *et al.*, 2022).

Diante da velocidade das inovações tecnológicas, torna-se difícil acompanhar as mudanças sem comprometer a autoestima e o equilíbrio psíquico. Nesse cenário, o acolhimento institucional, a promoção do pensamento crítico acerca do uso da tecnologia e o cuidado com as dimensões emocionais da formação são indispensáveis para garantir uma integração ética e saudável da IA à prática educacional. (Ötles *et al.*, 2022).

A inteligência artificial tem promovido transformações estruturais significativas no processo formativo dos futuros médicos. Ferramentas como o ChatGPT-4 e o Gemini têm sido incorporadas ao cotidiano acadêmico, oferecendo personalização do ensino, simulações clínicas avançadas e apoio à tomada de decisões. Esses sistemas fornecem diagnósticos automatizados e respostas em tempo real, baseadas em bancos de dados atualizados, ampliando as possibilidades de ensino e otimizando tarefas rotineiras (Lobo; Brasil, 2024).

No entanto, a adoção dessas ferramentas também suscita questionamentos profundos sobre o papel do estudante nesse novo ecossistema digital. A transferência parcial da autoridade do saber para algoritmos pode provocar tensões identitárias e comprometer a autonomia do estudante no processo de aprendizagem (Niemi; Liu, 2021).

Apesar de sua eficiência, a inteligência artificial não substitui as interações humanas que são fundamentais nos processos de diagnóstico e cuidado. A formação médica precisa, portanto, contemplar não apenas competências técnicas, mas também habilidades socioemocionais como empatia, escuta ativa e comunicação, que ainda não podem ser replicadas por máquinas. Preservar essas qualidades é fundamental para garantir que a tecnologia complemente, e não substitua, a formação integral e humanizada dos futuros profissionais da saúde (Niemi; Liu, 2021).

BENEFÍCIOS DA IA NA MEDICINA

A área da saúde passa por constantes avanços, transformações e adaptações tecnológicas, as quais visam sempre a melhora da qualidade de vida humana. A IA, um ramo da ciência da computação, encaixa-se como uma das grandes inovações de potencial transformador, que vem atraindo o interesse do meio científico e ganhando espaço nas especialidades médicas (Soares *et al.*, 2023). A IA tem se destacado como uma das ferramentas mais promissoras para a transformação da prática médica contemporânea. Segundo Gomes; Montanini e Sobrinho (2024), a IA pode otimizar processos diagnósticos, promover maior precisão em tratamentos personalizados e auxiliar na tomada de decisões clínicas complexas, especialmente em cenários de grande volume de dados e alta demanda.

Entre os principais benefícios, destaca-se a capacidade da IA de realizar diagnósticos mais rápidos e precisos, por meio do uso de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*), que analisam grandes quantidades de dados clínicos e de imagem. Estudos demonstram que algoritmos de IA conseguem atingir níveis de acurácia comparáveis e em alguns casos superiores aos de médicos especialistas, como no diagnóstico de câncer de mama por mamografias (McKinney *et al.*, 2020). Outro aspecto relevante da aplicação da IA na saúde é o seu impacto positivo na eficiência operacional dos hospitais. Essas tecnologias possibilitam a automação de rotinas administrativas, a melhoria na gestão de recursos e a diminuição de falhas. Como consequência, observa-se não só uma redução significativa nos custos operacionais, mas também um aperfeiçoamento na qualidade dos serviços prestados aos pacientes.

A inteligência artificial tem desempenhado um papel fundamental no aumento da autonomia e na personalização do ensino na medicina, promovendo uma aprendizagem mais adaptativa e centrada no aluno. Com o uso de plataformas baseadas em IA, como tutores virtuais e sistemas de aprendizagem adaptativa, os estudantes podem receber conteúdos personalizados de acordo com seu nível de conhecimento, estilo de aprendizagem e desempenho anterior, o que potencializa a retenção do conhecimento e o desenvolvimento de competências clínicas essenciais. Além disso, essas ferramentas permitem o acesso contínuo a simulações, estudos de caso e feedback automatizado, promovendo o aprendizado autodirigido e o desenvolvimento de habilidades práticas de forma mais eficiente. Um estudo da Harvard Medical School destaca como a IA generativa está sendo integrada ao currículo médico para auxiliar alunos na construção de raciocínio clínico em tempo real (Harvard Medical School, 2024).

Complementarmente, uma revisão publicada no National Library of Medicine reforça que a IA proporciona um ambiente educacional responsivo e dinâmico, essencial para o preparo de médicos frente aos desafios da medicina contemporânea. Além disso, a IA tem sido empregada na análise de dados para prever e monitorar condições de saúde mental. Sistemas baseados em aprendizado de máquina têm demonstrado eficácia na detecção precoce de transtornos mentais, análise de padrões comportamentais e previsão de respostas ao tratamento. Uma revisão sistemática destacou que essas ferramentas podem ser precisas na identificação e classificação de condições de saúde mental, bem como na previsão de riscos e monitoramento de prognósticos.

IA E SAÚDE MENTAL: É PROBLEMA OU SOLUÇÃO?

Apesar do potencial transformador da inteligência artificial (IA) na medicina, sua aplicação também levanta preocupações éticas, técnicas e práticas. Um dos principais desafios está relacionado à falta de transparência e interoperabilidade dos algoritmos utilizados. Muitos sistemas de IA, especialmente aqueles baseados em aprendizado profundo, funcionam como “caixas-pretas”, dificultando a compreensão do raciocínio por trás das decisões clínicas. Isso pode comprometer a confiança dos profissionais e pacientes nas recomendações oferecidas (Topol, 2019; Samek *et al.*, 2017).

Além disso, há o risco de viés nos dados de treinamento, que pode levar a resultados discriminatórios ou imprecisos, especialmente para populações sub-representadas. Estudos mostram que algoritmos treinados com dados predominantemente de um grupo étnico, por exemplo, podem apresentar desempenho inferior em outros grupos (Obermeyer *et al.*, 2019). Esse tipo de viés pode agravar desigualdades já existentes no sistema de saúde. Outro ponto crítico é a dependência excessiva da tecnologia, que pode levar à desvalorização do julgamento clínico. Há preocupação de que os profissionais de saúde se tornem excessivamente confiantes nas recomendações da IA, mesmo quando estas não sejam adequadas ao contexto individual do paciente (Amann *et al.*, 2020). Além disso, a responsabilidade legal em caso de erro diagnóstico envolvendo IA ainda é uma área cinzenta, com implicações éticas e jurídicas significativas. Por fim, a privacidade e segurança dos dados dos pacientes também são grandes desafios. Sistemas de IA requerem grandes volumes de dados sensíveis, o que aumenta o risco de violações de segurança e uso indevido das informações pessoais (Price;Cohen, 2019).

CONCLUSÃO

A inteligência artificial na medicina, que começou com sistemas básicos e simplistas evoluiu para tecnologias mais avançadas, como redes neurais e análise de linguagem, melhorando diagnósticos e apoio aos médicos. Ao mesmo tempo, a digitalização e o acesso livre à informação tornaram o conhecimento em saúde mais acessível, reduzindo barreiras. Na saúde mental, a IA generativa tem se destacado ao oferecer atendimento personalizado, tornando a relação entre pacientes e profissionais mais direta e fortalecendo a independência dos usuários. Dessa forma, a IA apresenta-se como um fator de mudança na medicina, integrando-se ao atendimento tradicional e dando novo significado ao papel da mente tanto humana quanto artificial na busca por um cuidado mais inclusivo e eficaz.

A aplicação da IA nas áreas médicas transformou métodos de diagnóstico e gestão em saúde, principalmente na análise de exames de imagem, em que algoritmos identificam problemas com grande precisão. Essa tecnologia não só acelera diagnósticos e diminui erros, como também permite decisões mais rápidas e baseadas em dados, algo essencial em situações de emergência. Além disso, a IA é usada em sistemas especializados, robôs assistentes e assistentes virtuais, melhorando desde o acompanhamento de pacientes à organização de hospitais. Por imitar a forma como os humanos pensam, a IA amplia a capacidade dos profissionais, permitindo um atendimento mais individualizado. Assim, ela se consolida como uma ferramenta capaz de influenciar desde o tratamento de pacientes até a formação de novos médicos, visto que é capaz de mudar a relação entre conhecimento, tecnologia e prática médica.

Embora ferramentas como ChatGPT e sistemas de diagnóstico automatizado otimizem o aprendizado, elas não substituem as interações humanas e pensamento crítico essenciais na medicina. A formação médica precisa preservar habilidades como empatia, comunicação e raciocínio clínico, que são fundamentais para a prática médica. O grande desafio está em equilibrar o uso dessas tecnologias com o desenvolvimento das competências socioemocionais, garantindo que a IA sirva como complemento - e não como substituição - à formação integral dos profissionais de saúde.

REFERÊNCIAS

AMANN, J.; BLASIMME, A.; VAYENA, E.; FREY, D.; MADAI, V. I. Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2020.

DEVI, S. Artificial Intelligence in Medicine. **International Journal For Multidisciplinary Research**, [s. l.], 2024.

ELYOSEPH, Z. *et al.* An ethical perspective on the democratization of mental health with generative AI. **JMIR Mental Health**, v. 11, p. e58011, 2024.

GOMES, S. A.; MONTANINI, J. F.; SOBRINHO, H. M. da R. O uso da Inteligência Artificial na Medicina: os benefícios e desafios da parceria homem-tecnologia na saúde. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 12, e18374, 2024.

KAVASIDIS, I. *et al.* History of AI in clinical medicine. In: **AI in Clinical Medicine: A Practical Guide for Healthcare Professionals**, p. 39-48, 2023.

LOBO, L. C. Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, [s. l.], 2018.

NIEMI, H.; LIU, J. AI in learning: Intelligent digital tools and environments for education. **Journal of Pacific Rim Psychology**, v. 15, p. 1-2, 2021.

OLIVEIRA, G. L.; RIBEIRO, A. P. Saúde mental e qualidade de vida de estudantes de medicina de uma universidade pública brasileira. **Hygeia (Uberlândia)**, v. 19, e1918, 2023.

ÖTLES, E. *et al.* Teaching artificial intelligence as a fundamental toolset of medicine. **Cell Reports Medicine**, v. 3, n. 12, p. 100824, 2022.

PRICE, W. N.; COHEN, I. G. Privacy in the age of medical big data. **Nature Medicine**, v. 25, n. 1, p. 37-43, 2019.

SILVA, J. C. S; QUADROS, S. F. P.; CÂMARA, M. A. C. Integração da inteligência artificial na formação educacional médica: oportunidades e desafios. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 7, n. 1, 2024.

SOARES, R. A. *et al.* O uso da inteligência artificial na medicina: aplicações e benefícios. **Research, Society and Development**, 2023.

YAO, N.; WANG, Q. Technostress do uso de smartphones e seu impacto na qualidade do sono e no desempenho acadêmico de estudantes universitários. **Asia-Pacific Education Researcher**, v. 32, p. 317-326, 2023.



C A P Í T U L O 2

ANÁLISE DE ELETROCARDIOGRAMAS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: AVANÇOS, APLICAÇÕES E DESAFIOS NO DIAGNÓSTICO

Gabrielle Rodrigues Caixeta

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

Karina Vieira de Melo

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

Natália Silva Tolentino

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

Rebeca Brasileiro

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

Karine Cristine de Almeida

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

Karoline Lopes Caixeta

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

As doenças cardiovasculares configuram-se como a principal causa de mortalidade entre as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil, ocupando posição de destaque nos indicadores nacionais de saúde (Oliveira *et al.*, 2024). Em escala global, essas enfermidades representam um dos maiores desafios sanitários, não apenas pela alta taxa de óbitos, mas também pelas consequências sociais, econômicas e pela perda de qualidade e expectativa de vida da população (Oliveira; Moura; Silva, 2023).

Estima-se que cerca de 30% das mortes por DCNT no país tenham origem em causas cardiovasculares, cuja incidência está relacionada, em grande parte, a fatores de risco evitáveis, de acordo com dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2023).

Esse cenário representa uma significativa sobrecarga para o sistema de saúde pública, tornando essencial a compreensão do impacto dessas patologias, a fim de que possam ser abordadas de maneira mais eficaz e menos onerosa (Barbosa *et al.*, 2025).

O eletrocardiograma (ECG), desenvolvido em 1902, é uma ferramenta amplamente utilizada na prática clínica por ser um exame não invasivo e com capacidade de avaliar a atividade elétrica do coração. Seu uso é fundamental para a identificação de arritmias, infartos do miocárdio e isquemias, contribuindo diretamente para o diagnóstico e acompanhamento de diversas condições cardíacas. Os achados obtidos por meio do ECG orientam decisões terapêuticas e permitem o monitoramento da eficácia das intervenções adotadas (Muzammil *et al.*, 2024).

No entanto, erros na interpretação de ECGs ainda são frequentes, resultantes de diferentes vieses, desatenção a detalhes sutis ou insuficiente capacitação dos profissionais responsáveis pela análise. Essa limitação levanta preocupações quanto à aplicabilidade dos achados, uma vez que interpretações incorretas podem acarretar prejuízos clínicos significativos (Di Costanzo *et al.*, 2024).

Com o advento da inteligência artificial (IA) aplicada à análise de ECGs, esse exame tradicional e amplamente utilizado passou a dispor de uma abordagem mais precisa e padronizada. A IA tem se mostrado capaz de identificar alterações discretas que muitas vezes escapam à observação humana, transformando o ECG em uma ferramenta preditiva não apenas de doenças cardíacas, mas também de outras comorbidades (Attia *et al.*, 2021).

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo explorar os avanços, as aplicações práticas e os desafios éticos e técnicos relacionados ao uso da inteligência artificial na análise de eletrocardiogramas, destacando sua importância no diagnóstico e na evolução da medicina cardiovascular.

APRENDIZADO PROFUNDO E O ECG

O aprendizado profundo (*Deep Learning*) é um ramo do aprendizado de máquina que utiliza arquiteturas compostas por múltiplas camadas, aplicando sucessivas transformações não lineares nos dados. Essas arquiteturas permitem a modelagem de padrões complexos, sendo construídas a partir da combinação de Redes Neurais Artificiais (*Artificial Neural Networks* – ANNs) (Marinho, 2021).

As redes neurais profundas (DNNs), utilizadas em sistemas de IA, são formadas por camadas de nós interconectados, onde cada nó atua como um neurônio artificial. Esses nós processam entradas por meio de uma função matemática que envolve pesos ajustáveis e uma função de ativação não linear. Os dados fluem sequencialmente entre as camadas, de forma que cada camada transforma as entradas e transmite a saída para a próxima, até que a última camada gere o resultado final (Attia *et al.*, 2021).

Para treinar essas redes, utiliza-se o algoritmo chamado *Backpropagation Through Time* (BPTT), que ajusta os pesos ao longo da rede com o objetivo de minimizar a função de custo. Esse ajuste é feito acumulando os gradientes da função de erro ao longo do tempo. Contudo, em sequências muito longas, é comum que ocorram problemas como o desvanecimento ou a explosão do gradiente, o que pode dificultar a convergência do modelo durante o treinamento (Santana, 2022).

Esse tipo de abordagem é especialmente útil na área médica, como na análise de eletrocardiogramas (ECGs). Redes neurais profundas podem ser aplicadas para auxiliar no diagnóstico automático a partir desses sinais, contribuindo para uma interpretação mais rápida e precisa por parte dos profissionais de saúde (Garzon; Barbosa, 2023).

Entre as arquiteturas utilizadas, destacam-se as redes neurais convolucionais (CNNs), que se mostram eficazes na detecção de padrões temporais e espaciais em sinais de ECG. Esses modelos têm sido empregados com sucesso na identificação de arritmias, classificação de batimentos anormais e previsão de doenças cardíacas estruturais. Estudos mostram que modelos baseados nessa abordagem podem superar especialistas humanos em tarefas diagnósticas específicas, desde que treinados com conjuntos de dados amplos e variados (Qayyum *et al.*, 2025).

Além disso, o aprendizado profundo também tem sido explorado como ferramenta para viabilizar o monitoramento contínuo de sinais de ECG. Essa integração permite capturar arritmias transitórias ou intermitentes, que muitas vezes passam despercebidas em registros de curta duração. A análise prolongada do ritmo cardíaco fornece uma avaliação mais completa da função elétrica do coração e favorece intervenções mais precoces. Esse recurso, aliado a sistemas de telemedicina, amplia o acesso ao cuidado, especialmente em contextos com limitações geográficas ou estruturais. (Katal *et al.*, 2023).

APLICAÇÕES DA IA NA ANÁLISE DE ECGS

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na cardiologia tem demonstrado um impacto crescente, não apenas nos procedimentos terapêuticos, mas também nas ferramentas diagnósticas, como a análise de ECGs. Na cardiologia intervencionista, a IA vem sendo empregada para oferecer suporte em tempo real durante procedimentos complexos, otimizando o posicionamento de dispositivos e reduzindo riscos operacionais. Essa mesma capacidade analítica pode ser direcionada à interpretação de ECGs, em que algoritmos inteligentes são capazes de detectar alterações discretas nos sinais elétricos cardíacos, permitindo diagnósticos precoces e maior precisão clínica (Cabral *et al.*, 2024).

Segundo Castro e Borges, 2024, no contexto mais amplo da prática médica, observa-se que a IA se posiciona como uma aliada estratégica ao médico, sobretudo na triagem e no reconhecimento automatizado de padrões em exames complementares. Ao ser aplicada à leitura de ECGs, a IA potencializa a acurácia diagnóstica e promove a redução de falhas humanas, além de oferecer suporte contínuo e personalizado na monitorização eletrocardiográfica, favorecendo intervenções mais oportunas e assertivas.

Complementando essa perspectiva, a utilização da IA em processos de detecção e segmentação automática de estruturas demonstra seu valor na análise minuciosa de dados clínicos. Essa abordagem, embora comumente aplicada à imagem médica, é plenamente transponível para sinais como o ECG, nos quais algoritmos são capazes de segmentar ondas e complexos eletrocardiográficos, classificando-os conforme sua normalidade ou patologia. Essa segmentação automática torna-se uma poderosa ferramenta de apoio à decisão clínica, principalmente em ambientes com alta demanda assistencial (Siqueira *et al.*, 2023).

Além de sua aplicação diagnóstica, a IA tem revelado grande utilidade em contextos educacionais, como demonstrado pelo desenvolvimento de sistemas tutores inteligentes voltados ao ensino de eletrocardiografia. O “ECG Tutor”, por exemplo, representa uma solução inovadora que simula cenários clínicos, analisa respostas de estudantes e oferece feedback imediato. Tal recurso não apenas promove o aprendizado ativo, como também contribui para a formação de profissionais mais capacitados na interpretação precisa de ECGs, combinando conhecimento clínico e domínio tecnológico desde a graduação (Pereira, 2023).

De acordo com Garzón e Barbosa, 2023, os avanços nos algoritmos de aprendizado de máquina revelam o grande potencial dessas ferramentas na classificação automatizada de eletrocardiogramas. Modelos supervisionados, como redes neurais e máquinas de vetores de suporte, vêm sendo aplicados com êxito na identificação de anomalias cardíacas, ampliando a escalabilidade do diagnóstico e reduzindo desigualdades de acesso a cuidados especializados. Essas abordagens tecnológicas não substituem o raciocínio clínico, mas o complementam com rapidez, precisão e reprodutibilidade, fortalecendo a medicina baseada em dados e evidências.

FUTURO DA ANÁLISE DE ECG COM A IA: SUAS LIMITAÇÕES VERSUS A ANÁLISE HUMANA

A análise de eletrocardiogramas (ECG) por meio de ferramentas utilizando IA tem se consolidado como uma das mais relevantes aplicações da tecnologia no campo da cardiologia. O uso de algoritmos de aprendizado de máquina, especialmente aqueles baseados em *deep learning* (DL), permite a detecção de padrões sutis e

complexos que muitas vezes escapam à percepção humana. A principal vantagem dos modelos de DL é a capacidade de extrair características diretamente dos dados brutos, sem a necessidade de intervenção humana na engenharia de atributos (Kwon *et al.*, 2021).

O futuro dessa tecnologia aponta para uma crescente integração com dispositivos portáteis e sistemas de monitoramento contínuo, como os sensores baseados em Internet das Coisas (IoT). Modelos de IA já demonstram acurácia superior a 96% na predição de arritmias como fibrilação atrial e bradicardia sinusal, quando treinados com bases públicas de sinais de ECG. Além disso, destaca-se a velocidade de processamento e a consistência das análises automatizadas, fatores especialmente relevantes em contextos de triagem e emergência (Maggioni, 2023).

Entretanto, apesar dos avanços promissores, a IA aplicada à análise de ECG ainda apresenta limitações importantes, sendo um dos principais desafios o fenômeno do “overfitting”, quando o modelo se ajusta excessivamente aos dados de treinamento, perdendo capacidade de modificação para novos contextos. Assim, ressaltam que, na ausência de validação externa, o desempenho do modelo pode ser superestimado, sem garantia de aplicabilidade em ambientes clínicos reais, uma vez que o *overfitting* faz uma análise generalizada (Kwon *et al.*, 2021).

Outro aspecto crucial refere-se à diferença entre a análise automatizada e a interpretação humana. Embora a IA tenha se mostrado eficaz na identificação de alterações eletrocardiográficas, como padrões de repolarização e disfunções ventriculares, ela ainda não é capaz de contextualizar essas informações clinicamente. Nesse contexto, a IA pode apresentar alta precisão na segmentação de estruturas cardíacas, mas carece da compreensão clínica necessária para a interpretação dos achados em sua totalidade (Siqueira *et al.*, 2023).

A IA é capaz de identificar sinais não percebidos durante a interpretação humana, porém, deve ser entendida como ferramenta complementar, uma vez que a análise humana integra aspectos subjetivos e clínicos que vão além dos dados do ECG. Os cardiologistas consideram fatores como sintomas, histórico médico, uso de medicamentos e comorbidades, elementos fundamentais na decisão terapêutica. Além disso, a experiência acumulada e a capacidade de julgamento ético e empático são atributos intrínsecos à prática médica. Dessa forma, projeta-se para o futuro um modelo de atuação colaborativa, onde o médico utiliza a IA como suporte diagnóstico, beneficiando-se da velocidade e precisão dos algoritmos, sem abdicar de sua capacidade de julgamento clínico. A complementaridade entre homem e máquina pode representar um novo paradigma na cardiologia, unindo tecnologia e humanização no cuidado ao paciente (Martins *et al.* 2024).

CONCLUSÃO

A aplicação da inteligência artificial na análise de eletrocardiogramas representa um avanço significativo na prática cardiológica, oferecendo suporte diagnóstico com maior precisão, agilidade e padronização. Ao longo deste capítulo, foram apresentados os fundamentos técnicos, as aplicações práticas e os desafios associados ao uso dessa tecnologia, evidenciando seu potencial de transformar tanto o diagnóstico quanto a formação médica. Apesar das limitações atuais, como o risco de superajuste dos modelos e a ausência de contextualização clínica por parte dos algoritmos, a IA se consolida como uma ferramenta complementar valiosa, que não substitui, mas fortalece a atuação médica. Nesse cenário, a integração entre inteligência artificial e julgamento clínico desponta como um caminho promissor, pautado na aliança entre inovação tecnológica e cuidado humanizado.

REFERÊNCIAS

ATTIA, Z. I. *et al.* Application of artificial intelligence to the electrocardiogram. **European Heart Journal**, v. 42, n. 46, p. 4717–4730, 2021.

BARBOSA, P. A. M. *et al.* O papel da inteligência artificial na predição de doenças cardiovasculares. **Revista Corpus Hippocraticum**, v. 1, n. 1, 2025

BRASIL. Ministério da Saúde. **Estratégia de Saúde Cardiovascular**, 2023.

CABRAL, B. F. *et al.* O impacto da inteligência artificial nos avanços em Cardiologia Intervencionista. Anais New Science Publishers. **Editora Impacto**, I MED 360 – Congresso Regional de Medicina, [S. l.], 2024.

CASTRO, M. C. M.; BORGES, P. J. S. O impacto do uso de Inteligência Artificial na prática médica. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 17, n. 60, p. e2106, 2024.

DI COSTANZO, A. *et al.* An artificial intelligence analysis of electrocardiograms for the clinical diagnosis of cardiovascular diseases: a narrative review. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 13, n. 4, 2024.

GARZON, N. A.; BARBOSA, L. S. O. Aprendizado de máquina na medicina: como algoritmos de aprendizado de máquina podem ser aplicados em diagnósticos médicos, prognósticos e descoberta de novos tratamentos. **Recima21**, v. 4, n. 12, 2023.

KATAL, N. *et al.* Deep learning based arrhythmia detection using ECG signals: a comparative study and performance evaluation. **Diagnostics**, v. 13, n. 24, 2023.

KWON, J. *et al.* Artificial intelligence using electrocardiography: strengths and pitfalls. **European Heart Journal**, v. 42, n. 30, p. 2896–2898, 2021.

MAGGIONI, A. F. **Inteligência Artificial aplicada a análise de Eletrocardiograma**. 2023. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Computação). Curso de Computação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

MARINHO, L. B. **Segmentação de batimentos cardíacos em eletrocardiograma e identificação de arritmia cardíaca em um único lote de processamento por aprendizado profundo usando uma abordagem de regressão em uma rede neural convolucional**. 2021. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Teleinformática). Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MARTINS, V. B. L. *et al.* Avanços da inteligência artificial na cardiologia: uma revisão abrangente. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 4, p. 2442–2456, 2024.

MUZAMMIL, M. *et al.* Artificial intelligence-enhanced electrocardiography for accurate diagnosis and management of cardiovascular diseases. **Journal of Electrocardiology**, v. 83, p. 30–40, 2024.

OLIVEIRA, C. H. S.; MOURA, M. L. R.; SILVA, P. H. V. O papel da inteligência artificial na predição de doenças cardiovasculares. **Revista de Iniciação Científica da FAMINAS**, v. 4, n. 2, p. 1–8, 2023.

OLIVEIRA, G. M. M. *et al.* Cardiovascular statistics – Brazil 2023. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 121, n. 2, p. e20240079, 2024.

PEREIRA, L. A. *et al.* ECG Tutor: desenvolvimento e avaliação de um sistema tutor inteligente gamificado para ensino de eletrocardiograma. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 47, n. 2, 2023.

QAYYUM, S. N. *et al.* Revolutionizing electrocardiography: the role of artificial intelligence in modern cardiac diagnostics. **Annals of Medicine & Surgery**, v. 87, n. 1, p. 161–170, 2025.

SANTANA, J. R. G. **Classificação de arritmias cardíacas em sinais de ECG utilizando redes neurais profundas**. 2022. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

SIQUEIRA, V. S. *et al.* Inteligência artificial aplicada na detecção e segmentação automática de estruturas cardíacas em imagens ecocardiográficas. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v. 12, n. 4, p. 1589–1604, 2023.



C A P Í T U L O 3

ASSISTENTES VIRTUAIS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA: APLICAÇÕES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Gustavo Henrique Gomes Franco

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

Letícia Gomes Santiago

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

Luísa Viana Santos

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

Sara Mendonça de Queiroz

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

Vinícius de Paula Castro Silva

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

Paula Marynella Alves Pereira Lima

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

Nas últimas décadas, a radiologia tem sido uma das áreas da medicina mais transformadas pelo avanço da tecnologia e a inteligência artificial (IA) tem tido papel central nessa mudança. Com o aumento expressivo da quantidade de exames de imagem e a escassez de radiologistas em várias regiões, surgiu a necessidade de ferramentas que pudessem ajudar a agilizar o trabalho, garantir diagnósticos mais precisos e manter a qualidade dos laudos médicos. É nesse cenário que os assistentes virtuais ganham destaque, oferecendo apoio na análise das imagens, na organização de informações clínicas e até na redação preliminar dos relatórios, tornando-se parceiros valiosos no dia a dia dos profissionais da área (Reddy *et al.*, 2024; Mancini *et al.*, 2024).

Ao contrário dos sistemas automatizados mais antigos, que seguiam regras rígidas e respostas pré-definidas, os assistentes virtuais atuais foram pensados para se comunicar de forma muito mais próxima da linguagem humana. Isso só é possível graças ao uso de modelos de linguagem natural e técnicas avançadas de aprendizado profundo, que tornam essas interações mais fluidas, personalizadas e intuitivas. Tecnologias como o Radiology-GPT, o MiniGPT-Med e o RaDialog são bons exemplos dessa nova geração de ferramentas inteligentes, elas conseguem interpretar exames, conversar com os profissionais de saúde, responder a dúvidas clínicas e até ajudar na formulação de hipóteses diagnósticas (Pellegrini *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2023).

Além de tornarem o trabalho mais preciso e eficiente, os assistentes virtuais baseados em IA também abrem portas para um acesso mais igualitário à saúde. Eles podem ajudar a levar diagnósticos de qualidade a regiões onde faltam especialistas, funcionando como uma espécie de “apoio de confiança” para a tomada de decisão clínica, principalmente em locais com poucos radiologistas disponíveis. No entanto, apesar de todo esse potencial, a adoção dessas tecnologias ainda exige cuidado. Questões como a falta de transparência em algumas decisões da IA, o risco de aplicar resultados sem considerar as particularidades de cada contexto e a ausência de validações clínicas consistentes seguem como desafios importantes a serem enfrentados (Hafeez *et al.*, 2025; Khalifa; Albadawy, 2024).

A literatura recente aponta tanto os avanços como os desafios enfrentados na implementação de assistentes virtuais no fluxo de trabalho radiológico. Se, por um lado, há evidências de que esses sistemas podem melhorar a eficiência, reduzir erros e ampliar a cobertura diagnóstica, por outro lado, ainda persistem dúvidas sobre sua integração com os sistemas hospitalares, aceitação por parte dos profissionais e adequação ética e regulatória (Langlotz, 2023; Chen *et al.*, 2024).

Nesse sentido, este capítulo tem como proposta refletir sobre o papel dos assistentes virtuais no contexto atual da radiologia, destacando como a inteligência artificial tem sido aplicada, na prática, para apoiar os profissionais no diagnóstico por imagem. Ao longo do texto, serão apresentados os principais sistemas já disponíveis, seus benefícios no dia a dia clínico, as limitações técnicas que ainda precisam ser superadas, além dos dilemas éticos e das expectativas para os próximos anos. A discussão se baseia em uma análise cuidadosa de estudos publicados entre 2021 e 2025, todos revisados por pares e voltados especificamente ao impacto da IA no campo da radiologia.

ASSISTENTES VIRTUAIS BASEADOS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Assistentes virtuais baseados em IA representam uma evolução dos sistemas tradicionais de apoio ao diagnóstico médico. Diferentemente dos algoritmos convencionais, que executam tarefas específicas com base em regras pré-definidas, os assistentes virtuais utilizam técnicas de aprendizado de máquina, redes neurais profundas e modelos de linguagem natural para simular uma interação inteligente com o usuário. Essas ferramentas são capazes de processar linguagem humana, compreender o contexto clínico, integrar dados multimodais (como texto e imagens) e fornecer respostas personalizadas em tempo real (Reddy, 2024).

No campo da radiologia, esses assistentes têm sido empregados para auxiliar na triagem de exames, interpretação de imagens, sugestão de diagnósticos diferenciais, geração automática de laudos e, mais recentemente, na explicação de decisões clínicas com base em modelos de IA explicável (XAI). Segundo Hafeez *et al.* (2025), essa última característica é especialmente relevante em ambientes clínicos, onde a transparência do raciocínio do sistema automatizado é essencial para a confiança dos profissionais e para a segurança do paciente.

Uma característica essencial para a adoção segura de assistentes virtuais em ambientes clínicos é a sua capacidade de explicabilidade – ou seja, a habilidade de justificar suas decisões de forma compreensível aos profissionais de saúde. Essa demanda impulsionou o crescimento da área de XAI, voltada para tornar os modelos de aprendizado profundo menos opacos e mais auditáveis (Qian *et al.*, 2023; Hafeez *et al.*, 2025). Qian *et al.* (2023) reiteram que a transparência desses sistemas é considerada fundamental para promover confiança, responsabilidade e segurança na prática médica. De acordo com os autores, diversas técnicas como Grad-CAM, LIME e SHAP¹ vêm sendo aplicadas para tornar visível a lógica por trás das decisões de modelos de *deep learning* utilizados em imagens de ressonância magnética. Ainda que muitas dessas aplicações estejam centradas em exames específicos como fMRI² ou T1 anatômico, os mesmos princípios de XAI são cada vez mais incorporados aos assistentes virtuais empregados em sistemas de triagem, interpretação e geração de relatórios radiológicos.

1. Grad-CAM, LIME e SHAP são técnicas utilizadas na área de inteligência artificial explicável (XAI) para ajudar a entender como os modelos tomam decisões. O Grad-CAM (*Gradient-weighted Class Activation Mapping*) gera mapas de calor sobre imagens, indicando quais regiões mais influenciaram uma determinada predição. O LIME (*Local Interpretable Model-Agnostic Explanations*) cria explicações locais, modificando levemente a entrada do modelo e observando como isso altera a saída. Já o SHAP (*SHapley Additive exPlanations*) calcula a contribuição de cada característica de entrada para o resultado final, baseado em conceitos da teoria dos jogos. Essas técnicas tornam os modelos de aprendizado profundo mais transparentes e compreensíveis, especialmente em áreas sensíveis como a medicina.

2. fMRI (*functional Magnetic Resonance Imaging*) é uma técnica de ressonância magnética funcional que permite visualizar áreas do cérebro em atividade, detectando alterações no fluxo sanguíneo associadas à função neuronal.

O conceito de assistente virtual na radiologia pode englobar desde *chatbots* médicos especializados até sistemas complexos de suporte à decisão clínica integrados a plataformas de imagens. Alguns desses sistemas operam de forma passiva, sugerindo informações apenas quando solicitados. Outros, mais avançados, são proativos e adaptativos, oferecendo alertas, recomendações e até instruções de conduta com base em padrões reconhecidos no exame de imagem ou no histórico do paciente (Muttanahally *et al.*, 2021; Reddy, 2024).

Além disso, muitos desses assistentes estão sendo construídos sobre arquiteturas de grandes modelos de linguagem (LLMs), como o GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), que têm demonstrado capacidade de compreender contextos clínicos complexos e gerar textos coerentes e especializados. No caso dos assistentes treinados especificamente para radiologia, como o Radiology-GPT e o RaDialog, há também a capacidade de interpretar imagens ou responder a comandos multimodais, combinando texto e imagem para gerar uma resposta (Liu *et al.*, 2023; Pellegrini *et al.*, 2023).

Portanto, o assistente virtual baseado em IA na radiologia não é apenas uma interface conversacional, mas um sistema de alto desempenho, com potencial para modificar profundamente a forma como os radiologistas trabalham, tomam decisões e se relacionam com os dados clínicos. À medida que essas tecnologias evoluem e se tornam mais confiáveis, é natural imaginar que farão parte do dia a dia dos serviços de saúde, integrando-se de forma mais fluida à rotina dos profissionais. Para que isso aconteça com segurança, no entanto, é essencial que sua adoção venha acompanhada de diretrizes éticas bem definidas e de validações clínicas rigorosas, que garantam a confiança de todos os envolvidos – especialmente dos pacientes e profissionais que estarão em contato direto com essas ferramentas (Siepmann *et al.*, 2024; Chen *et al.*, 2024).

APLICAÇÕES CLÍNICAS NA RADIOLOGIA

A implementação de assistentes virtuais baseados em IA tem promovido transformações significativas no cotidiano clínico da radiologia, tanto em ambientes hospitalares de alta complexidade quanto em serviços ambulatoriais. Essas ferramentas têm sido utilizadas para automatizar tarefas repetitivas, reduzir o tempo de interpretação de exames, auxiliar na detecção de achados críticos e até mesmo sugerir hipóteses diagnósticas com base em imagens e dados clínicos correlatos (Khalifa; Albadawy, 2024; Burns; Rhoads; Misra, 2023).

De acordo com Chassagnon (2022) e De Margerie-Mellon e Chassagnon (2022), um dos usos mais comuns dos assistentes virtuais na radiologia é a triagem automática de exames. Com o apoio da IA, torna-se possível analisar um grande volume de

imagens em tempo real e identificar, de forma rápida, aquelas que apresentam sinais de maior gravidade – como hemorragias intracranianas, fraturas, pneumotórax ou nódulos pulmonares suspeitos. Isso ajuda os radiologistas a organizarem melhor sua rotina, priorizando os casos mais urgentes e evitando atrasos em situações que exigem resposta rápida, o que pode fazer toda a diferença no desfecho clínico do paciente.

Outra aplicação clínica relevante é a elaboração assistida de laudos. Os assistentes virtuais podem sugerir esboços de relatórios com base na análise automática das imagens e na leitura de anotações clínicas prévias. A tecnologia de processamento de linguagem natural (PLN) é capaz de organizar a estrutura do laudo, redigir frases coerentes e até adaptar o vocabulário conforme o estilo do profissional. Isso reduz o tempo de digitação, aumenta a padronização e diminui a ocorrência de omissões (Muttanahally *et al.*, 2021; Yildirim *et al.*, 2024).

Além disso, há casos de uso em que o assistente virtual atua como um consultor clínico, oferecendo apoio ao diagnóstico diferencial com base em bancos de dados treinados em milhares de casos. Ferramentas como o MiniGPT-Med, por exemplo, têm sido treinadas para interpretar achados radiológicos e sugerir correlações com síndromes clínicas, ajudando o radiologista a contextualizar o exame em casos complexos (Alkhaldi *et al.*, 2024). Essa funcionalidade é particularmente valiosa em instituições de ensino, ambientes com profissionais em formação ou em regiões com déficit de especialistas.

Segundo Langlotz (2023) e Reddy (2024), uma das tendências mais promissoras é a integração cada vez maior dos assistentes virtuais com os sistemas de informação hospitalar (SIH) e as plataformas de arquivamento de imagens (PACS). Essa conexão permite que essas ferramentas tenham acesso a dados demográficos, histórico clínico e exames anteriores dos pacientes. Com isso, os assistentes virtuais ganham mais contexto para analisar os casos, o que facilita a identificação de mudanças ao longo do tempo – como a evolução de um tumor ou a resposta a um tratamento – e oferece uma visão mais completa do quadro clínico.

Em resumo, os assistentes virtuais têm se mostrado aliados versáteis na rotina da radiologia atual, atuando desde a triagem dos exames até o apoio direto na tomada de decisões clínicas. O sucesso do uso dessas ferramentas, no entanto, depende de alguns fatores importantes, como: a qualidade dos algoritmos que as sustentam, o quanto elas conseguem se integrar aos sistemas já utilizados nas instituições de saúde e, sobretudo, o quanto os profissionais estão dispostos a confiar e adotar essas soluções. Esses pontos serão aprofundados nos próximos tópicos deste capítulo.

MODELOS ATUAIS: RADIOLOGY-GPT, MINIGPT-MED, RADIALOG

Nos últimos anos, diversos modelos de assistentes virtuais especializados em radiologia foram desenvolvidos com base em LLMs e arquitetura multimodal, sendo projetados não apenas para gerar relatórios, mas também para interagir com profissionais da saúde em linguagem natural, responder perguntas clínicas, interpretar imagens e justificar raciocínios diagnósticos. Entre os mais relevantes, destacam-se o Radiology-GPT, o MiniGPT-Med e o RaDialog (Pellegrini *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2023).

O Radiology-GPT é uma adaptação do modelo GPT para o domínio radiológico. Foi treinado com textos específicos de laudos, literatura médica e protocolos de interpretação de imagens. Uma de suas principais capacidades é gerar relatórios descritivos a partir de esboços ou comandos textuais, além de oferecer explicações sobre termos técnicos ou achados radiológicos com alto grau de detalhamento. A ferramenta também é capaz de integrar dados estruturados, como idade, sexo e queixas clínicas, para contextualizar melhor as informações do exame conforme Liu *et al.* (2023) apontam. O Radiology-GPT representa um marco por combinar linguagem natural, suporte diagnóstico e precisão técnica, contribuindo para uma maior autonomia do profissional sem excluir o julgamento clínico humano.

O MiniGPT-Med foi projetado com foco em aplicações clínicas de ponta, utilizando uma arquitetura multimodal capaz de compreender simultaneamente dados de imagem e texto. Essa característica permite que o modelo analise diretamente imagens radiológicas, como radiografias e tomografias, e associe os achados visuais ao histórico do paciente, gerando respostas contextuais e sugestões diagnósticas em tempo real. Além disso, é possível utilizar comandos em linguagem natural para explorar áreas específicas da imagem ou solicitar explicações sobre estruturas anatômicas e patologias visíveis (Alkhaldi *et al.*, 2024). Por ser mais leve e versátil, o MiniGPT-Med se mostra especialmente útil em dispositivos móveis ou em instituições com menor poder computacional.

Já o RaDialog se destaca como um modelo conversacional voltado à geração automatizada de relatórios e interação com radiologistas durante o processo de interpretação. Sua proposta é funcionar como uma verdadeira ferramenta de suporte diagnóstico: o sistema pode receber uma imagem, realizar uma análise inicial, gerar um esboço de laudo e, em seguida, iniciar uma conversa com o profissional para confirmar achados, sugerir diagnósticos diferenciais e realizar ajustes textuais conforme o estilo do usuário. De acordo com Pellegrini *et al.* (2023), o RaDialog tem sido elogiado por sua capacidade de justificar decisões com base em literatura médica e protocolos padronizados, aumentando a transparência do raciocínio da IA.

Esses três modelos representam uma nova geração de ferramentas digitais na medicina diagnóstica que conseguem ser mais interativas, inteligentes e capazes de aprender continuamente com o uso. Embora ainda existam obstáculos técnicos e regulatórios no caminho, o que se observa é uma presença cada vez maior dessas tecnologias no dia a dia dos serviços de saúde. Isso sinaliza uma mudança importante: a inteligência artificial está deixando de ser apenas uma “leitora de imagens” para se tornar, de fato, uma parceira ativa no processo de diagnóstico.

IMPACTOS NO FLUXO DE TRABALHO E NA ACURÁCIA DIAGNÓSTICA

A incorporação de assistentes virtuais baseados em IA na rotina da radiologia tem provocado mudanças profundas no fluxo de trabalho clínico, resultando em maior eficiência, padronização dos relatórios e redução do tempo necessário para a emissão de diagnósticos. Chen *et al.* (2024) e Khalifa; Albadawy (2024) afirmam que esses impactos recentemente têm sido documentados em estudos que evidenciam ganhos não apenas em produtividade, mas também em segurança do paciente e precisão diagnóstica.

Na prática, um dos maiores ganhos proporcionados pelos assistentes virtuais está na agilidade para analisar os exames. Ferramentas como o Radiology-GPT e o MiniGPT-Med conseguem processar, ao mesmo tempo, as imagens e as informações clínicas do paciente, sugerindo rascunhos de laudo ou chamando atenção para áreas que merecem uma análise mais cuidadosa. Essa triagem automatizada ajuda os radiologistas a focarem nos casos mais complexos ou urgentes, enquanto os exames mais simples ou rotineiros são filtrados e documentados de forma rápida e eficiente com o apoio da IA (Liu *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024).

Além disso, esses sistemas promovem padronização na estrutura e terminologia dos relatórios radiológicos, contribuindo para uma comunicação mais clara entre profissionais e maior confiabilidade dos registros médicos. Segundo Siepmann *et al.* (2024) e Langlotz (2023), quando os assistentes virtuais são treinados com base em literatura especializada e diretrizes clínicas, eles passam a empregar uma linguagem mais padronizada e bem estruturada. Isso torna a comunicação mais clara, facilita auditorias internas, contribui para a realização de pesquisas clínicas e favorece a integração dos laudos com os prontuários eletrônicos.

Outro ponto relevante é a redução de erros diagnósticos, especialmente em situações de alta carga de trabalho ou fadiga dos profissionais. Há evidências de que, quando utilizados como ferramentas complementares (e não substitutivas), os assistentes virtuais ajudam a detectar achados incidentais, sugerem hipóteses diagnósticas alternativas e atuam como uma segunda opinião rápida e acessível.

Em uma análise realizada por Yu *et al.* (2024), observou-se que radiologistas que utilizaram IA como suporte tiveram aumento médio de 6% na acurácia e redução de até 18% nos tempos de revisão dos casos.

Também há impactos positivos na redução de retrabalhos e reconvocação de pacientes. Com a melhora na qualidade dos laudos e na detecção precoce de alterações patológicas, diminui-se a necessidade de repetir exames devido a omissões ou inconsistências nos laudos iniciais. Isso tem efeito direto sobre a experiência do paciente e os custos operacionais dos serviços de saúde (Reddy, 2024; Hafeez *et al.*, 2025).

De acordo com Burns, Rhoads e Misra (2023) e Sun *et al.* (2023), o impacto real dos assistentes virtuais no dia a dia da radiologia pode variar bastante, e isso depende de alguns fatores-chave: o quanto esses sistemas estão bem integrados aos softwares e plataformas já utilizados no hospital, o preparo da equipe para lidar com a tecnologia e a qualidade dos dados que alimentam os modelos fazem toda a diferença. Quando essas ferramentas são inseridas sem planejamento, sem protocolos bem definidos ou sem o devido treinamento, os resultados tendem a ser limitados – e, em alguns casos, até geram resistência por parte dos profissionais.

Com o uso bem planejado, os assistentes virtuais vêm ganhando espaço como aliados importantes na radiologia, ajudando a tornar o trabalho mais ágil e os diagnósticos mais precisos. Mas para que realmente funcionem bem na prática, é essencial que sua implementação seja feita com cuidado, de forma estratégica, com acompanhamento adequado e sempre pensando nas necessidades reais de quem vai utilizá-los no dia a dia.

LIMITAÇÕES, DESAFIOS E BARREIRAS À ADOÇÃO

Apesar dos avanços e dos benefícios evidenciados, a adoção de assistentes virtuais baseados em IA na radiologia ainda enfrenta uma série de limitações técnicas, éticas, regulatórias e humanas que precisam ser superadas para que essas ferramentas sejam plenamente integradas ao cuidado em saúde (Hafeez *et al.*, 2025; Burns; Rhoads; Misra, 2023; Siepmann *et al.*, 2024).

Uma das principais limitações está relacionada à qualidade e diversidade dos dados utilizados no treinamento dos modelos de IA. A maioria dos grandes modelos de linguagem e visão disponíveis foi treinada com bases de dados provenientes de instituições específicas, muitas vezes concentradas em países desenvolvidos. Isso pode gerar viés algorítmico³, resultando em desempenho reduzido ou

3. Viés algorítmico é um tipo de distorção que ocorre quando um sistema de inteligência artificial ou aprendizado de máquina reproduz ou até amplifica desigualdades já existentes nos dados com os quais foi treinado. Isso pode acontecer, por exemplo, se os dados forem desbalanceados, representarem apenas parte da população ou refletirem preconceitos históricos. Na prática, isso significa que o algoritmo pode apresentar desempenho inferior ou tomar decisões injustas para determinados grupos de pessoas, o que é especialmente crítico em áreas sensíveis como a saúde.

interpretações equivocadas em populações com características distintas daquelas usadas no treinamento (Xu *et al.*, 2025; Hafeez *et al.*, 2025). Além disso, a falta de bancos de dados públicos e padronizados na área da radiologia dificulta a validação independente dos modelos de inteligência artificial. Sem esse tipo de material de referência, fica mais difícil garantir que os sistemas sejam realmente confiáveis e funcionem bem em diferentes contextos clínicos.

Como destacam Hafeez *et al.* (2025) e Pellegrini *et al.* (2023), um dos desafios mais delicados no uso de IA na medicina é justamente a falta de explicações claras sobre como os sistemas chegam a determinadas conclusões. Muitos assistentes virtuais operam com modelos de redes neurais profundas que funcionam como verdadeiras “caixas-pretas”: o resultado aparece, mas os caminhos que levaram até ele não ficam evidentes. Isso acaba gerando desconfiança, especialmente em contextos clínicos, onde entender o raciocínio por trás de uma decisão diagnóstica é essencial para garantir a segurança do paciente e a confiança dos profissionais.

Apesar dos avanços recentes, a incorporação de assistentes virtuais baseados em inteligência artificial ainda enfrenta obstáculos significativos em países como o Brasil. A realidade local revela uma infraestrutura tecnológica desigual, marcada por conexões instáveis, ausência de servidores robustos e baixa interoperabilidade entre os sistemas hospitalares, e um cenário ainda mais crítico fora dos grandes centros urbanos. Em muitos serviços de saúde, o uso de sistemas fragmentados compromete a integração eficiente dessas tecnologias ao dia a dia clínico, dificultando seu real aproveitamento (Reddy, 2024). Além disso, a ausência de uma regulamentação específica para o uso de IA em saúde gera um ambiente de incerteza jurídica. A falta de diretrizes claras sobre responsabilidade civil, exigências de validação clínica e critérios nacionais de certificação ainda freia a adoção dessas soluções, mesmo diante do reconhecimento crescente de seu potencial para transformar o cuidado em saúde (Mancini *et al.*, 2024).

Do ponto de vista técnico, a integração com os sistemas de informação hospitalar (SIH) e plataformas PACS ainda é um desafio prático. Muitos serviços de saúde operam com sistemas legados que não dialogam com as novas ferramentas baseadas em IA. A ausência de compatibilidade entre sistemas compromete a fluidez do fluxo de trabalho e reduz a eficiência das ferramentas automatizadas (Reddy, 2024; Liu *et al.*, 2023).

Também existem barreiras éticas e jurídicas, principalmente em relação à responsabilidade profissional, proteção de dados e consentimento informado. Quem seria o responsável por um erro cometido por um assistente virtual? O profissional que supervisionou o caso? Ou o fabricante do sistema? Segundo Langlotz (2023) e Khalifa; Albadawy (2024), essas questões ainda não têm resposta definitiva e dependem da evolução das normativas nacionais e internacionais sobre o uso de inteligência artificial em saúde.

Pelo aspecto humano, um dos grandes desafios é a resistência cultural que ainda existe em relação às novas tecnologias. Muitos profissionais têm receio de que sistemas de apoio a decisões acabem ocupando o lugar das pessoas, enquanto outros simplesmente não confiam em ferramentas automatizadas. Soma-se a isso a falta de tempo e de preparo técnico para aprender a usar essas ferramentas no dia a dia, o que dificulta sua adoção em larga escala (Burns; Rhoads; Misra, 2023; Yildirim *et al.*, 2024). Tudo isso mostra o quanto é importante que a implementação dessas tecnologias seja feita de forma cuidadosa, com programas de capacitação contínua, envolvimento dos profissionais desde o início do processo e validações clínicas sólidas que deem segurança a todos os envolvidos.

Assim, embora os assistentes virtuais em radiologia representem um avanço tecnológico notável, sua adoção efetiva requer mais do que inovação: exige uma construção conjunta entre engenheiros, radiologistas, gestores e reguladores, com foco na segurança, transparência, adaptabilidade e valorização da atuação humana.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Segundo Liu *et al.* (2023) e Deperrois *et al.* (2025), o futuro dos assistentes virtuais na radiologia caminha para uma integração cada vez mais inteligente, contextualizada e alinhada a princípios éticos nos ambientes clínicos. Com o avanço acelerado dos modelos de linguagem multimodal – como o GPT-4V e outras arquiteturas mais recentes – a expectativa é que essas ferramentas evoluam para atuar como verdadeiros sistemas de suporte diagnóstico. Mais do que apenas gerar laudos ou responder a perguntas, elas devem ser capazes de aprender continuamente com a prática dos profissionais, tornando-se parceiras cada vez mais qualificadas no processo diagnóstico.

Um dos avanços mais esperados nesse campo é a possibilidade de personalizar o assistente virtual para que ele se ajuste ao jeito de trabalhar de cada profissional ou instituição. Isso inclui adaptar a linguagem, respeitar preferências individuais e seguir protocolos específicos, desde o uso de certos termos técnicos até a forma como interage em situações clínicas mais complexas. A IA tende a deixar de ser uma ferramenta genérica para se tornar um parceiro flexível e moldado pela experiência de quem a utiliza no dia a dia (Pellegrini *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024).

Outra tendência que vem ganhando força é a evolução para uma interação mais completa e multimodal. Isso significa que os assistentes virtuais passarão a entender, ao mesmo tempo, imagens, textos, vídeos e até comandos falados, o que tornará a comunicação com essas ferramentas muito mais natural. Na prática, isso cria um ambiente mais colaborativo e fluido, em que profissionais e tecnologia trabalham lado a lado de forma integrada e eficiente. Segundo Yildirim *et al.* (2024) e Maturana

(2023), já é possível imaginar situações em que o radiologista, ao simplesmente apontar uma lesão com a caneta na tela ou até mesmo descrevê-la em voz alta, receba instantaneamente informações clínicas relevantes e referências científicas sobre aquele achado. Isso transforma a interação com o assistente virtual em algo mais direto, intuitivo e útil no momento da tomada de decisão.

A explicabilidade algorítmica também será um foco central. Modelos mais transparentes e auditáveis estão sendo desenvolvidos com o objetivo de garantir que as recomendações feitas pela IA possam ser compreendidas, reproduzidas e questionadas por profissionais humanos. Essa característica será crucial para o ganho de confiança e para a inserção segura desses sistemas em contextos regulatórios mais rígidos, afirmam Hafeez *et al.* (2025) e Khalifa; Albadawy (2024).

Na área da pesquisa, a expectativa é que cresça o número de estudos clínicos realizados em diferentes centros e com populações variadas. Esse tipo de validação, mais ampla e realista, é fundamental para mostrar que os assistentes virtuais funcionam bem em diversos contextos. Esses estudos também ajudam a entender o impacto real dessas ferramentas nos desfechos dos pacientes. Com isso, aumenta a chance de que esses sistemas sejam reconhecidos por órgãos reguladores e, futuramente, recomendados em diretrizes oficiais das sociedades médicas (Xu *et al.*, 2025; Langlotz, 2023).

Por fim, já se começa a enxergar um futuro em que esses assistentes virtuais ultrapassam os limites dos serviços radiológicos convencionais. A tendência é que passem a atuar também em outras frentes, como na atenção primária à saúde, em serviços de telerradiologia, na triagem pré-clínica e até mesmo como ferramentas de apoio ao ensino na formação de novos profissionais da medicina. Segundo Burns; Rhoads; Misra (2023) e Sun *et al.* (2023), seu uso pode contribuir para a redução de desigualdades no acesso ao diagnóstico por imagem e apoiar a educação continuada de profissionais em formação.

Com isso, os assistentes virtuais baseados em IA se consolidam como elementos centrais no futuro da radiologia, não como substitutos do raciocínio clínico humano, mas como instrumentos de amplificação cognitiva e suporte qualificado à prática médica.

CONCLUSÃO

O avanço da inteligência artificial na medicina tem mudado, de forma profunda, a maneira como a radiologia é feita no dia a dia, e os assistentes virtuais são uma das variáveis mais promissoras dessa transformação. Mais do que simples ferramentas automatizadas, esses sistemas têm se mostrado verdadeiros aliados dos profissionais, capazes de entender linguagem natural, interpretar imagens, cruzar dados clínicos e colaborar na elaboração de diagnósticos e laudos com rapidez e segurança.

A crescente incorporação de assistentes virtuais baseados em inteligência artificial na radiologia representa um avanço promissor para a prática médica, com impacto direto na eficiência, padronização e qualidade dos laudos diagnósticos. Modelos como o Radiology-GPT, MiniGPT-Med e RaDialog demonstram maturidade técnica e potencial para auxiliar radiologistas em tarefas complexas, desde a triagem de exames até o apoio à decisão clínica. E o mais interessante é que, quando usados em conjunto com a experiência do profissional humano, esses sistemas não só ajudam a melhorar a precisão dos diagnósticos, como também reduzem o tempo de resposta e promovem a uniformização da linguagem médica, o que contribui para a qualidade do atendimento e a eficiência dos serviços.

No entanto, sua adoção segura e eficaz ainda exige atenção especial a desafios técnicos, éticos e regulatórios, especialmente no contexto brasileiro, onde persistem limitações de infraestrutura, interoperabilidade sistêmica e marcos normativos específicos. Barreiras como a falta de explicabilidade dos modelos, vieses algorítmicos, resistência dos profissionais e ausência de validação clínica abrangente devem ser enfrentadas com estratégia, transparência e responsabilidade. A confiança dos profissionais será sempre um componente essencial para o sucesso dessas tecnologias emergentes.

Olhando para o futuro, as perspectivas são animadoras. A tendência é que esses assistentes se tornem cada vez mais personalizados, com maior capacidade de lidar com diferentes tipos de dados (como imagem, texto e voz), integração com prontuários eletrônicos e sistemas de telessaúde. Com isso, poderão se consolidar como peças-chave na ampliação do acesso ao diagnóstico por imagem de qualidade, sobretudo em regiões com escassez de especialistas. Mais do que automatizar tarefas, os assistentes virtuais estão ajudando a redefinir o papel do radiologista. Ele passa a assumir uma posição ainda mais estratégica no raciocínio clínico, com o suporte de ferramentas que ampliam sua visão, sua precisão e sua produtividade. A inteligência artificial, quando bem aplicada, não substitui o profissional — potencializa o que ele tem de melhor.

REFERÊNCIAS

ALKHALDI, A. *et al.* MiniGPT-Med: Large Language Model as a General Interface for Radiology Diagnosis. **Cornell University**, 2024.

BURNS, B. L.; RHOADS, D. D.; MISRA, A. The Use of Machine Learning for Image Analysis Artificial Intelligence in Clinical Microbiology. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 61, n. 9, 2023.

CHASSAGNON, G. *et al.* Artificial intelligence in lung cancer: current applications and perspectives. **Japanese Journal of Radiology**, v. 41, 2022.

CHEN, M. *et al.* Impact of human and artificial intelligence collaboration on workload reduction in medical image interpretation. **NPJ Digital Medicine**, v. 7, n. 1, 2024.

DE MARGERIE-MELLON, C.; CHASSAGNON, G. Artificial intelligence: A critical review of applications for lung nodule and lung cancer. **Diagnostic and Interventional Imaging**, v. 104, n. 1, p. 11-17, 2022.

DEPERROIS, N. *et al.* RadVLM: A Multitask Conversational Vision-Language Model for Radiology. **Cornell University**, 2025.

HAFEEZ, Y. *et al.* Explainable AI in Diagnostic Radiology for Neurological Disorders: A Systematic Review, and What Doctors Think About It. **Diagnostics**, v. 15, n. 2, p. 168–168, 2025.

KHALIFA, M.; ALBADAWY, M. AI in diagnostic imaging: Revolutionising accuracy and efficiency. **Computer Methods and Programs in Biomedicine Update**, v. 5, 2024.

LANGLOTZ, C. P. The Future of AI and Informatics in Radiology: 10 Predictions. **Radiology**, v. 309, n. 1, 2023.

LIU, Z. *et al.* Radiology-GPT: A Large Language Model for Radiology. **ArXiv**, v. 2, 2023.

MANCINI, L. *et al.* Artificial Intelligence in Healthcare: Systematic Review of Diagnostic and Screening Tools in Brazil's Resource-Limited Settings (Preprint). **JMIR AI**, 2024.

MATURANA, C. R. *et al.* iIMAGING: a novel automated system for malaria diagnosis by using artificial intelligence tools and a universal low-cost robotized microscope. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, 2023.

MUTTANAHALLY, J. *et al.* Usefulness of Artificial Intelligence-based Virtual Assistants in Oral and Maxillofacial Radiology Report Writing. **World Journal of Dentistry**, v. 12, n. 2, p. 97–102, 2021.

PELLEGRINI, C. *et al.* RaDialog: A Large Vision-Language Model for Radiology Report Generation and Conversational Assistance. **Cornell University**, 2023.

QIAN, J. *et al.* Recent Advances in Explainable Artificial Intelligence for Magnetic Resonance Imaging. **Diagnostics**, v. 13, n. 9, p. 1571–1571, 2023.

REDDY, S. Generative AI in healthcare: an implementation science informed translational path on application, integration and governance. **Implementation Science**, v. 19, n. 1, 2024.

SIEPMANN, R. *et al.* The virtual reference radiologist: comprehensive AI assistance for clinical image reading and interpretation. **European Radiology**, v. 34, p. 6652-6666, 2024.

SUN, X. *et al.* Artificial intelligence in cardiovascular diseases: diagnostic and therapeutic perspectives. **European Journal of Medical Research**, v. 28, n. 1, 21, 2023.

XU, H.-L. *et al.* Artificial Intelligence Performance in Image-Based Cancer Identification: Umbrella Review of Systematic Reviews. **Journal of Medical Internet Research**, v. 27, 2025.

YILDIRIM, N. *et al.* Multimodal Healthcare AI: Identifying and Designing Clinically Relevant Vision-Language Applications for Radiology. **Cornell University**, 2024.

YU, F. *et al.* Heterogeneity and predictors of the effects of AI assistance on radiologists. **Nature Medicine**, v. 30, p. 1–13, 2024.



C A P Í T U L O 4

CÂNCER DE PELE: O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO EM DERMATOLOGIA

Diullia Antônia Silvério

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

Eduarda Karine Oliveira

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

Fernanda de Melo Rezende

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

Lara Adrielly Rodrigues Melo

Discente 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.

Bethânia Cristhine de Araújo

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

O câncer de pele é uma das neoplasias mais frequentes em todo o mundo, apresentando um aumento significativo de casos ao longo dos anos de pesquisa epidemiológica. Dentre os principais tipos, destacam-se o carcinoma espinocelular (CEC), o carcinoma basocelular (CBC) e o melanoma. Enquanto o CEC e o CBC são os mais comuns, o melanoma, apesar de menos incidente, é responsável pela maior taxa de mortalidade relacionada a essa doença. A exposição à radiação ultravioleta (UV) é um dos principais fatores de risco, sendo relacionada tanto pela exposição solar acumulada ao longo da vida, quanto por episódios intensos e intermitentes de exposição (Magalhães *et al.*, 2024).

A detecção precoce do câncer de pele é essencial para o bom prognóstico, especialmente no caso do melanoma, devido à sua agressividade e alta probabilidade de disseminação. Um diagnóstico antecipado geralmente envolve a observação de sinais e sintomas suspeitos, como mudanças em pintas ou manchas e feridas que não cicatrizam, quando então, a consulta dermatológica, que identifica qualquer alteração, se torna eficaz e, indispensável para a redução da mortalidade associada ao câncer de pele (Reimão *et al.*, 2024).

Nesse contexto, os avanços tecnológicos na área da saúde que já têm proporcionado um suporte aprimorado para a tomada de decisões clínicas, permitem um atendimento mais personalizado e eficiente na área da dermatologia. Tecnologias emergentes, como a Inteligência Artificial (IA), estão se tornando cada vez mais comuns no setor de saúde devido à sua eficácia e viabilidade, além de contribuírem para a melhoria de sistemas e processos relacionados aos cuidados com a saúde (Gonçalves; Boy; Carvalho, 2024).

O avanço nas tecnologias digitais, aliados à crescente incorporação da IA, têm promovido transformações significativas no campo da saúde, possibilitando aprimoramentos substanciais no diagnóstico e na definição de tratamentos para diversas condições patológicas (Guandalini *et al.*, 2024). Com isso, já é uma realidade que a IA atue utilizando dados para tomar decisões de forma autônoma ou para auxiliar na tomada de decisões, pois possui a capacidade de processar, armazenar e recuperar dados relacionados a imagens médicas, incluindo lesões dermatológicas, exames radiológicos, ultrassonográficos e ressonâncias magnéticas, além de informações provenientes de dispositivos vestíveis (*wearable devices*) (Soares e Souza, 2025).

Com base em algoritmos pré definidos de tomada de decisão, os sistemas computacionais podem gerar probabilidades diagnósticas e, a partir dos resultados obtidos, aprimorar continuamente sua performance de forma autônoma. No campo da dermatologia, a IA tem ganhado crescente relevância, especialmente com o desenvolvimento contínuo de novas técnicas destinadas à identificação de características específicas que contribuem para o reconhecimento e diagnóstico precoce de doenças cutâneas. A análise de imagens por IA utiliza algoritmos avançados de aprendizado de máquina, como redes neurais convolucionais (CNNs), para interpretar imagens dermatológicas com maior precisão (Semerci *et al.*, 2024).

Essa integração tecnológica tem transformado significativamente as abordagens diagnósticas, aprimorando ferramentas de detecção e caracterização de lesões malignas com maior precisão e eficiência, uma que vez esses sistemas possuem a capacidade de classificar lesões e avaliar seu potencial maligno, favorecendo intervenções mais precoces e, consequentemente, elevando as chances de um prognóstico favorável (Semerci *et al.*, 2024).

Além disso, a IA tem desempenhado um papel fundamental na integração de informações médicas, agregando uma nova dimensão ao diagnóstico, que é facilitado, em grande parte, pelo uso de modelos de aprendizado, como as máquinas de vetores de suporte (SVMs), que são aplicadas para realizar diferentes análises a partir de dados específicos. No contexto do câncer de pele, a combinação das SVMs com a técnica, já conhecida, ABCDE - que avalia características (A) assimetria; (B) borda; (C) cor; (D) diâmetro e (E) evolução das lesões - tem mostrado resultados promissores na classificação de alterações cutâneas suspeitas (Soares e Souza, 2025).

A evidente necessidade de diagnóstico precoce e preciso do câncer de pele, bem como, o potencial diagnóstico ofertado pelo auxílio da IA, apontada como uma ferramenta revolucionária na análise clínica, justificam a importância do presente estudo, que tem como objetivo descrever a importância da inteligência artificial no diagnóstico dermatológico.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DERMATOLÓGICO

O conceito de inteligência artificial surgiu em 1956, através de John McCarthy, com a finalidade de conceder aos computadores a capacidade de executar tarefas ligadas à cognição humana. Nesse campo, duas áreas ganharam destaque: o aprendizado de máquina (*Machine learning*, ML) e o aprendizado profundo (*Deep learning*, DL). O ML é um ramo da IA que permite aos sistemas, aprenderem padrões em dados sem programação específica para isso. Já o DL representa uma evolução do ML, utilizando redes neurais artificiais com várias camadas para modelar padrões mais complexos (Monteiro *et al.*, 2022).

O aprendizado da IA pode ser dividido em duas categorias principais: aprendizado supervisionado e não supervisionado. No aprendizado supervisionado, os algoritmos utilizam dados rotulados, classificando informações e relacionando dados de entrada e saída. No aprendizado não supervisionado, os algoritmos identificam padrões escondidos em grandes volumes de dados sem categorização prévia (Kalil *et al.*, 2024).

Esse tipo de aprendizado tem sido essencial para aprimorar diagnósticos dermatológicos, possibilitando a análise de imagens sem necessidade de intervenção humana direta. Assim, a capacidade da IA de transformar a área do diagnóstico dermatológico é cada vez mais evidente, já que ela possibilita a análise automática de imagens para identificar as lesões cutâneas, com foco principalmente no câncer de pele. Ao usar métodos de aprendizado distintos, a IA consegue perceber padrões e ajudar a classificar lesões com grande exatidão. Entretanto, ainda assim, é necessário resolver questões como a qualidade das imagens, a abrangência dos dados e a segurança dos sistemas computacionais para expandir o uso da IA em ambientes clínicos, assegurando que ela complemente o trabalho dos dermatologistas (Ferreira *et al.*, 2023).

Uma das principais estratégias utilizadas no DL é a aplicação de redes neurais convolucionais (CNNs), que são modelos computacionais altamente eficientes na análise de imagens médicas. Essas redes são criadas para processar dados visuais e extrair características importantes, tornando-as perfeitas para classificar lesões dermatológicas, como melanomas, psoríase e dermatite atópica (Ferreira *et al.*, 2023).

Já é possível afirmar que na dermatologia, a IA tem demonstrado ser uma ferramenta de grande habilidade para examinar extensas quantidades de imagens e detectar pequenos fatores que podem escapar à percepção humana. Isso tem sido aplicado tanto em diagnósticos clínicos, como na identificação de câncer de pele, quanto em procedimentos estéticos, como mencionam Ferreira *et al.* (2023). Contudo, desafios como a necessidade de grandes volumes de dados, as barreiras técnicas e éticas, como a privacidade das informações, ainda restringem a aplicação clínica dos sistemas CNNs (Cazani *et al.*, 2025).

Ainda assim, cabe destacar que os algoritmos de aprendizado profundo têm demonstrado elevada acurácia na identificação de padrões em imagens dermatológicas, possibilitando diagnósticos rápidos e precisos. No âmbito da dermatopatologia, por exemplo, a digitalização de lâminas e o uso de algoritmos automatizados otimizam o fluxo de trabalho e promovem a colaboração remota por meio da telepatologia (Cachinski *et al.*, 2025).

Adicionalmente, a IA também pode desempenhar um papel essencial no acompanhamento contínuo de doenças crônicas, melhorando a qualidade de vida dos pacientes, pois a integração de IA com dispositivos conectados e plataformas digitais, ampliam cada vez mais as possibilidades diagnósticas e terapêuticas em todas as áreas médicas (Goldust; Cockerell, 2024).

DIAGNÓSTICO HUMANO VERSUS DIAGNÓSTICO POR IA

A precisão dos sistemas de IA na dermatologia tem sido muito estudada, mostrando que, em muitos casos, algoritmos avançados podem igualar ou até superar o desempenho de dermatologistas experientes na identificação do câncer de pele e outras condições dermatológicas. No entanto, ainda existem obstáculos para implementação de diagnóstica por IA em larga escala como, a necessidade de *hardware* potentes, a falta de dados representativos de populações diversas – como a pele retinta e a pele de indivíduos mais jovens – e o risco de tendências nos modelos de IA (Cazani *et al.*, 2025).

A IA ainda permite a integração à teledermatologia e à aplicativos móveis, o que possibilita um diagnóstico inicial à distância e amplia o acesso aos cuidados de saúde, principalmente em regiões com escassez de especialistas (Cazani *et al.*, 2025). Tais sistemas auxiliam médicos com menos experiência, aprimorando a seleção de

pacientes e otimizando a distribuição de recursos médicos. No entanto, a precisão do diagnóstico pode ser afetada pela qualidade das imagens enviadas e pelo uso de filtros (Kalil *et al.*, 2024).

Mesmo com o progresso tecnológico, a IA ainda enfrenta desafios em diagnósticos complexos ou em condições inflamatórias da pele, que demandam uma avaliação clínica mais detalhada. Questões éticas e regulatórias também preocupam, como a proteção dos dados dos pacientes e a validação rigorosa antes da implementação na prática clínica (Monteiro *et al.*, 2022). Especialistas concordam que a IA é um auxílio ao diagnóstico médico, aumentando a eficiência e diminuindo a pressão sobre os serviços de saúde, sem eliminar a importância do conhecimento humano (Cazani *et al.*, 2025).

APLICAÇÕES PRÁTICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A inteligência artificial tem ampliado o acesso ao diagnóstico, facilitando a triagem de lesões cutâneas e o encaminhamento de casos suspeitos, mesmo em regiões com escassez de especialistas. Essa tecnologia alcança índices elevados de sensibilidade na detecção precoce de melanoma, contribuindo para intervenções mais ágeis e redução da mortalidade. No entanto, persistem desafios como os já citados e ainda a adaptação dos sistemas a diferentes tonalidades de pele, aspecto essencial para garantir um desempenho equitativo (Cunha *et al.*, 2025).

Nesse sentido, a IA traz benefícios clínicos e operacionais relevantes para a dermatologia, ao identificar padrões complexos em imagens dermatológicas e histopatológicas com alta precisão. Tais sistemas auxiliam no diagnóstico de câncer de pele, psoríase e dermatite atópica. Na dermatopatologia, a digitalização de lâminas associada à análise automatizada contribui para reduzir a variabilidade entre observadores e agilizar a emissão de laudos, o que otimiza o tempo clínico (Cachinski *et al.*, 2025).

Quanto aos obstáculos técnicos reitera-se que a predominância de bases de dados com fototipos mais claros compromete a acurácia do diagnóstico ampliando riscos de desigualdade, por isso, a construção de bases de dados mais inclusivas seria essencial para ampliar a acurácia dos algoritmos e garantir resultados mais equitativos (Guandalini *et al.*, 2024). Estudos evidenciam um viés racial nos dados utilizados para treinar os algoritmos, o que representaria um risco potencial para o diagnóstico tardio ou incorreto de doenças dermatológicas em pessoas negras ou pardas (Paulino, 2023).

Além disso, a ausência de regulamentação específica quanto à responsabilidade por decisões automatizadas, bem como a necessidade de proteger dados sensíveis e garantir a transparência dos algoritmos, são pontos críticos. A construção de

diretrizes claras e a colaboração interdisciplinar são fundamentais para uma implementação ética, segura e confiável da IA na área da saúde. Assim, a colaboração entre profissionais da saúde, cientistas de dados e órgãos reguladores é necessária para o desenvolvimento de diretrizes claras e responsáveis para o uso da IA (Raulin e Angel, 2025).

Nesse cenário, os sistemas híbridos, que aliam o julgamento clínico humano às análises automatizadas, apresentam-se como uma alternativa promissora. Com avanços contínuos e integração ética, a inteligência artificial tem potencial para se tornar uma ferramenta indispensável no diagnóstico e no manejo das doenças dermatológicas. Portanto, o futuro da IA na dermatologia depende da superação desses obstáculos, o mais rápido possível (Ferreira *et al.*, 2025).

DESAFIOS E LIMITAÇÕES

A importância da IA como facilitadora na triagem e no diagnóstico em dermatologia é evidente, como uma forma de complementar a abordagem médica. No entanto, é inegável que, embora promissora, a implementação da IA na prática dermatológica apresenta desafios de integração e limitações, visto que a sua implantação na área da saúde ainda se encontra em estágios iniciais (Guandalini *et al.*, 2024).

O processamento dos dados dos pacientes constitui um dos inúmeros desafios do uso de tecnologias na saúde, especialmente por envolver informações sensíveis sobre a saúde do paciente, inclusive em meios digitais. Nesse Contexto, o Projeto de Lei N° 2338 de 2023 estabelece diretrizes gerais, de alcance nacional, para regulamentar o desenvolvimento e a implementação responsável de sistemas de IA no Brasil, a fim de assegurar os direitos fundamentais e promover soluções tecnológicas seguras e confiáveis para a população, a democracia e o desenvolvimento científico e tecnológico (Brasil, 2023).

Além disso, há que se considerar o sigilo médico, indicado no Código de Ética Médica, como um direito essencial, fundamentado no respeito à privacidade e na construção de uma relação de confiança entre médico e paciente (CFM, 2019). Assim, as tecnologias aplicadas no âmbito da saúde devem assegurar a proteção desses dados, considerando os potenciais prejuízos ao paciente decorrentes de eventuais violações de sua privacidade (Zaganelli *et al.*, 2023).

Outro entrave importante é o receio de desumanização da medicina, uma questão crítica, que traz à tona a desconfiança dos pacientes em relação ao uso de máquinas na avaliação clínica, o que ainda pode representar um ponto de fragilização na relação médico-paciente. O esclarecimento e a confiança, base dessa relação, preservam o respeito pelo consentimento informado (Pereira, 2021). Somado a isso,

as incertezas quanto à tomada de decisões e a responsabilização em casos de erros, levanta dilemas éticos e jurídicos ainda pouco explorados. Portanto, destaca-se a importância de manter o protagonismo humano na prática médica, bem como reforçar o papel da IA como ferramenta de apoio e não de substituição profissional.

CONCLUSÃO

A aplicação da inteligência artificial no diagnóstico dermatológico representa uma inovação promissora na identificação precoce e precisa do câncer de pele. Os avanços tecnológicos, especialmente os relacionados ao aprendizado profundo e às redes neurais convolucionais, têm demonstrado grande potencial na análise automatizada de imagens clínicas, contribuindo significativamente para a triagem de lesões suspeitas, a redução de erros diagnósticos e o aumento da eficiência nos atendimentos. No entanto, apesar dos benefícios evidentes, ainda persistem desafios relevantes, como a padronização das imagens, a diversidade limitada dos dados utilizados no treinamento dos algoritmos e as questões éticas e regulatórias que envolvem o uso da IA na prática clínica.

A necessidade de proteção de dados sensíveis, a superação de vieses algorítmicos e a manutenção da relação médico-paciente exigem uma abordagem cautelosa e colaborativa entre profissionais da saúde, cientistas e formuladores de políticas públicas. A IA deve ser compreendida como uma ferramenta complementar ao olhar clínico, capaz de ampliar o alcance dos serviços de saúde sem substituir o conhecimento clínico e a experiência médica. Diante disso, o futuro da inteligência artificial na dermatologia dependerá da sua implementação responsável, inclusiva e eticamente orientada, garantindo diagnósticos mais equitativos, precisos e acessíveis.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 2.338, de 2023**. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2023.

CACHINSKI, E. J. *et al.* Inteligência artificial em dermatologia: um panorama das aplicações tecnológicas e seus avanços. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 318–329, 2025.

CAZANI, L. F. C. *et al.* Dermatologia digital: uso de IA no diagnóstico de doenças de pele. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 1312–1324, 2025.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA/ CFM. **Código de Ética Médica: Resolução CFM nº 2.217/2018**. Brasília, DF: CFM, 2019.

CUNHA, H. M. S. *et al.* Avaliação do uso de inteligência artificial na detecção precoce de melanoma. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 01-18, 2025.

FERREIRA, R. R. *et al.* Inteligência artificial: as inovações tecnológicas que vêm auxiliando e complementando o serviço de dermatologia. **Anais da Semana Universitária e Encontro de Iniciação Científica**, v. 1, n. 1, 2023.

GOLDUST, M.; COCKERELL, C. J. Emerging technologies in dermatopathology. **Dermatological Reviews**, v. 5, n. 3, p. 231, 2024.

GONÇALVES, N. C.; BOY, L. da S.; CARVALHO, A. G. F. A inteligência artificial como instrumento para o reconhecimento precoce de câncer de pele na atenção primária. In: **Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, 28.; Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, 24.; Encontro de Iniciação à Docência, 14., 2024**. São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2024.

GUANDALINI, C. C. *et al.* Inteligência artificial na detecção de câncer de pele: benefícios e desafios para a prática dermatológica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 2024.

KALIL, G. K. M. de O. G. *et al.* Dermatologia, avanços tecnológicos e Inteligência Artificial para o diagnóstico de doenças de pele. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2024.

MAGALHÃES, L. de A. *et al.* Prevenção e diagnóstico precoce de câncer de pele: avanços, fatores de risco e estratégias futuras. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 5, p. e73060, 2024.

MONTEIRO, R. *et al.* Inteligência artificial, deep learning, machine learning, redes neurais na medicina e biomarcadores vocais: conceitos, onde estamos e para onde vamos. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 32, p. 11-17, 2022.

PAULINO, J. A. S. Viés racial em modelos de inteligência artificial para classificação de melanomas. **Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 107-114, 2023.

PEREIRA, A. G. D. Inteligência artificial, saúde e direito: considerações jurídicas em torno da medicina de conforto e da medicina transparente. **Julgar**, v. 45, p. 235-262, 2021.

RAULIN, M. L. F.; ANGEL, D. J. Inteligência Artificial na Medicina: impactos e desafios. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 2801-2814, 2025.

REIMÃO, G. A. M. *et al.* Câncer de pele: fatores de risco e avanços no diagnóstico. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 4, p. e3992, 2024.

SEMERCI, Z. M. *et al.* The Role of Artificial Intelligence in Early Diagnosis and Molecular Classification of Head and Neck Skin Cancers: A Multidisciplinary Approach. **Diagnostics**, v. 14, p. 1477, 2024.

SOARES, A. M. C.; SOUSA, M. N. A. Inteligência artificial como ferramenta de auxílio ao diagnóstico de câncer de pele. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v. 15, n. 1, p. 42–48, 2025.

ZAGANELLI, M. V. *et al.* O sigilo médico e os dados sensíveis na telemedicina à luz da Lei Geral de Proteção de Dados. **Reciis**, v. 17, n. 3, p. 729-740, 2023.



C A P Í T U L O 5

DESAFIOS E BENEFÍCIOS DO USO DE ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO RASTREIO DE CÂNCER DE MAMA

Isabella Basílio França

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

Laura Cardoso Viana

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

Thayza Resende Ribeiro

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

Carolina Queiroz Bernardes

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

Paula Marynella Alves Pereira Lima

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

Flávio Rocha Gil

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

O câncer é um conjunto de doenças, que tem como característica comum falhas no processo apoptótico de células pré-cancerosas. Além disso, essas células não respondem adequadamente aos mecanismos de controle do ciclo celular, resultando em sua multiplicação descontrolada e no desenvolvimento de tumores malignos (Junqueira, 2017). Entre os tipos de câncer mais prevalentes, no Brasil, o câncer de mama se destaca como o mais incidente na população feminina. Durante cada ano do período de 2023 a 2025, foram projetados 73.610 novos casos, correspondendo a uma taxa de incidência ajustada de 41,89 casos a cada 100 mil mulheres. As regiões Sudeste e Sul apresentaram as maiores taxas, com 12,64 e 12,79 óbitos por 100.000 mulheres, respectivamente (Brasil, 2022).

Nesse cenário, à medida que as doenças evoluem no corpo humano, as tecnologias e as abordagens terapêuticas também avançam. A Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta promissora, capaz de processar grandes volumes de dados e colaborar com os métodos tradicionais de diagnóstico assistido por computador, aumentando a precisão e a segurança tanto para médicos quanto para pacientes (Topol, 2019).

Uma das aplicações mais relevantes da IA é a interpretação de imagens médicas. Algoritmos baseados em técnicas de aprendizado de máquina e aprendizado profundo permitem que sistemas de IA analisem radiografias, tomografias computadorizadas (TC), ressonâncias magnéticas (RM) e mamografias, auxiliando na detecção de sinais que possam indicar a presença de câncer. Por exemplo, os sistemas de IA são capazes de identificar anomalias em mamografias com precisão comparável à dos radiologistas, facilitando a detecção precoce do câncer de mama (Santiago *et al.*, 2024).

Métodos auxiliados por computador (CADE), aliados a tecnologias como tomossíntese digital e ultrassonografia automatizada, têm melhorado significativamente a precisão na identificação de lesões. Além disso, a IA tem sido aplicada na classificação das lesões, na determinação dos estágios do câncer e na análise dos tipos moleculares, embora a eficácia dessa ferramenta na triagem ainda dependa de mais estudos clínicos (Hu; Ginger, 2021).

No campo da análise de tecidos, a IA também se destaca no exame de lâminas de biópsia, utilizando algoritmos de visão computacional para identificar células cancerígenas, caracterizar tumores e avaliar a área tumoral (Díaz *et al.*, 2021). Além disso, a aplicação da IA vai além da análise de imagens, estendendo-se à identificação de biomarcadores genéticos e proteômicos, que são essenciais para o diagnóstico precoce e o monitoramento da resposta ao tratamento (Nair *et al.*, 2022).

BENEFÍCIOS DA IA NO RASTREAMENTO DO CÂNCER DE MAMA

Sob a perspectiva da expansão dos programas de rastreamento do câncer de mama, impulsionada por sua comprovada efetividade na detecção precoce, observa-se um aumento contínuo na demanda por exames, bem como na necessidade de profissionais qualificados para interpretar imagens com elevada especificidade e sensibilidade. As recomendações para o rastreamento variam de acordo com as políticas de saúde de cada país, especialmente no que diz respeito à periodicidade (geralmente bienal), à faixa etária indicada (comumente mulheres acima dos 50 anos) e ao método diagnóstico empregado. Além disso, as práticas adotadas pelos radiologistas são influenciadas por diretrizes institucionais e regionais, podendo envolver leitura única ou leitura dupla independente com consenso ou arbitragem (Sechopoulos; Teuwen; Mann, 2021).

A acurácia da IA comparável à dos radiologistas, tem favorecido sua progressiva integração aos programas de rastreamento mamográfico, configurando-se como uma alternativa promissora para a redução da variabilidade interobservadores relacionada à precisão, experiência e eficiência profissional. Além disso, a IA desponta como uma solução viável para a diminuição dos custos operacionais, em virtude de seu potencial de automatização, contrastando com os custos associados à atuação de leitores humanos (Chang *et al.*, 2025). A otimização dos fluxos de trabalho constitui outro benefício relevante, conforme demonstrado por Raya-Povedano *et al.* (2021) em um estudo retrospectivo de coorte. Nesse estudo, a aplicação da IA na interpretação de mamografias digitais (MD) e tomossíntese mamária digital (TMD) resultou em uma redução de 72,5% na carga de trabalho ($P < 0,001$; 156 horas necessárias), sensibilidade não inferior (95 de 113 cânceres detectados; $P = 0,38$) e uma diminuição de 16,7% na taxa de reconvocação ($P < 0,001$; 588 reconvocações em 15.987 exames). Esses resultados evidenciam que a implementação da IA não apenas preserva a qualidade diagnóstica, mas também promove ganhos substanciais em eficiência operacional e redução de recalls desnecessários, otimizando de maneira significativa o desempenho dos programas de rastreamento mamográfico.

Frazer *et al.* (2024) evidenciam que a integração da IA em programas populacionais de rastreamento mamográfico oferece benefícios significativos, particularmente no aprimoramento do desempenho diagnóstico e na otimização dos recursos disponíveis. A utilização da IA como segundo leitor ou em sistemas automatizados de decisão de alta confiança demonstrou a capacidade de manter ou aprimorar a sensibilidade e a especificidade em relação ao modelo convencional de dupla leitura humana, promovendo uma redução expressiva na carga de trabalho dos radiologistas. Especificamente, a substituição do segundo leitor humano pela IA resultou em uma redução de 48,0% no número de leituras necessárias, com ganhos concomitantes de 2,5% na sensibilidade e 0,2% na especificidade. Esse resultado revela benefícios substanciais para programas de rastreamento mamográfico populacional, uma vez que a maior sensibilidade da IA contribui para a detecção precoce de casos de câncer de mama, enquanto a maior especificidade reduz o número de falsos positivos e, consequentemente, de reconvocações desnecessárias.

O estudo também revelou que, ao automatizar a triagem de exames com alto grau de confiança, a IA possibilita uma alocação mais eficiente dos esforços humanos para casos de maior complexidade, otimizando a eficiência operacional sem comprometer a segurança clínica. Ademais, os autores ressaltam que a diminuição da necessidade de leituras humanas pode contribuir para mitigar as pressões sobre a força de trabalho em radiologia, favorecendo a sustentabilidade dos programas de rastreamento em longo prazo (Frazer *et al.*, 2024).

O estudo AI-STREAM, conduzido por Chang *et al.* (2025), investigou a eficácia de um sistema de inteligência artificial (AI-CAD, *AI-based computer-aided detection*) na triagem do câncer de mama por meio de uma análise preliminar de um amplo estudo prospectivo multicêntrico realizado na Coreia do Sul. A investigação avaliou o desempenho de radiologistas especializados em mama (RM) e radiologistas gerais (RG), comparando suas interpretações de mamografias com e sem a assistência da IA. Os resultados demonstraram que o uso do AI-CAD pelos RM aumentou significativamente a taxa de detecção de câncer (5,70 por 1.000 exames), em comparação com a leitura realizada sem o auxílio da IA (5,01 por 1.000 exames), em um modelo de leitura única, sem impactar negativamente a taxa de recall. Observou-se, ainda, que o AI-CAD apresentou desempenho superior na detecção de cânceres com características favoráveis, como tamanho inferior a 20 mm, ausência de metástases linfonodais, subtipo luminal A e baixo grau histológico. Esses achados indicam que a incorporação da IA pode aprimorar a eficácia dos programas de rastreamento mamográfico em cenários clínicos reais, adaptando-se a diferentes contextos de prática médica.

No estudo realizado por Eise mann *et al.* (2025), denominado PRAIM, a implementação da IA em programas populacionais de rastreamento mamográfico demonstrou ganhos relevantes na detecção precoce do câncer de mama. A IA foi associada a um aumento de 17,6% na taxa de detecção de câncer em comparação à prática tradicional de leitura dupla humana, sem aumento significativo na taxa de reconvocação das pacientes. Além disso, o valor preditivo positivo das reconvocações foi superior no grupo com suporte de IA (17,9% vs. 14,9%), indicando maior precisão diagnóstica. A IA também contribuiu para a identificação de tumores menores e casos de carcinoma ductal *in situ*, sugerindo potencial para detectar lesões em estágios mais iniciais. Esses resultados reforçam que a incorporação da IA no rastreamento pode elevar a eficácia dos programas de saúde pública, melhorando a acurácia diagnóstica e reduzindo impactos negativos associados a falsos positivos.

DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DA IA

A introdução de algoritmos de IA no rastreio do câncer de mama representa um avanço promissor na medicina, com potencial para ampliar o acesso, agilizar o diagnóstico e reduzir a mortalidade. No entanto, apesar dos benefícios potenciais, essa implementação ainda enfrenta importantes desafios técnicos, operacionais, éticos e regulatórios, que devem ser cuidadosamente avaliados para garantir sua integração segura e eficaz à prática clínica (Marinovich *et al.*, 2025).

Dentre os principais entraves, destaca-se a limitação técnica dos algoritmos disponíveis. Apesar do uso dessa tecnologia ter se mostrado promissor na detecção de neoplasias mamárias, ainda há grandes limitações como seu alto custo, a dependência de calibração adequada, a incapacidade de estabelecer raciocínios clínicos e sua incapacidade de identificar neoplasias com bordas definidas. Além disso, a escassez de recursos financeiros limita sua implementação em larga escala nos serviços de mamografia em diversos locais do Brasil (Frutuoso *et al.*, 2024).

Nesse sentido, torna-se evidente que a eficácia da IA no rastreamento do câncer de mama depende do aperfeiçoamento contínuo de seus algoritmos. Essa atualização é fundamental para que a tecnologia possa atender às especificidades de cada caso, compreender diferentes níveis de complexidade e identificar imagens com alterações mínimas. Assim, a IA deve estar integrada à prática clínica, complementando o trabalho do radiologista. Essa abordagem colaborativa é especialmente importante diante da alta taxa de falsos positivos, reforçando que a presença do julgamento clínico é indispensável e que a IA não deve ser vista como substituta do profissional de saúde, mas sim como um recurso que contribui para a melhoria na prestação do serviço (Guerreiro *et al.*, 2024).

Complementando essa perspectiva, estudos indicam que a concordância entre leitores humanos é, muitas vezes, superior àquela observada entre humanos e sistemas de IA. Isso aumenta a necessidade de arbitragem nos laudos e, por consequência, reduz a eficiência operacional esperada com o uso da tecnologia. Além disso, a IA tende a gerar mais falsos positivos e quando seus resultados não estão disponíveis ao segundo leitor, torna-se difícil mensurar sua contribuição real para o diagnóstico (Marinovich *et al.*, 2025).

Outro desafio relevante é a correta interpretação dos resultados gerados pela IA. A compreensão equivocada desses dados pode comprometer decisões clínicas importantes. Soma-se a isso a dificuldade na obtenção de dados com alta qualidade e boa representatividade, o que impacta diretamente na eficácia da detecção precoce do câncer de mama (Telles; Barone; Silva, 2020). A interpretação dos achados da IA exige, portanto, cautela para evitar conclusões equivocadas, além da necessidade de interpretação criteriosa dos dados e da mitigação de possíveis vieses que ainda persistem em muitos estudos (Carvalho *et al.*, 2024).

A complexidade se intensifica ainda mais com a integração da IA à análise de biomarcadores moleculares, como os genômicos, proteômicos, metabolômicos e epigenéticos. Embora essa combinação amplie o potencial diagnóstico da tecnologia, ela também enfrenta obstáculos significativos. A heterogeneidade tumoral e a variabilidade entre pacientes dificultam a criação de um modelo padronizado do perfil da doença, enquanto as exigências tecnológicas e estruturais dessas análises tornam sua adoção inviável em ambientes com recursos limitados. Tal cenário acentua desigualdades já existentes no acesso à saúde, restringindo os avanços da IA a contextos mais favorecidos (Lino *et al.*, 2024).

Por fim, além das questões técnicas e operacionais, é fundamental considerar os aspectos éticos e legais envolvidos. Questões como a privacidade dos dados genéticos, a responsabilidade diagnóstica e a automação de decisões clínicas ainda carecem de regulamentação clara. A possibilidade de falhas reforça a necessidade de protocolos de segurança e validação contínua. A aceitação da IA pelos profissionais de saúde também depende do desenvolvimento de diretrizes que assegurem justiça, rastreabilidade, robustez e usabilidade dos sistemas (Díaz; Rodrigues-Ruiz; Sechopoulos, 2024).

PERSPECTIVAS FUTURAS E INTEGRAÇÃO COM A PRÁTICA CLÍNICA

Embora demonstre avanços promissores, a aplicação clínica de algoritmos de IA no rastreamento do câncer de mama ainda requer maior validação externa, ou seja, necessita de estudos prospectivos que avaliem o funcionamento desses sistemas fora do âmbito em que foram criados, e em maior escala. Visto que o desempenho desses algoritmos se altera de acordo com os dados que recebem, o que demanda um controle de qualidade contínuo, é importante avaliar o desempenho desses algoritmos quando comparado aos radiologistas especializados em rastreamento mamário, pois é a partir da análise de sua performance isolada que se poderá delimitar o melhor cenário de aplicação clínica (Díaz, Rodríguez-Ruiz, Sechopoulos, 2020; Yoon *et al.*, 2023).

Outrossim, é crucial que esses algoritmos sejam validados em conjuntos de dados representativos, ainda que obtenham eficácia no rastreamento do câncer de mama. De acordo com Kundu *et al.* (2025), essa precisão pode variar e depender de fatores específicos como idade, diversidade genética, densidade mamária e diferença nos aparelhos de imagem utilizados.

Diante disso, validar esses sistemas pode garantir mais confiabilidade e eficácia clínica. Ademais, a definição de diretrizes para os pesquisadores e profissionais da saúde que utilizam a IA, contribui para a transparência, a segurança e a aceitação dessas ferramentas na prática médica (Díaz, Rodríguez-Ruiz, Sechopoulos, 2024).

Outro aspecto importante é a integração dos algoritmos de IA aos sistemas de dados de saúde. Dessa maneira, a partir de uma conexão direta entre os bancos de dados de treinamento/diagnóstico das IAs e os bancos de dados dos sistemas de informação em saúde ou dos sistemas de informação hospitalar (HIS), poderá ser criada uma plataforma aprimorada de diagnóstico de câncer de mama que seja de livre acesso e com uma tecnologia de IA robusta (Zheng, He, Jing, 2023).

Nesse contexto, Pellenz *et al.* (2024) evidenciam que para adotar esses sistemas em larga escala é necessário obter um entendimento melhor de suas limitações éticas e operacionais. Conforme Frasca *et al.* (2024), a melhor forma de superar esses entraves seria por meio da adoção de algoritmos de IA explicáveis e interpretáveis na medicina, pois seriam modelos mais compreensíveis. Sendo assim, seu uso de forma legal, ética e segura estaria preservado, e, por ter maior “transparência”, não haveria vieses nas análises dos dados dos pacientes.

A colaboração interdisciplinar, entre os desenvolvedores das IAs e os profissionais de saúde, é a chave para que a implementação desses sistemas no rastreo do câncer de mama seja efetiva. Dado que essa colaboração aliada aos avanços contínuos desses sistemas promove uma medicina personalizada, na qual o cuidado ao paciente é aprimorado (Sarkhel, Pradhan, 2024).

Por fim, apesar de não haver um consenso entre os radiologistas sobre como seria o uso mais adequado da IA no rastreamento (Högberg, Larsson, Lång, 2023), a implementação dessa tecnologia em grande escala terá um impacto considerável na saúde das mulheres, promovendo uma maior assertividade nos diagnósticos (Guerreiro *et al.*, 2024). Dessa forma, deve-se estimular a incorporação da mamografia com suporte de IA às diretrizes dos programas de rastreamento mamográfico (Eisemann *et al.*, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O câncer de mama é o tipo mais comum entre mulheres e apresenta altas taxas de mortalidade, destacando a importância de estratégias eficazes para sua detecção precoce. A IA tem se mostrado uma aliada promissora nesse contexto, especialmente no rastreamento mamográfico. Algoritmos de IA aplicados à interpretação de imagens, como mamografias, têm alcançado precisão comparável à dos radiologistas, contribuindo para maior acurácia diagnóstica, redução da carga de trabalho e otimização dos fluxos operacionais.

Estudos recentes demonstram que a IA pode aumentar a taxa de detecção de câncer, reduzir reconvocações desnecessárias e melhorar a eficiência dos programas populacionais de rastreamento. No entanto, a aplicação clínica da IA ainda enfrenta desafios, como limitações técnicas, altos custos, risco de falsos positivos e questões éticas e regulatórias. A necessidade de validação em cenários clínicos reais e bases de dados representativas é essencial para garantir sua eficácia.

Apesar desses obstáculos, a IA não deve ser vista como substituta do profissional de saúde, mas como ferramenta complementar ao raciocínio clínico. Com desenvolvimento contínuo e integração responsável, a IA pode contribuir significativamente para diagnósticos mais precisos e uma saúde mais acessível e personalizada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Estimativa 2023: incidência do Câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

CARVALHO, G. P. *et al.* Avaliação da precisão diagnóstica de algoritmos de inteligência artificial em mamografias digitais para detecção precoce de câncer de mama. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 5065–5072, 2024.

CHANG, Y. W. *et al.* Artificial intelligence for breast cancer screening in mammography (AI-STREAM): preliminary analysis of a prospective multicenter cohort study. **Nature communications**, v. 16, n. 1, p. 2248, 2025.

DÍAZ, O.; RODRÍGUEZ-RUIZ, A.; SECHOPOULOS, I. Artificial intelligence for breast cancer detection in digital mammography and digital breast tomosynthesis: a review of the current state of the art. **Academic Radiology**, v. 27, n. 4, p. 590–598, 2020.

DÍAZ, O. *et al.* Are artificial intelligence systems useful in breast cancer screening programs? **Radiologia**, v. 63, n. 3, p. 236–244, 2021.

DÍAZ, O.; RODRÍGUEZ-RUIZ, A.; SECHOPOULOS, I. artificial intelligence for breast cancer detection: technology, challenges, and prospects. **European Journal of Radiology**, v. 175, p. 111457, 2024.

EISEMANN, N. *et al.* Nationwide real-world implementation of AI for cancer detection in population-based mammography screening. **Nature Medicine**, v. 31, p. 917–924, 2025.

FRASCA, M., *et al.* Explainable and interpretable artificial intelligence in medicine: a systematic bibliometric review. **Discover Artificial Intelligence**, v. 4, n. 1, p. 15, 2024.

FRAZER, H. M. L. *et al.* Comparison of AI-integrated pathways with human-AI interaction in population mammographic screening for breast cancer. **Nature communications**, v. 15, n. 1, p. 7525, 2024.

FRUTUOSO, GM. *et al.* Avanços, desafios e perspectivas futuras no rastreamento do câncer de mama: uma mini revisão integrativa. **Revista Educação em Saúde**, v. 12, n. 2, p. 186–193, 2024.

GUERREIRO, A. A. P. *et al.* Integrando inteligência artificial à mamografia: uma abordagem complementar no diagnóstico do câncer de mama. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 5, p. 479–485, 2024.

HÖGBERG, C.; LARSSON, S.; LÅNG, K. Anticipating artificial intelligence in mammography screening: views of Swedish breast radiologists. **BMJ Health & Care Informatics**, v. 30, n. 1, p. e100712, 2023.

HU, Q.; GIGER, M. L. Clinical artificial intelligence applications: Breast imaging. **Radiologic clinics of North America**, v. 59, n. 6, p. 1027–1043, 2021.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 13a edição. Cap. 3 p. 61. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan, 2017.

KUNDU, A. K. et al. Detecting and monitoring bias for subgroups in breast cancer detection AI. **ArXiv**, v. abs/2502.10562, 2025.

LINO, L. A. et al. Uso dos biomarcadores na detecção precoce de câncer: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 8, p. e4013846517, 2024.

MARINOVICH, M. L. et al. Simulated arbitration of discordance between radiologists and artificial intelligence interpretation of breast cancer screening mammograms. **Journal of Medical Screening**, v. 32, n. 1, p. 48–52, 2025.

NAIR, A. et al. Barriers to artificial intelligence implementation in radiology practice: What the radiologist needs to know. **Radiologia**, v. 64, n. 4, p. 324-332, 2022.

PELLENZ, A. E. et al. Aplicação da inteligência artificial no diagnóstico e monitoramento do câncer de mama: uma revisão sistemática. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 7, n. 5, p. e73198, 2024.

RAYA-POVEDANO, J. L. et al. AI-based strategies to reduce workload in breast cancer screening with mammography and tomosynthesis: a retrospective evaluation. **Radiology**, v. 300, n. 1, p. 57–65, 2021.

SANTIAGO, H. T. M. R. et al. O uso da inteligência artificial no rastreamento e diagnóstico de diferentes tipos de câncer. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 7, p. e4994, 2024.

SARKHEL, D.; PRADHAN, U. Future perspectives on AI in breast cancer detection: a mini review. **Journal of Artificial Intelligence and Robotics**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 2024.

SECHOPOULOS, I.; TEUWEN, J.; MANN, R. Artificial intelligence for breast cancer detection in mammography and digital breast tomosynthesis: state of the art. **Seminars in Cancer Biology**, v. 72, p. 214–225, 2021.

TELLES, E. S. BARONE, D. A. C.; SILVA, A. M. Inteligência artificial no contexto da indústria 4.0. **Anais do I Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade**. SBC, 2020.

TOPOL, E. **Deep medicine**: how artificial intelligence can make healthcare human again. New York: Basic Books, 2019.

YOON, J. H. *et al.* Standalone AI for breast cancer detection at screening digital mammography and digital breast tomosynthesis: a systematic review and meta-analysis. **Radiology**, v. 307, n. 1, p. e222639, 2023.

ZHENG, D.; HE, X.; JING, J. Overview of artificial intelligence in breast cancer medical imaging. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 2, p. 419, 2023.



C A P Í T U L O 6

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE SUPORTE DIAGNÓSTICO NAS DOENÇAS DE PARKINSON E ALZHEIMER

Augusto Venâncio Oliveira

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

Bernardo Alves de Amorim

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

Igor Felipe de Lima

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

Victor Augusto Vaz Silva

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

Lilia Beatriz Oliveira

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.

Priscila Capelari Orsolin

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

As doenças neurodegenerativas (DN) constituem um grupo de condições que afetam os neurônios do cérebro humano. Como essas células do sistema nervoso, em geral, não podem ser regeneradas ou substituídas após a morte, sua degeneração leva a uma perda progressiva de função neuronal. Esse processo resulta em comprometimentos motores, como as ataxias, ou cognitivos, como as demências. Entre as doenças neurodegenerativas mais prevalentes, destacam-se a Doença de Alzheimer (DA) e a Doença de Parkinson (DP) (Gitler; Dhawan; Shorter, 2020). Tanto na DA quanto na DP, o avanço da idade é considerado o principal fator de risco. Com o aumento da expectativa de vida da população, a incidência dessas doenças tende a crescer progressivamente (Willis *et al.*, 2022).

A DA é caracterizada por uma perda progressiva da memória, afetando inicialmente as atividades básicas da vida diária (AVDs) e comprometendo gradualmente a autonomia do indivíduo até chegar à dependência total. Essa forma de demência atinge predominantemente a população idosa, tornando fundamental a presença de um cuidador para auxiliar nas AVDs (Marques *et al.*, 2022).

As alterações neuropatológicas podem ocorrer até duas décadas antes do surgimento dos primeiros sintomas clínicos da DA. Por essa razão, o rastreamento precoce por meio de biomarcadores laboratoriais e exames de neuroimagem torna-se fundamental para a identificação da doença em estágios iniciais. É importante que qualquer indivíduo idoso que apresente perda cognitiva significativa seja cuidadosamente avaliado, a fim de levantar a suspeita diagnóstica e possibilitar intervenções precoces (Araújo *et al.*, 2023).

A DP, por sua vez, possui etiologia ainda não totalmente esclarecida, porém estudos indicam que sua origem pode estar relacionada a uma combinação de fatores genéticos e ambientais que afetam a substância negra, uma estrutura localizada no sistema nervoso central responsável pelo controle dos movimentos (Willis *et al.*, 2022).

Diante da perda dos neurônios dopaminérgicos da substância negra há um possível comprometimento do lobo frontal, que explicaria a perda da memória operacional e desempenho de funções executivas observadas na DP. Quando os sintomas da DP se iniciam, estima-se que 60% desses neurônios já foram degradados (Bloem; Okun; Klein, 2021).

Em pacientes com doenças neurodegenerativas, exames demonstraram uma redução da atividade mitocondrial, resultando em menor produção de ATP. Essa disfunção mitocondrial provoca acúmulo de radicais livres e aumento do estresse oxidativo, fatores que, segundo estudos, podem estar relacionados à exposição a componentes tóxicos ambientais associados ao risco da doença (Silva *et al.*, 2021).

Diante da alta incidência dessas doenças neurodegenerativas na população brasileira, torna-se evidente a importância do rastreamento e diagnóstico precoce. Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) desponta como uma ferramenta fundamental para otimizar esse processo, especialmente devido aos avanços significativos observados na última década. A IA tem demonstrado maior eficiência que os métodos tradicionais na identificação de padrões ocultos em neuroimagens, biomarcadores e dados clínicos (Mehta; Smith, 2023).

A IA vem conquistando espaço desde meados da década de 1950, apresentando avanços significativos nas últimas décadas, especialmente em áreas como a medicina. Essa tecnologia simula o pensamento humano de forma computacional, buscando aumentar a eficiência na resolução de problemas, o que tem se mostrado particularmente útil na detecção precoce de doenças (Braga *et al.*, 2025).

O diagnóstico precoce é fundamental para identificar os sintomas na fase inicial, possibilitando intervenções antecipadas que retardam a progressão da doença e promovem maior qualidade de vida e autonomia aos pacientes. Entretanto, apesar do uso crescente da IA para processar dados, identificar padrões e gerar evidências, ainda são necessários estudos rigorosos para avaliar a precisão dessas ferramentas e compreender suas limitações (Assis *et al.*, 2024).

No contexto da medicina moderna, algoritmos de aprendizado profundo (*Deep Learning*- DL), aprendizado de máquina (*Machine Learning*- ML) e redes neurais convolucionais (*Convolutional Neural Networks* - CNNs) têm se mostrado altamente eficazes na identificação de padrões que podem passar despercebidos ao olhar humano. As CNNs, em particular, demonstram grande capacidade para interpretar imagens de ressonância magnética (RM) e tomografia, analisando e identificando padrões de forma rápida, o que possibilita diagnósticos e tratamentos precoces (Assis *et al.*, 2024).

Apesar do potencial dessas tecnologias para o rastreamento inicial, os algoritmos ainda demandam aprimoramentos para lidar com a heterogeneidade dos dados clínicos e as variações nas imagens de RM, ocasionadas pelo uso de diferentes aparelhos, visando a criação de um modelo universal e validado (Ruiz *et al.*, 2022).

Diante do exposto, torna-se evidente que a detecção precoce das Doenças de Parkinson e Alzheimer é fundamental para desacelerar sua progressão, promovendo maior qualidade de vida aos pacientes. Nesse cenário, o uso da IA configura-se como uma ferramenta promissora para otimizar o trabalho dos profissionais de saúde e aumentar a taxa de rastreamento e diagnóstico precoce.

EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

As internações por doenças DN no Brasil apresentaram aumento significativo entre 2010 e 2020, totalizando mais de 51.000 casos hospitalares relacionados a essas patologias, com predominância no sexo feminino (Paz *et al.*, 2021). Esse cenário de crescimento nacional acompanha uma tendência global de aumento da carga dessas doenças. O Estudo Carga Global de Doença (*Global Burden of Disease* – GBD), uma análise abrangente que quantifica a perda de saúde causada por doenças, lesões e fatores de risco em escala mundial, projeta que o número total de pessoas com demência aumentará de forma expressiva até 2050 (Vos *et al.*, 2020).

Dentre os diferentes tipos de demência, a DA é a mais prevalente, representando entre 60% e 70% dos casos estimados. Além de seu destaque dentro das demências, a DA constitui um importante risco para a população em geral durante o processo de envelhecimento, afetando aproximadamente 15% dos indivíduos com mais de 65 anos e cerca de 45% daqueles acima de 85 anos (Greenberg; Aminoff; Simon,

2014). Em âmbito global, estima-se que cerca de 50 milhões de pessoas vivam com essa condição, número que pode triplicar até 2050 devido ao envelhecimento populacional. Ademais, aproximadamente dois terços dessas pessoas residem em países de baixa e média renda, o que reforça a necessidade de políticas públicas específicas para essas regiões (Scheltens *et al.*, 2021).

Paralelamente ao avanço global das demências, a DP também tem apresentado crescimento expressivo em diversas regiões do Brasil. Entre 2021 e 2023, foram registradas aproximadamente 2.700 internações relacionadas à DP, distribuídas da seguinte forma: mais de 700 internações em 2021, mais de 900 em 2022 e mais de 1.000 em 2023. Esses dados evidenciam o aumento progressivo da prevalência da DP na população, especialmente entre indivíduos na faixa etária de 60 a 69 anos, refletindo mais uma vez o impacto do envelhecimento demográfico. Além disso, o estudo analisou a distribuição dos casos por cor/raça, identificando que indivíduos brancos foram os mais acometidos, representando 53,85% da amostra afetada pela condição (Ferraz *et al.*, 2024).

FISIOPATOLOGIA DO ALZHEIMER

De maneira análoga a outras doenças neurodegenerativas, o Alzheimer se caracteriza como uma condição progressiva, associada à degeneração de neurônios e à perda gradual da massa encefálica (Long; Holtzman, 2022). Diante desse contexto, torna-se fundamental compreender os mecanismos fisiopatológicos da doença, com o objetivo de favorecer o diagnóstico precoce e, consequentemente, proporcionar melhor qualidade de vida aos indivíduos afetados. Neste sentido, serão abordados inicialmente os aspectos macroscópicos das alterações cerebrais causadas pelo Alzheimer, seguidos pela análise de suas características microscópicas e bioquímicas.

A princípio, é válido lembrar que doenças neurodegenerativas progressivas, a exemplo da DA, são patologias caracterizadas pela degeneração de neurônios e essa morte neuronal se espalha pelas várias áreas do cérebro, causando um declínio funcional progressivo. Outro aspecto relevante é que os neurônios, por sua natureza, não possuem capacidade de regeneração; assim, uma vez que ocorre a morte neuronal, não há possibilidade de reposição celular (Long; Holtzman, 2022).

Na DA, a degeneração neuronal tem início, predominantemente, no hipocampo, estrutura localizada no sistema límbico e responsável pelo armazenamento de memórias de curto prazo e pela consolidação dessas em memórias de longo prazo. Essa característica fisiopatológica justifica o fato de pacientes com Alzheimer apresentarem preservação relativa de memórias antigas, mas grande dificuldade em formar novas memórias ou recordar-se de eventos recentes. Além disso, observava-se uma degeneração progressiva no córtex cerebral, o que explica o declínio cognitivo de

seus portadores. Nesse contexto, a diminuição da massa encefálica, juntamente com a degeneração cortical e hipocampal, configuram os principais achados macroscópicos da DA (Braak; Braak, 1991).

No nível microscópico e bioquímico, a DA é marcada por diversas alterações estruturais e funcionais, com destaque para a formação de placas de beta-amiloide, os emaranhados neurofibrilares compostos por proteína tau hiperfosforilada, além de múltiplas alterações secundárias decorrentes desses processos (Long; Holtzman, 2022).

A proteína tau desempenha papel essencial na estabilidade dos microtúbulos neuronais e no transporte axonal. Contudo, na DA, ocorre sua hiperfosforilação, levando à formação dos emaranhados neurofibrilares. Esse acúmulo anormal resulta em disfunção do citoesqueleto neuronal, prejudicando o transporte de substâncias essenciais e culminando em disfunção sináptica e morte celular (Braak; Braak, 1991).

Paralelamente, a DA é caracterizada pela formação de placas extracelulares de proteína beta-amiloide (A β), resultantes do processamento anormal da proteína precursora amiloide (APP). O acúmulo dessas proteínas resulta na formação de agregados insolúveis, que interferem na comunicação sináptica, induzem inflamação e contribuem para a toxicidade neuronal, estabelecendo um ambiente propício à progressão do processo neurodegenerativo (Zlokovic, 2024).

A deposição de placas beta-amiloides desencadeia várias alterações típicas da DA. Primeiramente, essa deposição interfere na plasticidade sináptica, reduzindo a densidade de sinapses e a transmissão glutamatérgica, o que compromete o aprendizado e a memória. Além disso, a presença simultânea de placas de beta-amiloide e emaranhados de proteína tau favorece o desenvolvimento de uma neuroinflamação crônica. Esse processo é mediado pela ativação de astrócitos e micróglias, que liberam citocinas pró-inflamatórias, como IL-1 β e TNF- α , agravando a degeneração neuronal (Sheng *et al.*, 2020).

Outro aspecto relevante refere-se às alterações na barreira hematoencefálica e às disfunções microvasculares, frequentemente associadas ao acúmulo de beta-amiloide, caracterizando a angiopatia amiloide cerebral. Essas alterações contribuem para a redução do fluxo sanguíneo cerebral, exacerbando a hipoperfusão e agravando a neurodegeneração, especialmente em regiões cerebrais mais vulneráveis (Zlokovic, 2024).

Adicionalmente, o acúmulo de A β e tau aumenta o estresse oxidativo, com produção excessiva de espécies reativas de oxigênio. Isso danifica lipídios, proteínas e DNA, além de comprometer a função mitocondrial, reduzindo a produção de ATP (Bathia *et al.*, 2022).

DIAGNÓSTICO DA DOENÇA DE ALZHEIMER

A partir da compreensão da fisiopatologia da DA, torna-se mais fácil o entendimento de como diagnosticá-la. Diante disso, os parágrafos seguintes têm como objetivo apresentar as principais estratégias atualmente utilizadas para um diagnóstico eficaz da DA. Para tanto, é importante destacar que seis critérios fundamentais devem ser considerados na avaliação diagnóstica, visando uma identificação precisa da condição (Ribeiro *et al.*, 2024).

O primeiro critério é a avaliação de sintomas clínicos. O processo diagnóstico tem início com a identificação de sintomas característicos, como perda de memória episódica —especialmente dificuldade em lembrar eventos recentes—, alterações de linguagem, desorientação espaço-temporal e alterações no comportamento. Esses sintomas são consequência direta da degeneração neuronal, principalmente no hipocampo e no córtex cerebral (Mckhann *et al.*, 2020).

O segundo critério envolve o histórico clínico detalhado do paciente. Cabe ao médico neurologista ou geriatra realizar uma anamnese minuciosa, investigando o início, a progressão e a natureza dos sintomas cognitivos, comportamentais e funcionais apresentados. Além disso, é fundamental avaliar o histórico familiar de demências, fatores de risco vasculares, presença de comorbidades clínicas e o uso de medicamentos que possam impactar a função cognitiva. Essas informações são essenciais para diferenciar a DA de outras possíveis causas de comprometimento cognitivo (Ribeiro *et al.*, 2024).

O terceiro parâmetro corresponde à aplicação de testes neuropsicológicos. Instrumentos padronizados, como o Mini-Exame do Estado Mental (MMSE) e o Montreal Cognitive Assessment (MoCA), são utilizados para avaliar diferentes domínios cognitivos, incluindo memória, atenção, linguagem, funções executivas e habilidades visuoespaciais. Esses testes contribuem para quantificar o grau de declínio cognitivo e diferenciar a DA de outras formas de demência (Blennow; Zetterberg, 2025).

O quarto critério abrange os exames de neuroimagem. Técnicas de neuroimagem funcional, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET) e o FDG-PET, permitem a identificação de alterações metabólicas cerebrais e da presença de placas de beta-amiloide, características da DA. Esses achados devem ser integrados aos resultados de exames de neuroimagem estrutural, como a ressonância magnética e a tomografia computadorizada, que possibilitam avaliar a atrofia cerebral, sobretudo nas regiões do hipocampo e córtex cerebral.

O quinto critério é a análise de biomarcadores no líquido cefalorraquidiano. Por meio dessa avaliação, é possível medir os níveis de proteína beta-amiloide, proteína tau total e proteína tau hiperfosforilada, os quais são reconhecidos como marcadores típicos da DA (Blennow; Zetterberg, 2025).

Por fim, o sexto critério corresponde à realização de um diagnóstico diferencial criterioso. Essa etapa visa excluir outras condições clínicas que possam causar declínio cognitivo, como outras formas de demência, quadros depressivos com repercussão cognitiva, distúrbios metabólicos (como hipotireoidismo e deficiência de vitamina B12) ou efeitos adversos de medicamentos. Para isso, o médico pode lançar mão de exames laboratoriais, avaliações neuropsicológicas e exames de imagem cerebral, garantindo maior precisão diagnóstica e um direcionamento terapêutico adequado (Mckhann *et al.*, 2020).

Apesar da adoção desses múltiplos critérios, o diagnóstico precoce da DA ainda representa um grande desafio na prática clínica. Em geral, o reconhecimento da doença só ocorre com o início dos sintomas, sendo necessária a progressão clínica e a detecção de biomarcadores específicos para confirmação diagnóstica. Nesse sentido, é importante reforçar que a DA, por ser uma doença neurodegenerativa progressiva e atualmente sem cura, exige intervenções precoces com foco no controle dos sintomas e na desaceleração da degeneração neuronal. Isso evidencia a relevância do diagnóstico precoce como estratégia fundamental para preservar, o máximo possível, a qualidade de vida dos indivíduos afetados.

FISIOPATOLOGIA DA DOENÇA DE PARKINSON

A DP é uma doença neurodegenerativa progressiva caracterizada pela degeneração dos neurônios da substância negra do mesencéfalo, diminuído os níveis de dopamina, o que acarreta em tremores, instabilidade postural, rigidez dos movimentos e acinesia\bradicinesia (Trentin *et al.*, 2022).

O papel da dopamina na regulação motora é fundamental. Produzida na substância negra, esse neurotransmissor atua garantindo a coordenação dos movimentos, por meio de dois mecanismos principais: a inibição da via indireta, que bloqueia movimentos indesejados, e a estimulação da via direta, responsável por facilitar a execução de movimentos voluntários (Kurvits *et al.*, 2021).

A degeneração neuronal na DP tem início precisamente na substância negra, o que compromete a produção e a liberação de dopamina desde as fases iniciais da doença. Na ausência da ação dopaminérgica, os circuitos das vias direta e indireta passam a atuar de forma simultânea e descoordenada, gerando um paradoxo funcional em que ocorre, ao mesmo tempo, permissão e inibição dos movimentos. Essa disfunção contribui diretamente para a perda de fluidez motora e para o aparecimento dos quatro principais sinais clínicos da DP: tremores, rigidez, acinesia/bradicinesia e instabilidade postural (Cacabelos, 2023).

DIAGNÓSTICO DA DOENÇA DE PARKINSON

A partir da compreensão da fisiopatologia da DP, torna-se mais acessível o entendimento dos métodos diagnósticos empregados para sua identificação. Assim, os próximos parágrafos têm como objetivo apresentar as principais estratégias atualmente utilizadas para um diagnóstico preciso do Parkinson. É importante destacar que sete critérios fundamentais devem ser avaliados para garantir a eficácia no diagnóstico dessa enfermidade (Cabreira; Massano, 2023).

O primeiro critério refere-se à avaliação dos sintomas motores e não motores característicos da DP. No âmbito motor, são considerados quatro sintomas principais, sendo necessária a presença de pelo menos dois deles para a suspeita diagnóstica: tremores, rigidez muscular, acinesia/bradicinesia e instabilidade postural. Além dos sinais motores, sintomas não motores como perda de olfato, constipação intestinal, distúrbios do sono (especialmente o transtorno comportamental do sono REM), depressão e alterações cognitivas podem surgir precocemente, muitas vezes precedendo as manifestações motoras e reforçando a suspeita diagnóstica (Postuma *et al.*, 2021).

O segundo critério a ser considerado é a análise do histórico clínico do paciente. Nesse contexto, o neurologista deve investigar detalhadamente o início e a progressão dos sintomas previamente descritos, além de avaliar a presença de antecedentes familiares de DP, exposição a toxinas ambientais, histórico de traumatismos cranianos e o uso de medicamentos com potencial para induzir sintomas parkinsonianos, como o haloperidol, pertencente à classe dos antipsicóticos (Cabreira; Massano, 2023).

O terceiro critério envolve a realização de um exame neurológico específico. Nessa etapa, o clínico avalia reflexos, tônus muscular, coordenação motora e a capacidade de realizar movimentos rápidos e fluidos. O objetivo é identificar a presença de tremores, rigidez, acinesia/bradicinesia e instabilidade postural. Além disso, a análise da resposta a determinados estímulos, como os reflexos posturais, é fundamental para detectar eventuais alterações no equilíbrio e na postura (Pinheiro; Barbosa, 2022).

O quarto critério diz respeito à aplicação dos critérios diagnósticos específicos para a DP, os quais incluem: a presença obrigatória de bradicinesia associada a pelo menos um dos outros sinais motores (tremor de repouso, rigidez muscular ou instabilidade postural) e a exclusão de sinais atípicos que sugiram outras doenças neurológicas, como a paralisia supranuclear progressiva ou a atrofia de múltiplos sistemas (Brasil, 2017).

O quinto critério envolve a realização de exames complementares, fundamentais para o diagnóstico diferencial. Dentre eles destacam-se a ressonância magnética e a tomografia computadorizada, utilizadas para excluir outras possíveis causas dos sintomas, como tumores cerebrais ou hidrocefalia de pressão normal. Outro exame relevante é o DaTSCAN (SPECT), que avalia a integridade do sistema dopaminérgico, sendo especialmente útil na distinção entre a DP e outras condições, como o tremor essencial. Testes neuropsicológicos também podem ser indicados, principalmente nos casos com suspeita de comprometimento cognitivo associado (Pinheiro; Barbosa, 2022).

O sexto critério corresponde ao diagnóstico diferencial propriamente dito. Nesta etapa, o objetivo é distinguir a DP de outras patologias com sintomas semelhantes, como tremores essenciais, paralisia supranuclear progressiva, atrofia de múltiplos sistemas e parkinsonismo induzido por medicamento (Frota; Parmera, 2021).

Por fim, o sétimo critério reforça a importância da avaliação da resposta à levodopa, uma vez que a maioria dos pacientes com DP apresenta melhora significativa dos sintomas motores, principalmente rigidez e bradicinesia, após o uso desse medicamento (Bressman; Saunders-Pullman, 2019).

Mesmo com a aplicação desses múltiplos critérios diagnósticos e com o avanço no entendimento da fisiopatologia da DP, o diagnóstico precoce da doença ainda representa um desafio clínico considerável. Na maioria dos casos, o diagnóstico é realizado apenas após o surgimento dos sintomas motores, quando já há perda considerável de neurônios dopaminérgicos. Nesse contexto, é importante reforçar que a DP é uma enfermidade neurodegenerativa progressiva, sem cura, com foco terapêutico voltado para o controle dos sintomas e o retardamento da progressão da degeneração neuronal. Por isso, estratégias que favoreçam a detecção precoce tornam-se essenciais para proporcionar melhor qualidade de vida e preservar a autonomia funcional dos pacientes.

Nesse cenário desafiador, a inteligência artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora na assistência médica, especialmente no diagnóstico de doenças complexas como a DA e a DP.

ASSISTÊNCIA E EVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO MÉDICO

A IA tem revolucionado diversas áreas da medicina, sobretudo os processos de diagnóstico. Sua aplicação permite que grandes volumes de dados clínicos, como exames de imagem, sinais vitais e históricos médicos, sejam analisados com mais rapidez, precisão e consistência. Isso tem possibilitado diagnósticos mais precoces, tratamentos mais personalizados e uma redução significativa nos custos com saúde (Ramesh *et al.*, 2004; Mugisha, 2024).

Segundo Cabral *et al.* (2025), a IA tem sido cada vez mais incorporada em diversas áreas da medicina, como radiologia, cardiologia e dermatologia. Um exemplo disso é a aplicação da IA na análise de radiografias, na interpretação de eletrocardiogramas e na identificação de lesões cutâneas suspeitas. Esses avanços são possíveis graças ao uso de algoritmos que aprendem a partir dos dados, técnica conhecida como *machine learning*. Essa abordagem, um ramo da IA, permite que sistemas computacionais identifiquem padrões complexos em grandes volumes de dados clínicos, como exames laboratoriais, imagens, sinais vitais e histórico médico, sem a necessidade de programação explícita para cada situação. Dessa forma, a IA viabiliza a detecção de anomalias sutis que poderiam passar despercebidas pelos métodos tradicionais, tornando o diagnóstico mais rápido, preciso e escalável (Ramesh *et al.*, 2004; Cabral *et al.*, 2025).

Outro recurso fundamental são as redes neurais artificiais, modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, compostos por camadas de nós (ou “neurônios”) interconectados, que processam informações e ajustam seus pesos com base no erro das previsões anteriores, em um processo conhecido como retropropagação. Quando essas redes são compostas por múltiplas camadas, formam o chamado *deep learning*, capaz de aprender representações complexas e hierárquicas dos dados. Essa tecnologia tem sido particularmente útil na interpretação de exames de imagem, como tomografias e ressonâncias magnéticas, oferecendo resultados com níveis de acurácia que, em alguns casos, se equiparam ao desempenho de especialistas humanos (Ramesh *et al.*, 2004).

Esses avanços também se apoiam em modelos específicos, como as redes neurais convolucionais (*Convolutional Neural Networks – CNNs*), bastante eficazes na análise de imagens médicas, como radiografias, ressonâncias e tomografias. Elas detectam padrões visuais (bordas, texturas, formatos) com alto grau de precisão e rapidez, auxiliando médicos na identificação de anomalias como fraturas, tumores ou inflamações, e padronizando diagnósticos visuais. Ademais, existem os perceptrons multicamadas (*Multilayer Perceptrons – MLPs*), que são úteis na classificação de dados clínicos estruturado, sendo capazes de distinguir entre exames normais e anormais, ou prever a presença de uma doença com base em variáveis clínicas. Já os mapas auto-organizáveis (*Self-Organizing Maps – SOMs*) são utilizados para reduzir a dimensionalidade de dados complexos, agrupando informações similares de forma visualmente compreensível (Ramesh *et al.*, 2004).

A aplicação prática da IA tem crescido com a integração a dispositivos vestíveis (*wearables*), como pulseiras e relógios inteligentes, que capturam continuamente dados fisiológicos dos pacientes. Esses dispositivos, conectados a sistemas de IA, facilitam diagnósticos precoces e intervenções rápidas. Além disso, há aplicações administrativas, como triagem automatizada de pacientes e otimização de recursos

hospitalares. Contudo, o uso da IA ainda enfrenta barreiras significativas. Uma delas é a explicabilidade dos algoritmos, especialmente nos modelos de *deep learning*, que funcionam como “caixas-pretas”, dificultando a interpretação do processo decisório. Também há riscos relacionados a viés algorítmico, que ocorre quando os dados utilizados no treinamento não representam adequadamente a população, gerando desigualdades nos resultados (Mugisha, 2024; Cabral et al., 2025).

APLICAÇÃO DA IA NA DETECÇÃO PRECOCE DO ALZHEIMER

A DA também se beneficia dos avanços da IA. O grande desafio é identificar sinais precoces da doença, uma vez que sintomas iniciais como lapsos de memória e dificuldades de linguagem podem ser confundidos com o envelhecimento natural. A IA contribui significativamente nesse sentido ao integrar informações de exames de imagem cerebral, dados genéticos e históricos clínicos.

A utilização de algoritmos de *deep learning* para analisar imagens de ressonância magnética e tomografia por emissão de pósitrons (PET) tem permitido a detecção de padrões sutis de degeneração cerebral que antecedem os sintomas clínicos da Doença de Alzheimer, o que antecede a manifestação clínica dos sintomas (Shanmugavadivel et al., 2023; Elgalb, 2024). Além disso, a análise da fala tem emergido como um biomarcador promissor para o diagnóstico precoce da DA. Sistemas de IA que utilizam a técnica de Processamento de Linguagem Natural (*Natural Language Processing – NLP*) analisam com elevada precisão aspectos como entonação, ritmo e escolha de palavras, os quais sofrem alterações nas fases iniciais da doença (Ding et al., 2024).

O NLP, área da IA dedicada à compreensão e processamento da linguagem humana por sistemas computacionais, permite a análise de discursos espontâneos, identificando padrões linguísticos sutis relacionados ao declínio cognitivo. Esse processo tem sido complementado pelo uso de ferramentas de Reconhecimento Automático de Fala (*Automatic Speech Recognition – ASR*), que transcrevem automaticamente a fala dos pacientes. Dessa forma, a fala espontânea pode ser convertida em texto com rapidez e sem a necessidade de procedimentos invasivos, o que facilita o monitoramento contínuo de possíveis alterações cognitivas (Ding et al., 2024).

Além disso, modelos linguísticos avançados, como o BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*), têm sido empregados para interpretar o significado das palavras dentro de seu contexto, possibilitando a detecção de anomalias de coerência e fluência típicas dos estágios iniciais da DA. Estudos recentes demonstram que a aplicação desses modelos tem alcançado índices de precisão superiores a 85% em algumas amostras analisadas (Ding et al., 2024).

Outro aspecto relevante é o uso de bancos de dados padronizados, como os desafios ADReSS e ADReSSo, que oferecem conjuntos de dados validados para o treinamento e teste de modelos de IA. Esses bancos promovem maior comparabilidade entre os estudos e aumentam a reprodutibilidade dos resultados (Shanmugavadivel *et al.*, 2023).

Entretanto, conforme apontam Shanmugavadivel *et al.* (2023), Ding *et al.* (2024), Mugisha (2024) e Cabral *et al.* (2025), a aplicação clínica ampla dessas tecnologias ainda enfrenta obstáculos importantes, incluindo a falta de diversidade nos dados utilizados para treinamento, a presença de vieses nos algoritmos e as dificuldades em explicar os resultados obtidos, sobretudo nos modelos baseados em *deep learning*.

AVANÇOS NO DIAGNÓSTICO DA DOENÇA DE PARKINSON COM IA

Um dos grandes desafios no tratamento DP é o diagnóstico precoce, já que os sintomas só se tornam evidentes em estágios mais avançados. A IA tem se mostrado uma ferramenta promissora para superar essa limitação. Pesquisadores têm utilizado algoritmos de aprendizado de máquina *machine learning* para analisar dados clínicos, padrões de fala, escrita e até mesmo a forma como a pessoa caminha. Essas informações, quando processadas por modelos computacionais, podem indicar sinais sutis da doença ainda não perceptíveis clinicamente (Ibrahim; Mohammed, 2024).

Avanços significativos também têm ocorrido no campo da genômica, especialmente na análise de biomarcadores genéticos e moleculares, por meio de métodos como o *Weighted Gene Co-expression Network Analysis* (WGCNA). Essa técnica avalia a expressão de grupos de genes que atuam em conjunto, permitindo identificar padrões genéticos que se associam à progressão da DP. Com isso, é possível reconhecer variações genômicas ligadas a diferentes formas de manifestação da doença, contribuindo não apenas para o diagnóstico precoce, mas também para a estratificação dos pacientes em subgrupos com características clínicas semelhantes (Ibrahim; Mohammed, 2024).

Além disso, outro método utilizado envolve os Sistemas de Diagnóstico Assistido por Computador (*Computer-Aided Diagnosis – CAD*). Esses sistemas utilizam modelos de IA para integrar e interpretar dados oriundos de diferentes fontes, como exames de imagem, resultados laboratoriais, histórico clínico e perfis genéticos, e oferecem suporte à decisão médica ao sugerir possíveis diagnósticos com base nos padrões aprendidos. Dessa forma, os CADs atuam como ferramentas complementares, reduzindo a variabilidade diagnóstica entre profissionais e tornando o processo mais ágil e preciso (Henrique *et al.*, 2025).

Técnicas avançadas, como as CNNs, tradicionalmente utilizadas na análise de imagens médicas, também vêm sendo aplicadas ao diagnóstico da DP. Essas redes têm a capacidade de identificar alterações morfológicas cerebrais muitas vezes imperceptíveis à observação humana, como pequenas áreas de atrofia ou modificações na densidade de estruturas neurais. Aplicadas à ressonância magnética, por exemplo, as CNNs permitem a detecção precoce de sinais visuais típicos da degeneração dopaminérgica, mesmo antes da manifestação evidente dos sintomas motores (Henrique *et al.*, 2025).

Além das CNNs, os modelos conhecidos como *Support Vector Machines* (SVMs), são amplamente utilizados para classificação de dados clínicos e diferenciação entre a DP e outras condições neurológicas com sintomas semelhantes, como parkinsonismo atípico. As SVMs operam construindo fronteiras matemáticas que separam categorias de dados com base em suas características mais relevantes, e por isso são úteis tanto para o diagnóstico diferencial quanto para a determinação do estágio clínico da doença. Quando combinadas com a análise de biomarcadores genéticos e moleculares, essas técnicas oferecem uma visão mais completa e personalizada do quadro de cada paciente (Ibrahim; Mohammed, 2024).

Apesar dos resultados promissores, os estudos ainda apontam para a necessidade de validações mais amplas e padronizadas. Segundo Ibrahim e Mohammed (2024), muitos modelos funcionam bem em ambientes controlados, mas enfrentam dificuldades ao serem aplicados em contextos clínicos reais, com pacientes diversos.

CONCLUSÃO

A Doença de Alzheimer e a Doença de Parkinson demandam estratégias eficazes de detecção precoce, já que seus sintomas surgem tardiamente e são de origem neurodegenerativa progressiva, com grande impacto funcional e social. A inteligência artificial tem avançado significativamente nesse contexto, oferecendo apoio promissor ao diagnóstico médico. No entanto, seu uso ainda enfrenta barreiras como a falta de aplicabilidade dos algoritmos, o viés nos dados utilizados e a necessidade de validação em contextos clínicos reais. Por isso, embora promissora, a aplicação ampla da IA na medicina exige cautela, rigor científico e regulamentações adequadas para garantir segurança e equidade no cuidado ao paciente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R. M. *et al.* Alzheimer's disease in Brazil: an epidemiological analysis between 2013 and 2022. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. e29412240345, 2023.

ASSIS, A. C. *et al.* Use of algorithms for early diagnosis of Alzheimer's, Parkinson's and multiple sclerosis. **Lumen Et Virtus**, [S. l.], v. 15, n. 43, p. 9060–9069, 2024.

BHATIA, S. *et al.* Mitochondrial Dysfunction in Alzheimer's Disease: Opportunities for Drug Development. **Curr Neuroparmacol.**, v. 20, n. 4, p.675–692, 2022.

BLENNOW, K.; ZETTERBERG, H. Biomarkers for Alzheimer's disease: Current status and prospects for the future. **Journal of Internal Medicine**, v. 284, n. 6, p. 643-663, 2025.

BLOEM, B. R.; OKUN, M. S.; KLEIN, C. Parkinson's disease. **The Lancet**, v. 397, n. 10291, p. 2284-2303, 2021.

BRAAK, H.; BRAAK, E. Neuropathological staging of Alzheimer-related changes. **Acta Neuropathologica**, v. 82, n. 4, p. 239-259, 1991.

BRAGA, T. M. *et al.* O uso de inteligência artificial na interpretação de exames médicos. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. e70932, 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Portaria Conjunta nº 10, de 31 de outubro de 2017. **Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas - Doença de Parkinson**. Diário Oficial da União, 2017.

BRESSMAN, S., SAUNDERS-PULLMAN, R. When to start Levodopa Therapy for Parkinson's Disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 380, n. 4, p. 380-389, 2019.

CABRAL, B. P. *et al.* Future use of AI in diagnostic medicine: 2-wave cross-sectional survey study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 27, p. e53892–e53892, fev. 2025.

CABREIRA, V.; MASSANO, J. Doença de Parkinson: Revisão clínica e atualização. **Acta Médica Portuguesa**, v. 32, n. 10, p. 661-670, 2022.

CACABELOS, R. Parkinson's Disease: From pathogenesis to pharmacogenomics. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 3, p. 551, 2023.

DING, K. *et al.* Speech based detection of Alzheimer's disease: a survey of AI techniques, datasets and challenges. **Artificial Intelligence Review**, v. 57, n. 12, out. 2024.

ELGALB, A. AI for early disease detection: developing models for early diagnosis of diseases like cancer or Alzheimer's using biomarkers and imaging data. **Journal of AI-Powered Medical Innovations**, v. 3, n. 1, p. 1–24, 2024.

FERRAZ, R. T. B, *et al.* Descrição do perfil epidemiológico por doença de Parkinson entre 2021 e 2023. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 9, p. 321–332, 2024.

FROTA, N. A. F.; PARMERA, J. B. Declínio Cognitivo e Parkinsonismo: Diagnósticos Diferenciais. **SECAD**, v. 2, p. 1-152, 2021.

GITLER, A. D.; DHAWAN, D.; SHORTER, J. Neurodegenerative disease: models, mechanisms, and a new hope. **Disease Models & Mechanisms**, v. 13, n. 5, 2020.

GREENBERG, D. A.; AMINOFF, M. J.; SIMON, R. P. **Neurologia clínica**. 8. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2014.

HENRIQUE, E. *et al.* O uso da inteligência artificial na Doença de Parkinson. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 1, p. e7214148011–e7214148011, jan. 2025.

IBRAHIM, A. M.; MOHAMMED M. A. A Comprehensive Review on Advancements in Artificial Intelligence Approaches and Future Perspectives for Early Diagnosis of Parkinson's Disease. **International Journal of Mathematics, Statistics, and Computer Science**, v. 2, p. 173–182, 26 jan. 2024.

KURVITS, L., *et al.* Transcriptomic Profiles in Parkinson's Disease. **Experimental Biology and Medicine**, v. 246, n. 5, p. 584–595, 2021.

LONG, J. M., HOLTZMAN, D. M. Alzheimer Disease: An Update on Pathobiology and Treatment Strategies, **Cell**, v. 179, n. 2, p. 312-339, 2022.

MARQUES, Y. S. *et al.* Doença de Alzheimer na pessoa idosa/família: Potencialidades, fragilidades e estratégias. **Cogitare Enfermagem**, v. 27, p. e80169, 2022.

McKHANN, G. M. *et al.* The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. **Alzheimer's & Dementia**, v. 7, n. 3, p. 263-269, 2020.

MEHTA, A.; SMITH, T. Machine learning in neurodegenerative diseases. **Journal of Neurology**, v. 269, n. 8, p. 2023-2035, 2023.

MUGISHA, Emmanuel K. AI-powered diagnostics: revolutionizing early disease detection. **Journal of AI in Medicine**, v. 4, n. 3, p. 11–14, 2 nov. 2024.

PAZ, E. G. *et al.* Doenças neurodegenerativas em adultos e idosos: um estudo epidemiológico descritivo. **Revista Neurociências**, v.29, p.1-9, 2021.

PINHEIRO, J. E. S.; BARBOSA, M. T. Doença de Parkinson e outros distúrbios do movimento em idosos. In: FREITAS, E. V. *et al.* (Org.). **Tratado de geriatria e gerontologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.

POSTUMA, R. B. *et al.* MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 30, n. 12, p. 1591-1601, 2021.

RAMESH, A. *et al.* Artificial intelligence in medicine. **Annals of The Royal College of Surgeons of England**, v. 86, n. 5, p. 334–338, set. 2004.

RIBEIRO, M. P. *et al.* Doença de Alzheimer, avanços na fisiopatologia, diagnóstico e perspectivas terapêuticas. **Brazilian Journal of Health Review**, 2024.

RUIZ, J. *et al.* Inteligência artificial na neurologia: como a IA está transformando o diagnóstico da esclerose múltipla. **Medcetera**, 2024.

SCHELTS, P. *et al.* Alzheimer's disease. **The Lancet**, London, v. 397, n. 10284, p. 1577–1590, 2021.

SHANMUGAVADIVEL, K. *et al.* Advancements in computer-assisted diagnosis of Alzheimer's disease: a comprehensive survey of neuroimaging methods and AI techniques for early detection. **Ageing Research Reviews**, v. 91, p. 102072, nov. 2023.

SHENG, M. *et al.* The synaptic hypothesis of Alzheimer's disease. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 13, n. 4, p. 239-248, 2020.

SILVA, A. B. G. *et al.* Doença de Parkinson: revisão de literatura / Parkinson's Disease: literature review. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 47677–47698, 2021.

TRENTIN, S. *et al.* Fisiopatologia da Doença de Parkinson: Principal fator associado ao desenvolvimento da Doença de Parkinson em adultos jovens. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, e3112322, 2022.

VOS, T. *et al.* Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet**, [s. l.], v. 396, n. 10258, p. 1204–1222, 2020.

WILLIS, A. W. *et al.* Incidence of Parkinson disease in North America. **npj Parkinsons Disease**, v. 8, p. 170, 2022.

ZLOKOVIC, B. V. Neurovascular pathways to neurodegeneration in Alzheimer's disease. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 12, n. 12, p. 723-738, 2024.



CAPÍTULO 7

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TELEMEDICINA: O FUTURO DO ATENDIMENTO MÉDICO A DISTÂNCIA

Jakeline Alves Rosa Julião

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

Ana Clara Sena Pires Oliveira

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

Ana Clara Souza Magalhães

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

Maria Eduarda Alves Boreli

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

Maria Eduarda Furtado Silva

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.

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

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

INTRODUÇÃO

A telemedicina e a inteligência artificial (IA) têm desempenhado papéis cada vez mais relevantes na transformação do setor de saúde no Brasil. A pandemia de COVID-19 acelerou esse processo, evidenciando a necessidade de modelos de atendimento mais flexíveis, resolutivos e acessíveis. Segundo dados apresentados pela Saúde Digital Brasil, entre 2020 e 2021, foram registrados mais de 10,2 milhões de atendimentos por teleconsulta no país; em 2022, a média mensal de atendimentos à distância triplicou, alcançando 1,4 milhão de sessões (Manzini, 2024).

Atualmente, a telemedicina é impulsionada por inovações em IA, que ampliam as possibilidades do atendimento remoto por meio de algoritmos para análise clínica, sistemas preditivos e suporte automatizado ao paciente. Tais avanços têm contribuído não apenas para maior agilidade nos processos assistenciais, mas também para uma abordagem mais personalizada, preventiva e eficiente no cuidado à saúde (Life Laudos, 2023).

Ademais, a IA destaca-se por sua capacidade de antecipar complicações clínicas, interpretar grandes volumes de dados médicos com precisão e apoiar decisões clínicas baseadas em evidências. Esse potencial vem transformando o modelo tradicional de atendimento, promovendo um serviço mais dinâmico, seguro e centrado no paciente (Revista Visão Hospitalar, 2024).

Apesar dos avanços, desafios importantes ainda persistem. A carência de infraestrutura tecnológica em áreas remotas e a necessidade de capacitação contínua dos profissionais da saúde são barreiras a serem superadas para que se garanta a equidade no acesso aos serviços digitais (Santos Filho *et al.*, 2023).

Este capítulo explora as interseções entre IA e telemedicina, analisando suas aplicações contemporâneas, os benefícios alcançados, as limitações enfrentadas e os dilemas éticos envolvidos. Ao compreender essa convergência tecnológica, vislumbra-se um futuro em que o atendimento médico se torne mais eficiente, acessível e verdadeiramente centrado no paciente.

A TELEMEDICINA COMO PONTO DE PARTIDA

A telemedicina, conforme definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), é a prestação de serviços de saúde à distância por meio de tecnologias da informação e comunicação. Essa prática consolidou-se como uma ferramenta essencial no cenário da saúde brasileira, especialmente diante dos desafios impostos pela pandemia de COVID-19. Inicialmente adotada como medida emergencial, sua eficácia e abrangência demonstraram que essa modalidade de atendimento veio para permanecer.

Em 2022, a prática da telemedicina foi regulamentada no Brasil por meio da Lei nº 14.510, que autorizou e disciplinou a telessaúde em todo o território nacional (Brasil, 2022). Essa regulamentação impulsionou significativamente o número de atendimentos remotos: entre 2020 e o final de 2022, foram realizadas cerca de 11 milhões de consultas por telemedicina. Em 2023, esse número ultrapassou os 30 milhões, representando um aumento de aproximadamente 172% (Valente, V *et al.*, 2023).

Além do aumento no número de atendimentos, houve uma expressiva expansão da infraestrutura tecnológica nos serviços públicos de saúde. Em 2022, aproximadamente 97% das Unidades Básicas de Saúde (UBS) já contavam com computadores e acesso à internet, facilitando a implementação e a continuidade da telemedicina (Cetic, 2022).

A adoção da telemedicina também promoveu maior equidade no acesso à saúde, principalmente em regiões remotas ou com escassez de profissionais médicos. A viabilidade das consultas à distância reduziu barreiras geográficas e possibilitou atendimento médico a populações anteriormente desassistidas (Ziegler, 2024).

Portanto, a telemedicina consolidou-se como um elemento-chave na transformação digital da saúde no Brasil, com potencial para ampliar o acesso, melhorar a eficiência e elevar a qualidade do atendimento médico em diferentes contextos do país.

O PAPEL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CONTEXTO DA TELEMEDICINA

A Inteligência Artificial (IA) se estabeleceu como uma das tecnologias mais transformadoras na saúde, especialmente impulsionando a telemedicina. Sua aplicação expande as capacidades do atendimento médico a distância, acelerando diagnósticos e os tornando mais precisos, otimizando o monitoramento remoto de pacientes e oferecendo suporte à decisão clínica baseado em dados. Ao combinar algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, a IA permite personalizar os cuidados de saúde. Isso diminui a necessidade de deslocamentos e universaliza o acesso a serviços especializados, principalmente em áreas com escassez de cobertura médica.

Estudos recentes destacam a contribuição da IA em diversas frentes dentro da telemedicina. Entre elas, destaca-se a capacidade de realizar triagens eficientes por meio da análise automatizada de exames de imagem. Uma pesquisa conduzida no Paraguai, demonstrou que a IA aplicada à interpretação de tomografias computadorizadas de tórax alcançou 93% de sensibilidade e 80% de especificidade para triagem de pacientes com COVID-19, viabilizando o uso da tecnologia em plataformas públicas de telemedicina com resultados promissores para situações emergenciais e escassez de infraestrutura diagnóstica tradicional (Galván *et al.*, 2022).

Além disso, sistemas de monitoramento equipados com agentes inteligentes vêm sendo utilizados com sucesso no acompanhamento de pacientes com doenças crônicas, como o câncer, proporcionando mais autonomia aos usuários e desafogando a carga dos profissionais de saúde. A adoção de sistemas baseados em IA não apenas melhora a eficiência do cuidado remoto, mas também permite a detecção

precoce de alterações clínicas que requerem intervenção (Evelson *et al.*, 2021). Em outra frente, modelos baseados em deep learning vêm sendo testados com eficácia na previsão de risco de eventos cardiovasculares. Um estudo recente propôs um sistema preditivo de infarto, alcançando 98% de acurácia, com potencial para ser incorporado a portais de telemedicina, eliminando etapas burocráticas do atendimento tradicional (Badola *et al.*, 2024).

A IA também vem sendo aplicada na formulação de planos terapêuticos personalizados, ajustados a partir da análise de dados clínicos e comportamentais dos pacientes. Essa personalização torna o tratamento mais eficaz e pode reduzir eventos adversos, uma vez que considera as particularidades de cada indivíduo. Isso é possível graças ao avanço de técnicas de análise preditiva, como processamento de linguagem natural e sistemas de suporte à decisão clínica, que se tornam aliados poderosos do médico na prática a distância (Patel, 2023).

Contudo, apesar dos avanços tecnológicos, o uso da IA na telemedicina ainda enfrenta desafios éticos e jurídicos significativos. Há preocupações relacionadas à proteção de dados sensíveis, à responsabilização por decisões automatizadas e à obtenção de consentimento informado, especialmente quando se trata de grupos vulneráveis, como idosos, crianças e pacientes gravemente enfermos. A literatura jurídica aponta que a utilização de sistemas de aprendizado contínuo pode representar um risco adicional, pois esses algoritmos podem alterar seu comportamento sem supervisão constante, o que exige atenção redobrada quanto à transparência e à regulação do seu uso (Nobile, 2023).

Dessa forma, a integração da Inteligência Artificial na telemedicina representa uma mudança paradigmática no modo como os cuidados em saúde são concebidos e oferecidos. Ao mesmo tempo em que amplia o alcance e a eficiência do atendimento médico, essa transformação exige uma reflexão profunda sobre os aspectos éticos, técnicos e legais que garantam a segurança e a equidade no uso dessas tecnologias emergentes.

BENEFÍCIOS E AVANÇOS DA TELEMEDICINA

A Inteligência Artificial (IA) tem se consolidado como uma das principais tecnologias disruptivas no campo da saúde, particularmente no avanço da telemedicina. Sua aplicação amplia as possibilidades de atendimento médico a distância, promovendo diagnósticos mais rápidos e precisos, monitoramento remoto de pacientes e suporte à decisão clínica baseado em dados. Ao integrar algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, a IA permite a personalização dos cuidados de saúde, reduzindo a necessidade de deslocamentos e democratizando o acesso a serviços especializados, especialmente em regiões com baixa cobertura médica (Oliveira, 2023).

O crescimento da telemedicina, intensificado durante a pandemia de Covid-19, evidenciou a necessidade de integrar tecnologias digitais na saúde. Plataformas online passaram a oferecer desde teleconsultas até telemonitoramento de pacientes crônicos, permitindo o acompanhamento contínuo por meio de dispositivos conectados à Internet das Coisas Médicas (IoMT). Com isso, pacientes podem ser assistidos em tempo real, evitando deslocamentos e reduzindo a sobrecarga dos sistemas de saúde presenciais (Tiné, 2024). A IA, nesse cenário, atua não apenas no diagnóstico, mas também na prevenção e intervenção precoce. Dados de dispositivos vestíveis e sensores remotos são processados automaticamente, gerando alertas sobre alterações clínicas relevantes. Assim, a IA e a telemedicina caminham juntas para democratizar o acesso à saúde e oferecer cuidados mais precisos e preventivos (Azevedo, 2025).

A tendência é que, no futuro próximo, as consultas online evoluam para experiências ainda mais interativas e imersivas. Tecnologias como realidade aumentada e o metaverso permitirão interações tridimensionais entre médico e paciente, simulando o ambiente de um consultório físico. Nesses ambientes virtuais, o profissional poderá realizar simulações clínicas, enquanto o paciente participa ativamente do processo. Além disso, a IA será capaz de interpretar emoções e comportamentos durante a consulta, contribuindo para diagnósticos mais humanizados (Tiné, 2024). Essa abordagem ampliará o conceito de “presença digital”, criando uma conexão mais empática e eficaz entre os envolvidos. Ao unir tecnologia e sensibilidade humana, a saúde digital caminha para um modelo mais integrado, centrado na experiência do paciente.

Apesar dos avanços, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios importantes. Barreiras como a falta de infraestrutura digital, a escassez de capacitação profissional e a resistência cultural à mudança limitam a adoção plena da IA na telemedicina. É fundamental investir em educação digital para profissionais da saúde, bem como na criação de políticas públicas que garantam o acesso equitativo a essas inovações (Tiné, 2024). A interoperabilidade entre sistemas também é uma questão crítica, pois a integração de dados entre diferentes plataformas é essencial para a eficácia dos serviços. Além disso, a segurança da informação e a proteção de dados dos pacientes devem ser prioridades, assegurando confiança no uso das novas tecnologias. O sucesso da saúde digital depende do equilíbrio entre inovação, ética e inclusão social (Azevedo, 2025).

DESAFIOS E BARREIRAS DA IMPLANTAÇÃO DA TELEMEDICINA

A incorporação da inteligência artificial (IA) na telemedicina representa uma transformação significativa na prática clínica, prometendo avanços em diagnóstico, monitoramento remoto e personalização do cuidado. No entanto, sua implementação enfrenta desafios técnicos, éticos, sociais e regulatórios que exigem atenção cuidadosa.

Um dos principais obstáculos é a qualidade e interoperabilidade dos dados. Modelos de IA, especialmente os baseados em aprendizado de máquina, dependem da disponibilidade de grandes volumes de dados clínicos bem estruturados e representativos. Contudo, a realidade dos sistemas de saúde é marcada por dados fragmentados, mal padronizados e incompletos, dificultando a construção de modelos robustos e confiáveis (Jayathissa; Hewapathirana, 2023). Além disso, a falta de interoperabilidade entre plataformas de telemedicina e sistemas de prontuário eletrônico limita o fluxo contínuo de informações essenciais para a tomada de decisão automatizada ou assistida (Sadiq *et al.*, 2021).

Essa limitação torna-se evidente em casos clínicos documentados, como o estudo realizado por González-Díaz *et al.* (2020), que avaliaram o desempenho de um algoritmo de IA em um serviço de teledermatologia. Nesta pesquisa, pacientes enviaram imagens de lesões cutâneas por meio de dispositivos móveis, e os resultados mostraram que a precisão diagnóstica da IA foi inferior à dos dermatologistas humanos. A qualidade da imagem impactou fortemente o desempenho do algoritmo, sendo que imagens de qualidade média resultaram em uma queda significativa de acurácia. Enquanto os dermatologistas mantiveram desempenho estável independentemente da qualidade da imagem, a IA apresentou precisão top-1 de apenas 18,6% para imagens de qualidade inferior, contra 44,4% em imagens de boa qualidade. Esse caso ilustra não apenas a dependência dos algoritmos em dados bem estruturados, mas também os riscos associados à sua utilização autônoma sem revisão clínica humana.

Do ponto de vista ético, surgem preocupações relativas à privacidade, segurança e consentimento informado no uso de dados sensíveis. A utilização de IA em ambientes clínicos virtuais demanda altos níveis de proteção de dados pessoais, sendo qualquer falha potencialmente lesiva à confidencialidade do paciente e à confiança pública no sistema. Adicionalmente, a transparência quanto aos processos algorítmicos e à utilização das informações coletadas ainda carece de diretrizes consolidadas, dificultando a promoção de práticas éticas e informadas (Weiner *et al.*, 2024).

Outro desafio relevante refere-se à questão do viés algorítmico. A partir do momento em que os sistemas de IA são treinados com dados que não refletem adequadamente a diversidade demográfica e clínica da população, há o risco de que suas recomendações repliquem ou acentuem desigualdades já existentes no sistema de saúde (Obermeyer *et al.*, 2019; Locke; Silcox, 2022). Esse fenômeno pode resultar em discriminação indireta, sobretudo contra grupos historicamente marginalizados ou com menor representatividade nas bases de dados utilizadas (Ratwani; Sutton; Galarraga, 2024).

A adesão dos profissionais de saúde à IA também configura uma barreira significativa. Observa-se, em muitos contextos, resistência motivada por incertezas quanto à confiabilidade dos algoritmos, receios sobre a substituição da autonomia clínica e lacunas de formação técnica. A ausência de capacitação adequada para a interpretação crítica das recomendações algorítmicas pode limitar o uso seguro e eficaz dessas ferramentas no cotidiano assistencial (Sadiq *et al.*, 2021).

Por fim, as lacunas regulatórias representam um entrave importante à consolidação da IA na telemedicina. Em diversos países, ainda não há normativas suficientemente claras sobre a responsabilidade legal em situações de erro decorrente de decisões assistidas por algoritmos. Tal indefinição jurídica gera insegurança tanto para desenvolvedores de soluções tecnológicas quanto para os profissionais que as utilizam, dificultando o avanço institucional dessas inovações (Weiner *et al.*, 2024).

Diante desse panorama, é evidente que o desenvolvimento e a implementação responsável da inteligência artificial na telemedicina requerem uma abordagem multidisciplinar, envolvendo engenheiros, profissionais da saúde, especialistas em bioética, juristas e gestores públicos. Somente a partir de um esforço coordenado, pautado na equidade, na segurança e na responsabilidade, será possível mitigar os riscos associados e assegurar que os benefícios da IA sejam plenamente realizados no cuidado em saúde mediado por tecnologias digitais.

O FUTURO DA MEDICINA É HÍBRIDO

Com os avanços da tecnologia digital e da inteligência artificial, surge um novo paradigma na prestação de serviços de saúde: a medicina híbrida. Esse modelo combina o melhor dos atendimentos presenciais com os recursos da telemedicina e das tecnologias digitais, oferecendo uma abordagem mais integrada, eficiente e centrada no paciente (Bellini *et al.*, 2024).

Na medicina híbrida, consultas remotas e presenciais coexistem de forma complementar. Pacientes com quadros clínicos simples ou que necessitam apenas de acompanhamento podem ser atendidos virtualmente, enquanto os casos que exigem exames físicos, procedimentos ou maior complexidade são encaminhados para o atendimento presencial. Esse equilíbrio contribui para a otimização dos recursos do sistema de saúde, reduzindo filas, melhorando o acesso e aumentando a resolutividade dos serviços (Perez *et al.*, 2025).

Além disso, a medicina híbrida promove a continuidade do cuidado. Por meio do uso de plataformas digitais, prontuários eletrônicos e sistemas integrados, é possível manter um acompanhamento longitudinal do paciente, independentemente do canal de atendimento. A Inteligência Artificial, por sua vez, apoia essa jornada ao oferecer insights clínicos baseados em dados, sugerir planos terapêuticos personalizados e monitorar indicadores de saúde em tempo real (Shaik *et al.*, 2023).

O modelo híbrido também favorece a personalização do atendimento, considerando as preferências e necessidades do paciente. Indivíduos podem optar por realizar determinadas etapas do tratamento de forma online, como retornos, orientações nutricionais ou acompanhamento psicológico, e reservar as consultas presenciais para situações que realmente exigem contato físico. Isso confere mais autonomia e conforto ao paciente, ao mesmo tempo em que melhora a produtividade das equipes de saúde (Amjad *et al.*, 2023).

No entanto, para que a medicina híbrida seja efetiva, é necessário investir em infraestrutura, conectividade, interoperabilidade de sistemas e capacitação profissional. A definição de protocolos claros para o encaminhamento entre os diferentes formatos de atendimento também é fundamental para garantir a qualidade e a segurança do cuidado (Bhaskar, 2020).

O futuro da saúde, portanto, não será exclusivamente digital nem totalmente presencial. Ele será híbrido, adaptando-se às necessidades específicas de cada indivíduo e contexto, com o suporte da tecnologia para oferecer um cuidado mais humano, eficiente e sustentável (Triper; Domingo, 2025).

CONCLUSÃO

O futuro das consultas médicas online será cada vez mais inteligente e voltado para o paciente. Com o uso da tecnologia, os tratamentos poderão ser personalizados com base nas características individuais de cada pessoa, tornando-os mais eficazes e menos invasivos. Além disso, ferramentas avançadas permitirão antecipar riscos à saúde, possibilitando intervenções preventivas antes do surgimento dos sintomas. Isso deve trazer mais qualidade e segurança no atendimento.

Outro ponto importante é que a automação das tarefas administrativas facilitará o trabalho dos profissionais de saúde, liberando mais tempo para o cuidado direto com os pacientes. À medida que essas tecnologias evoluem, será essencial garantir que elas sejam usadas de forma ética, acessível e sustentável. Dessa forma, será possível construir um sistema de saúde mais justo, eficiente e capaz de atender melhor a toda a população.

REFERÊNCIAS

AMJAD, A.; KORDEL, P.; FERNANDES, G. A Review on Innovation in Healthcare Sector (Telehealth) through Artificial Intelligence. **Sustainability**, v. 15, n.8, 2023.

AZEVEDO, A. *et al.* Contribuição da pandemia da COVID-19 no avanço da telemedicina. **Revista Brasileira de Ciências Médicas**, v. 1, n. 01, 2025.

BADOLA, A. *et al.* Deep Learning based Frailty Detection in Conjunction with Telemedicine. In: 2024 IEEE **9th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)**. 2024.

BELLINI, V. *et al.* Evolution of Hybrid Intelligence and Its Application in Evidence-Based Medicine: A Review. **Medical Science Monitor**, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12659/MSM.939366>.

BHASKAR, S. *et al.* Designing Futuristic Telemedicine Using Artificial Intelligence and Robotics in the COVID-19 Era. **Frontiers in Public Health**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.556789>.

BRASIL. Lei nº 14.510, de 27 de dezembro de 2022. Dispõe sobre a prática da telessaúde. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, ano 160, n. 245, p. 1, 28 dez. 2022.

CETIC. Pesquisa TIC Saúde 2022. **Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação**. Disponível em: <https://www.cetic.br/pt/pesquisa/saude/indicadores/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

EVELSON, L. *et al.* Telemedicine Monitoring with Artificial Intelligence Elements. **Springer Nature**. 2021.

GALVÁN, P. *et al.* Feasibility of using artificial intelligence for screening COVID-19 patients in Paraguay. **Revista Panamericana de Saúde Pública**, v. 46, 2022.

GONZÁLEZ-DÍAZ, I. *et al.* Performance of a deep neural network in teledermatology: a single-centre prospective diagnostic study. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 34, n. 9, p. 1968–1974, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33037709/>.

JAYATHISSA, P.; HEWAPATHIRANA, R. Enhancing interoperability among health information systems in low- and middle-income countries: a review of challenges and strategies. **arXiv**, 2023.

LIFE LAUDOS. Como a inteligência artificial está revolucionando a telemedicina. **Life Laudos**. 2023. Disponível em: <https://lifelaudos.com.br/como-a-inteligencia-artificial-esta-revolucionando-a-telemedicina/>. Acesso em: 08 maio 2025.

LOCKE, T.; SILCOX, C. Preventing bias and inequities in AI-enabled health tools. **Duke-Margolis Center for Health Policy**, 2022. Disponível em: <https://healthpolicy.duke.edu/publications/preventing-bias-and-inequities-ai-enabled-health-tools>. Acesso em: 24 abr. 2025.

MANZINI, I. Nova fase da telemedicina: atendimentos digitais se consolidam no Brasil. **Futuro da Saúde**, 2024. Disponível em: <https://futurodasaude.com.br/nova-fase-da-telemedicina-brd-einstein>. Acesso em: 24 abr. 2025.

NOBILE, C. G. Legal Aspects of the Use Artificial Intelligence in Telemedicine. **Journal of Digital Technologies and Law**, 2023.

OBERMEYER, Z. *et al.* Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. **Science**, v. 366, n. 6464, p. 447-453, 2019.

OLIVEIRA, A. O impacto da inteligência artificial na melhoria do diagnóstico e tratamento de doenças na área da saúde. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 6, 2024.

PATEL, P. Role of Artificial Intelligence in Telemedicine. **International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology**, 2023.

PEREZ, K. *et al.* Investigation into Application of AI and Telemedicine in Rural Communities: A Systematic Literature Review. **Healthcare** (Basel), v.13, n.3.

RATWANI, R. M.; SUTTON, K.; GALARRAGA, J. E. Addressing AI algorithmic bias in health care. **JAMA**, v. 332, n. 13, p. 1051–1052, 2024.

REVISTA VISÃO HOSPITALAR. Inteligência artificial na saúde: tendências e impactos para 2025. **Revista Visão Hospitalar**. 2024.

SADIQ, S. *et al.* Unlocking patient resistance to AI in healthcare: An emotion-based perspective. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 3232, 2021.

SANTOS FILHO, J. *et al.* Telemedicina e a transformação do atendimento à saúde no pós-pandemia: o futuro da medicina à distância. **Revista Future Trends**, 2023.

SHAIK, T. *et al.* Remote patient monitoring using artificial intelligence: current state, applications, and challenges. **IEEE Reviews in Biomedical Engineering**, 2023.

TINÉ, J. P. Impacto da tecnologia e suas transformações na área da saúde. **Benner**. 2024.

TRIPER, B.; DOMINGO, L. Medicina e inteligencia artificial se alían para prestar una mejor atención al paciente. **El País**, 28 mar. 2025.

VALENTE, V. *et al.* Relatório Anual 2023. **Federação Nacional de Saúde Suplementar**. Disponível em: <https://www.fenasau.de.org.br/relatorio-anual-2023>. Acesso em: 24 abr. 2025.

WEINER, E. B. *et al.* Ethical challenges and evolving strategies in the integration of artificial intelligence into clinical practice. **arXiv**, 2024.

ZIEGLER, M. Telemedicina chegou com a pandemia e veio para ficar, indica estudo. **Agência FAPESP**, 2024. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/telemedicina-chegou-com-a-pandemia-e-veio-para-ficar-indica-estudo/39924>. Acesso em: 24 abr. 2025.



C A P Í T U L O 8

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ATENDIMENTO CLÍNICO: FAVORECENDO A ANAMNESE E CONTRIBUINDO PARA A HUMANIZAÇÃO DA PRÁTICA MÉDICA

Clarissa Alves de Araújo

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

Danyane Simão Gomes

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

Emanuelle Rosário Brito Durães

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

Júnia Marise Ramos

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

Larissa Pereira Rocha Signorelli

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

Alanna Simão Gomes Saturnino

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

O primeiro contato entre médico e paciente ocorre durante a anamnese, o que torna este momento essencial durante uma consulta. É neste instante, que o paciente precisa sentir-se acolhido e, para isso, o profissional deve realizar uma escuta ativa, a fim de identificar a sua queixa principal, as características sociodemográficas/culturais e o perfil característico dos quadros apresentados (Pereira *et al.*, 2023).

A relação médico-paciente depende de ambas as partes, de forma que a troca de informações entre elas ocorra de forma clara, objetiva e humanizada. O cuidado não deve restringir-se somente às queixas principais, mas é fundamental que o profissional faça uma história clínica reflexiva, no sentido de compreender e respeitar o paciente como pessoa (Bucker *et al.*, 2018).

Com o recente avanço tecnológico, recursos diagnósticos e de avaliação tornam-se aliados do médico durante a consulta, o que pode facilitar o acolhimento e a atenção destinada ao paciente, trazendo maior qualidade ao atendimento. Esta maior interação promove o bem-estar do paciente e do profissional de saúde e favorece a coleta de informações, o que consequentemente, leva a um diagnóstico mais rápido e certo (Gonçalves *et al.*, 2016).

A Inteligência Artificial (IA) está sendo cada vez mais utilizada na saúde, com a promessa de melhorar a precisão diagnóstica. Além disso, ela pode auxiliar na redução de custos de rastreio de doenças e melhorar a sensibilidade e especificidade de diagnósticos. Nesse contexto, a IA já foi implementada em alguns métodos diagnósticos como, por exemplo, raio-X, eletroencefalograma (ECG), histopatológico, entre outros (Aro *et al.*, 2023).

Ela também pode ser uma importante aliada na otimização de processos clínicos, como a anamnese, contribuindo para um atendimento mais eficiente e personalizado (Silva *et al.*, 2020). A IA mostra-se benéfica durante a anamnese ao promover a oportunidade de uma maior interação entre profissional-paciente, já que oportuniza a escuta ativa e a interação entre estes dois sujeitos, possibilitando uma maior humanização do cuidado. Ao oportunizar esta maior interação entre o profissional e o paciente, o médico não foca somente no caráter biomédico da enfermidade, mas se atenta ao comportamento, anseios, sentimentos e percepções que o paciente tem acerca de sua condição (Wagstaff; Fernandes, 2024).

No entanto, sua aplicação nesse contexto também levanta importantes questões éticas, especialmente em relação à privacidade dos dados, à transparência dos algoritmos e ao risco de desumanização do cuidado. A introdução da IA na anamnese exige atenção redobrada para que a tecnologia complemente — e não substitua — a escuta sensível e o julgamento clínico do médico (Elias *et al.*, 2023).

A utilização de IA para aprimorar a anamnese pode resultar em uma triagem mais eficaz, reduzindo erros humanos e aumentando a assertividade na identificação de condições médicas (Pereira *et al.*, 2021). Esta ferramenta no atendimento clínico pode contribuir para a humanização da prática médica ao automatizar tarefas repetitivas e diminuir a carga de trabalho administrativo. Com isso, os médicos podem dedicar mais tempo à interação com os pacientes, promovendo uma abordagem mais empática e centrada no ser humano. Isso é particularmente importante em um contexto em que o tempo escasso e a sobrecarga de trabalho podem prejudicar a qualidade da relação médico-paciente (Costa; Ferreira; Oliveira, 2022).

Assim, a IA favorece o cuidado centrado na pessoa, de modo que o médico esteja mais disponível ao paciente, facilitando a identificação de campos subjetivos, emocionais e cognitivos, importantes durante uma anamnese. Este cuidado torna a clínica mais eficiente, além de criar maior satisfação e adesão ao tratamento (Bucker *et al.*, 2018).

Desta forma, com o potencial de melhorar a qualidade da anamnese e contribuir para uma prática médica mais humanizada, a IA tem se mostrado uma ferramenta promissora no avanço da medicina. No entanto, para garantir que seus benefícios sejam plenamente alcançados, é necessário um equilíbrio entre tecnologia e a preservação dos valores humanos na prática clínica (Almeida *et al.*, 2024).

HUMANIZAÇÃO DO ATENDIMENTO MÉDICO

A humanização no cuidado médico representa um pilar essencial para o fortalecimento da relação entre profissionais de saúde e pacientes. Essa abordagem busca desenvolver interações mais empáticas e colaborativas, favorecendo a construção da relação médico-paciente. Nesse modelo, a pessoa enferma é compreendida como um ser humano integral, cujas dimensões físicas, emocionais e sociais devem ser reconhecidas e respeitadas. Essa perspectiva amplia o papel do paciente, permitindo sua participação ativa nas decisões relativas ao seu processo de cuidado, o que contribui diretamente para sua autonomia e bem-estar (Ovando; Bourlegat; Pavon, 2023).

Em continuidade a essa perspectiva, a interdisciplinaridade surge como um elemento indispensável, ao integrar saberes da bioética e da humanização no cuidado. Tal integração é essencial para romper com o modelo biomédico tradicional, muitas vezes pautado pelo tecnicismo, que tende a negligenciar a complexidade e a integralidade do ser humano (Albuquerque, 2015).

Diante dessa realidade, evidencia-se a importância de políticas públicas e institucionais voltadas à formação humanista dos profissionais da saúde. É fundamental investir em uma educação que priorize a escuta qualificada, o acolhimento e o respeito às subjetividades, assegurando um cuidado centrado na pessoa. Isso favorece o estabelecimento de vínculos terapêuticos sólidos e contribui para a construção de uma prática clínica mais ética e responsiva às necessidades reais dos indivíduos (Sousa *et al.*, 2024).

No campo dos resultados clínicos, especialmente no enfrentamento de transtornos de ansiedade, a humanização também se revela por meio da adoção de metodologias como o Método Clínico Centrado no Paciente (MCCP). Essa abordagem enfatiza a colaboração e a empatia na relação médico-paciente, proporcionando um ambiente de cuidado mais acolhedor e seguro. Estudos demonstram que práticas centradas na comunicação eficaz e na escuta ativa, elementos centrais do MCCP, têm impacto direto na adesão ao tratamento e na satisfação dos usuários dos serviços de saúde, reforçando a eficácia da humanização no processo terapêutico (Benigno *et al.*, 2025).

A aplicação de estratégias humanizadoras no ambiente hospitalar tem mostrado resultados significativos, como revela a revisão integrativa realizada por Ferreira *et al.* (2021). O estudo destaca diversas intervenções bem-sucedidas, como a contação de histórias, brinquedotecas, terapias assistidas por animais, presença de palhaços e atividades musicais, especialmente em unidades pediátricas. Essas ações contribuem para o bem-estar emocional dos enfermos, promovem maior interação entre as equipes de saúde e os usuários, e criam um ambiente hospitalar mais acolhedor. Além disso, iniciativas como oficinas de sensibilização e a escuta das preferências dos pacientes em relação ao espaço físico do hospital demonstram o valor de uma abordagem participativa e adaptada à realidade dos usuários (Ferreira *et al.*, 2021).

Nesse cenário, a Política Nacional de Humanização (PNH), instituída pelo Ministério da Saúde, estabelece diretrizes fundamentais para integrar princípios éticos e participativos na atenção e gestão dos serviços do Sistema Único de Saúde (SUS). A PNH promove a valorização da autonomia dos sujeitos, a corresponsabilidade no cuidado e o fortalecimento dos vínculos humanos nas práticas de saúde. No entanto, ainda persistem desafios em sua implementação, como a escassa participação dos profissionais nas decisões institucionais e a falta de investimentos contínuos em educação permanente. Superar essas barreiras exige o comprometimento dos gestores, a escuta ativa dos trabalhadores e usuários e a construção coletiva de práticas que respeitem as especificidades de cada instituição, garantindo um cuidado mais ético, resolutivo e humanizado (Ferreira *et al.*, 2021).

Paralelamente, Norberto e Rago (2024) demonstra que as inovações em saúde digital – impulsionadas, em grande parte, pela rápida expansão das Tecnologias da Informação e Comunicação durante a pandemia de COVID-19 – têm potencial para transformar a experiência do cuidado. Por meio de uma revisão da literatura, os autores identificaram quatro modelos de ferramentas digitais, como plataformas de telessaúde, sistemas de apoio à decisão e aplicativos móveis, que facilitam o acesso à informação, a comunicação entre profissionais e usuários, e promovem o compartilhamento de responsabilidades. Essa integração tecnológica contribui para uma prática assistencial mais empática, aumentando a autonomia dos pacientes, a adesão aos tratamentos e, conseqüentemente, os resultados clínicos (Norberto; Rago, 2024).

ANAMNESE

A anamnese é uma das etapas mais importantes no processo de atendimento médico, considerada a principal ferramenta para a coleta de informações sobre a saúde do paciente. Ela consiste em uma entrevista estruturada, em que o médico busca compreender o histórico do paciente, suas queixas atuais - início, evolução e característica; condições pré-existentes - doenças prévias, cirurgias, medicamentos de uso contínuo e alergias; fatores de risco e outros aspectos que possam influenciar

no diagnóstico e no tratamento. Por meio da anamnese, o médico consegue formar um quadro clínico detalhado, possibilitando a identificação de doenças ou condições que possam afetar a saúde do paciente, bem como direcionar as etapas seguintes do atendimento, como exames complementares e terapias (Yehia *et al.*, 2024).

Outra parte fundamental da anamnese é a investigação dos antecedentes familiares, já que certas condições podem ser hereditárias ou mais prevalentes em algumas famílias. A anamnese também aborda os hábitos de vida do paciente, como alimentação, prática de atividades físicas, consumo de substâncias como álcool, tabaco ou drogas, e aspectos psicossociais que possam influenciar o quadro clínico (Aro *et al.*, 2023). A revisão de sistemas, outra importante etapa da anamnese, garante que nenhum sintoma relevante seja negligenciado, mesmo que não esteja diretamente relacionado à queixa principal do paciente, permitindo uma abordagem mais abrangente que pode ajudar a identificar condições subjacentes. Essa etapa da anamnese é frequentemente associada a uma maior precisão no diagnóstico (Oliveira; Rocha; Alavarase, 2024).

A anamnese, portanto, não se limita a uma simples coleta de dados clínicos, mas a uma oportunidade para estabelecer uma comunicação eficaz entre médico e paciente. A empatia, a escuta ativa e a capacidade de criar um ambiente de confiança são essenciais para que o paciente se sinta à vontade para compartilhar informações importantes. A qualidade da anamnese está diretamente relacionada à precisão do diagnóstico e ao sucesso do tratamento, já que ela fornece as bases para a formulação de hipóteses diagnósticas e a escolha dos exames e das intervenções adequados, possibilitando acompanhamento eficiente (Yehia *et al.*, 2024).

Contudo, ela também enfrenta desafios, como a limitação de tempo nas consultas médicas, especialmente em sistemas de saúde com alta demanda, o que pode comprometer a coleta detalhada de informações. Além disso, barreiras de comunicação, como dificuldades na linguagem, falta de confiança do paciente ou fatores culturais, podem impactar a qualidade dessa prática e, consequentemente, o diagnóstico final. A habilidade do médico em superar esses desafios, mantendo uma abordagem empática e sistemática, é crucial para o sucesso dessa etapa no atendimento médico (Yehia *et al.*, 2024).

Em suma, a anamnese é uma ferramenta indispensável para o diagnóstico e tratamento médico fundamental na prática clínica por fornecer a base para o desenvolvimento do raciocínio clínico (Brites *et al.*, 2023). Ela fornece informações cruciais sobre o paciente criando um espaço de diálogo que facilita a construção de uma relação de confiança. Sua realização de forma adequada tem um impacto direto na qualidade do atendimento e nos resultados clínicos obtidos. A formação e o treinamento contínuo dos profissionais de saúde são essenciais para garantir que a anamnese seja conduzida de maneira eficaz e sensível às necessidades do paciente (Aro *et al.*, 2023).

O profissional de saúde, na prática de uma anamnese voltada para diagnósticos eficientes e cumprimento do plano terapêutico deve, portanto, postar-se como um bom ouvinte de forma a conduzir uma entrevista que vá construir confiança, humanização, eficácia e integralidade ao entrevistado, por meio de empatia e respeito. No entanto, essa não é uma habilidade majoritariamente consolidada entre a classe médica brasileira, demonstrando um certo despreparo na formação de profissionais que garantam atendimento mais efetivo (Rizon; Theodorovitz; Pesce, 2022).

Conduzir uma entrevista clínica, exige tempo, compreensão e sensibilidade. É necessário perceber as necessidades, medos e angústias vividas pelo paciente. Para tanto, comunicação verbal e não-verbal são ferramentas indispensáveis nessa prática, aperfeiçoando resultados na melhora da saúde e qualidade de vida do paciente (Rizon; Theodorovitz; Pesce, 2022). Algumas estratégias potencializam esse aperfeiçoamento como a escuta ativa, a comunicação assertiva e o cuidado holístico, os quais consideram a patologia, mas também o contexto que o paciente está inserido (Freitas *et al.*, 2022). Uma anamnese bem conduzida contribui tanto para a precisão diagnóstica quanto para a elaboração de um plano terapêutico eficaz, com impactos positivos na saúde e qualidade de vida do paciente (Silva *et al.*, 2023).

USO DA IA COMO FERRAMENTA PARA A CONSTRUÇÃO DA ANAMNESE

A Medicina, como campo em constante transformação, deve incorporar os avanços tecnológicos disponíveis para aprimorar o raciocínio clínico e contribuir no cuidado com os pacientes e no tratamento de enfermidades (Barreto *et al.*, 2023).

A aplicação da inteligência artificial na coleta de dados para documentação médica surge como uma alternativa nova para tornar mais ágil o registro de informações clínicas, reduzindo o volume de tarefas administrativas dos profissionais de saúde e aprimorando tanto a qualidade, quanto a eficiência do atendimento aos pacientes. Por meio de tecnologias como o processamento de linguagem natural, reconhecimento automático de voz e métodos avançados de geração de texto, esses modelos de IA são capazes de registrar conversas entre médicos e pacientes e produzir esboços de prontuários em estruturas padronizadas, como os modelos SOAP (Subjetivo, Objetivo, Avaliação, Plano) e BIRP (Comportamento, Intervenção, Resposta, Plano). Além disso, o processo contínuo de refinamento das anotações clínicas, com base em informações obtidas em consultas futuras, contribui para aumentar a exatidão e a completude dos registros, assegurando que eles reflitam com precisão a evolução clínica e a terapêutica do paciente (Biswas; Talukdar, 2024).

A IA apresenta grande potencial como ferramenta de apoio à ciência médica, especialmente por sua eficácia na análise, processamento de dados e aprendizado. Apresenta-se como uma ferramenta valiosa para auxiliar as equipes médicas na diminuição do tempo e do esforço exigidos nos processos diagnósticos. Dentre as

soluções utilizadas, destacam-se os *chatbots*, que oferecem diversos benefícios, como a possibilidade de permitir que os profissionais de saúde possam dedicar mais tempo ao atendimento humanizado e personalizado dos pacientes (Palanica *et al.*, 2019).

Os *chatbots* são ferramentas computacionais com grande potencial para melhorar a interação entre seres humanos e máquinas. Eles ajudam a reduzir o esforço cognitivo dos usuários ao aproximar a linguagem usada para se comunicar com sistemas computacionais da linguagem natural. Essa interação é feita por meio de mensagens automatizadas, focadas em tarefas específicas. Esses programas atuam como sistemas cognitivos, capazes de auxiliar no processamento de informações e na tomada de decisões, com a vantagem de estarem disponíveis 24 horas por dia, proporcionando suporte contínuo. No campo da saúde, suas funcionalidades são especialmente valiosas no atendimento ao paciente, facilitando a coleta de informações, respondendo a dúvidas, oferecendo recomendações ou direcionando os usuários para outros recursos *online* (Cruz *et al.*, 2018).

A utilização da IA na medicina tem sido cada vez mais investigada. Os estudos indicam que existem preocupações relacionadas à confiança no uso da IA. É necessário garantir que o profissional não dependa unicamente das interpretações clínicas realizadas pela IA, ele precisa desenvolver um olhar crítico e sensível às diferentes possibilidades de um quadro clínico. Nesse contexto, é fundamental analisar e estudar como a IA pode ser uma ferramenta estratégica para integrar esse conhecimento, sem perder de vista a sabedoria humana, que é o elemento distintivo na interação entre o ser humano e a tecnologia (Alonso *et al.*, 2024).

DESAFIOS ÉTICOS QUANTO AO USO DA IA PARA CONSTRUÇÃO DA ANAMNESE

A anamnese é um momento central do cuidado médico, sendo mais do que uma coleta de dados: trata-se de uma escuta ativa que constrói vínculos e capta nuances emocionais (Laranjo *et al.*, 2020). Com a introdução da IA nesse processo — por meio de *chatbots*, assistentes virtuais e algoritmos de linguagem natural — surgem promessas de maior eficiência, mas também dilemas éticos relevantes. O uso dessas tecnologias levanta preocupações quanto à preservação da subjetividade e à individualização do cuidado, colocando em tensão a padronização dos algoritmos com a complexidade humana (Gala *et al.*, 2024).

Três grandes áreas concentram os desafios éticos: a desumanização do atendimento, o viés algorítmico e a redistribuição da responsabilidade médica. A desumanização ocorre quando a escuta médica é substituída por interações robóticas que não captam sinais sutis de sofrimento, hesitações ou contradições no discurso. Casos clínicos demonstram que essa limitação pode comprometer diagnósticos, especialmente em populações vulneráveis, como idosos ou pacientes psiquiátricos (Leonel *et al.*, 2024).

A IA, neste contexto de construção da anamnese, pode falhar não só em humanizar, mas também em compreender. O viés algorítmico é outra ameaça significativa. Algoritmos refletem os dados e os contextos nos quais foram treinados e, ao não contemplarem a diversidade sociocultural e linguística, acabam reproduzindo desigualdades já existentes. Estudos mostram que esses sistemas podem errar ao interpretar sintomas em populações marginalizadas, ignorar expressões regionais ou deixar de levantar questões fundamentais à realidade de pacientes periféricos (Naves, 2024). Para tornar a IA realmente ética e eficaz, exigirá treinar algoritmos com dados diversos e auditá-los regularmente com enfoque interdisciplinar (Obermeyer *et al.*, 2020).

Por fim, a responsabilidade médica se torna difusa com a automação. Tradicionalmente atribuída ao médico, a responsabilidade por decisões clínicas se complica quando sistemas automatizados participam da coleta e análise de informações. Um erro algorítmico pode afetar diagnósticos e tratamentos, gerando dúvidas sobre quem deve ser responsabilizado: o médico, o desenvolvedor ou a instituição (Bernardes *et al.*, 2024). É necessário, portanto, estabelecer estruturas de corresponsabilidade e oferecer formação adequada aos profissionais, garantindo que a confiança na IA não substitua o pensamento crítico, e que a proteção ao paciente permaneça no centro do cuidado (Dias, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de tecnologias na área da saúde traz benefícios tanto aos pacientes quanto aos médicos, demonstrando sua importância quando utilizada com indicação correta. No entanto, apesar do advento de novas tecnologias, é importante destacar que a anamnese bem-feita e o exame físico continuam sendo fundamentais para o diagnóstico preciso e eficaz.

Assim, a utilização de IA no atendimento clínico, especialmente no processo de anamnese, tem mostrado um grande potencial para transformar a prática médica, oferecendo suporte valioso aos profissionais de saúde e contribuindo para a humanização do atendimento. A revisão dos artigos abordados neste estudo revela que, embora a implementação de IA no contexto médico ainda seja um campo em desenvolvimento, os resultados obtidos até o momento são promissores. Além disso, a IA pode proporcionar um atendimento mais personalizado, adaptado às necessidades específicas de cada paciente, o que é essencial para a humanização da prática médica.

Entretanto, a implementação desta ferramenta na área médica deve ser realizada de forma cautelosa, levando em consideração as implicações éticas e os desafios relacionados à privacidade e à segurança dos dados dos pacientes. O nível de

confiança do paciente no uso dessas tecnologias é um fator crucial para o sucesso da integração da IA na medicina. Além disso, é importante que os médicos recebam treinamento adequado para a utilização dessas ferramentas de forma eficaz e transparente, explicando aos pacientes como a IA está sendo empregada e garantindo que as decisões finais sejam sempre baseadas na análise humana.

Nesse contexto, é fundamental reconhecer que os avanços tecnológicos não devem ser rejeitados — mas tampouco podem ser incorporados de forma acrítica. O futuro da anamnese mediada por inteligência artificial não deve prescindir da escuta humana. O grande desafio contemporâneo é desenvolver tecnologias eticamente orientadas, que respeitem a diversidade, promovam justiça e reforcem — e não enfraqueçam — a centralidade do paciente na prática médica. Nenhum algoritmo, por mais sofisticado que seja, pode substituir o ato primordial de um médico olhar nos olhos de um paciente e escutá-lo com empatia. A IA deve, portanto, ser vista como uma ferramenta complementar e não como um substituto para o contato humano, essencial na prática médica.

Por fim, o futuro do atendimento clínico parece promissor com a contínua evolução da IA. A tendência é que, à medida que as tecnologias se aprimorem, o impacto positivo na anamnese e no diagnóstico médico se amplifique, permitindo aos profissionais de saúde oferecer cuidados ainda mais precisos e rápidos. A humanização do atendimento não deve ser perdida de vista, pois a interação humana continua sendo um pilar fundamental na medicina. Assim, é necessário um equilíbrio entre a inovação tecnológica e a preservação da empatia, da comunicação e da confiança, elementos indispensáveis para a construção de um atendimento de saúde de qualidade. A continuidade da pesquisa e o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais acessíveis e eficientes contribuirão para que a IA se torne um aliado ainda mais poderoso na promoção de uma medicina mais precisa, eficaz e humanizada.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. Os direitos humanos na formação do profissional de medicina. **Revista de Medicina**, v. 94, n. 3, p. 169–178, 2015.
- ALMEIDA, R. L. *et al.* Inteligência artificial no apoio ao diagnóstico médico: implicações éticas e práticas. **Revista Brasileira de Inteligência Artificial**, v. 13, n. 2, p. 56-63, 2024.
- ALONSO, T. R. *et al.* Uso da Inteligência Artificial na Medicina Contemporânea - Uma Revisão Integrativa: Use of Artificial Intelligence in Contemporary Medicine-An Integrative Review. **Revista de Epidemiologia e Saúde Pública-RESP**, v. 2, n. 1, 2024.
- ARO, A. L. B. Q. *et al.* A Evolução da Semiologia Médica: da Anamnese às Novas Abordagens Tecnológicas. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 5, p. 5706-5716, 2023.

BARRETO, D. H. S. *et al.* Aplicabilidade da Inteligência Artificial (IA) na Promoção da Saúde: Desafios e Perspectivas. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 101-106, 2023.

BENIGNO, N.S. *et al.* A importância do atendimento centrado na pessoa na adesão ao tratamento de transtorno de ansiedade. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 01–13, 2025.

BERNARDES, A. L. M. *et al.* Implicações éticas e morais do uso da Inteligência Artificial na medicina: uma revisão integrativa. **Revista Educação em Saúde**, v. 12, n. Suplemento 2, p. 232–241, 2024.

BISWAS, A.; TALUKDAR, W. Intelligent clinical documentation: Harnessing generative ai for patient-centric clinical note generation. **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, v. 9, n. 5, p. 994-1008, 2024.

BRITES, R. *et al.* A Importância de Não Descurar a Anamnese em Tempos de Pandemia: Uma Síndrome de Abstinência de Paroxetina. **Gazeta Médica**, v. 10, n. 1, p. 46–50, 2023.

BUCKER, L. C. G. *et al.* Comunicação acessível na relação médico-paciente durante a anamnese. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 4, n. 1, p. 134-142, 2018.

COSTA, M. F.; FERREIRA, D. R.; OLIVEIRA, L. A. A humanização do atendimento médico com o uso de inteligência artificial. **Jornal de Medicina e Tecnologia**, v. 18, n. 4, p. 78-85, 2022.

CRUZ, L.T. *et al.* **Assistentes virtuais e chatbots: Um guia prático e teórico sobre como criar experiências e experiências encantadoras para os clientes**. Rio de Janeiro: Brasport; 2018. 320 p.

DIAS, C. C. **Pandemia: a resiliência do sistema de saúde**. 1. ed. Lisboa: Leya, 2021. 160 p.

SWAMY, P. M.; BLEASE, M.; BODNER, K. Artificial intelligence and the future of psychiatry: Insights from a global physician survey. **Artificial Intelligence in Medicine**, Amsterdam, v. 102, p. 101753, 2020.

ELIAS, M. A. *et al.* Inteligencia artificial en salud y sus implicaciones bioéticas: una revisión sistemática. **Revista Bioética**, v. 31, p. e3542PT, 2024.

FERREIRA, J. D. O. *et al.* Estratégias de humanização da assistência no ambiente hospitalar: uma revisão integrativa. **Revista Ciência Plural**, v. 7, n. 1, p. 147–163, 2021.

FREITAS, F. G.; *et al.* Relação médico-paciente: a importância de um atendimento humanizado. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 6, p. 25301-25310, 2022.

GALA, D.; *et al.* The Role of Artificial Intelligence in Improving Patient Outcomes and Future of Healthcare Delivery in Cardiology: A Narrative Review of the Literature. **Healthcare (Basel)**, Basel, v. 12, n. 4, p. 481, 2024.

GONÇALVES, T. G. C.; *et al.* A aproximação médico-paciente através da anamnese. **Seminário Pesquisar**, v. 4, p. 4, 2016.

LARANJO, L.; *et al.* Conversational agents in healthcare: a systematic review. **Journal of the American Medical Informatics Association (JAMIA)**, v. 25, n. 9, p. 1248–1258, 2018.

LEONEL, J.; *et al.* Inteligência artificial: desafios éticos e futuros. **Revista Bioética**, v. 32, n. 1, p. 88–97, 2024.

NAVES, E. A. Bioética e inteligência artificial: panorama atual da literatura. **Revista Bioética**, v. 32, p. e3552PT, 2024.

NORBERTO, P. B.; RAGO, C. A. P. Ferramentas de saúde digital e sua contribuição para atendimentos mais humanizados. **J. Health Inform.**, v. 16, Especial, p.1-11, 2024.

OBERMEYER, Z.; *et al.* Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. **Science**, v. 366, n. 6464, p. 447–453, 2019.

OLIVEIRA, J. L.; ROCHA, G.; ALAVARSE, O. M. Rubrica: Recurso na avaliação do aprendizado da anamnese no curso de Medicina.” **Estudos em Avaliação Educacional** v. 35, p. e10674, 2024.

OVANDO, R. G. M.; BOURLEGAT, C. A. L.; PAVON, R. V. Gestão hospitalar e gerenciamento legal de riscos na humanização da saúde. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 5, p. 17360–17375, 2023.

PALANICA, A. *et al.* Physicians’ perceptions of chatbots in health care: cross-sectional

web-based survey. **Journal of medical Internet research**, v. 21, n. 4, p. e12887, 2019.

PEREIRA, A. C. *et al.* A escuta ativa como tática de humanização da assistência em saúde mental. **Revista Remecs - Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde**, Carapicuíba, p. 13, 2023.

PEREIRA, T. M.; *et al.* A contribuição da inteligência artificial para a anamnese no contexto clínico. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 27, n. 5, p. 45-52, 2021.

RIZON, M., THEODOROVITZ, V. C., PESCE, M. K. A estruturação da relação médico-paciente no meio acadêmico e a importância de uma comunicação mais efetiva. **Revista Artigos. Com**, v. 34, p. e10324, 2022.

SILVA, A. C.; *et al.* Aplicações de inteligência artificial no diagnóstico e na anamnese: um estudo de caso. **Revista de Pesquisa Médica**, v. 19, n. 6, p. 100-108, 2020.

SILVA, M. E. S., *et al.* A importância da anamnese na clínica médica – relato de experiência. **Revista FT**, v. 27, n.121, p.1-12, 2023.

SOUSA, A.L.M.; *et al.* Atitudes de humanização dos docentes médicos e fatores relacionados. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 1, p. 5578–5596, 2024.

WAGSTAFF, C.; FERNANDES, M. A. Inteligência artificial e as relações terapêuticas na saúde mental: possibilidades e desafios. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, v. 98, n. 2, p. e024342, 2024.

YEHIA, A. C.; *et al.* Anamnese na prática clínica: uma revisão sobre suas aplicações e importância. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 22, n. 2, p. 116-120, 2024.



C A P Í T U L O 9

O PAPEL DA IA NO SUPORTE E NO MONITORAMENTO COMPORTAMENTAL DE CRIANÇAS AUTISTAS

Ana Paula Lourenço Marra

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

Emerson Silva Freitas

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

Júlia Ferreira Ribeiro

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

Maria Eduarda Moreira da Costa

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

Rhayslla Bruna de Oliveira

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.

Francis Jardim Pfeilsticker

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

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) envolve desafios significativos no desenvolvimento da comunicação social, além da presença de padrões restritos e repetitivos de comportamento, configurando uma das maiores barreiras no atendimento clínico e educacional de crianças e adolescentes. Segundo Hume *et al.* (2021), diante da ampla variedade de manifestações do espectro, torna-se fundamental personalizar o cuidado por meio de ferramentas capazes de captar nuances comportamentais de forma sensível, ágil e precisa em situações do cotidiano.

Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como um recurso inovador, oferecendo soluções que vão desde o diagnóstico precoce até o monitoramento contínuo, incluindo intervenções adaptativas em crianças com TEA. De acordo com Banos *et al.* (2024), os avanços recentes da IA viabilizaram o uso de sensores, câmeras, redes neurais e algoritmos de aprendizado de máquina para o reconhecimento de emoções. Das *et al.* (2024) destacam seu uso na detecção automatizada de comportamentos de risco, enquanto Rodrigues *et al.* (2022) comprovam a capacidade da IA em classificar o grau de acometimento do transtorno a partir de dados neurofuncionais.

Paiva *et al.* (2022) e Wankhede *et al.* (2024) também evidenciam o impacto positivo de aplicações como jogos digitais com realidade aumentada, protocolos personalizados de intervenção e plataformas de monitoramento domiciliar. Reforçando essa perspectiva, Dias *et al.* (2021) enfatiza a centralidade da família no processo de cuidado e intervenção. Ainda assim, esse avanço tecnológico não está isento de desafios. Questões éticas envolvendo privacidade, viés algorítmico e explicabilidade dos modelos preditivos exigem atenção especial, como alertam Alqaysi *et al.* (2022) e Hume *et al.* (2021).

Além disso, Bastos *et al.* (2023) apontam que a desigualdade de acesso e a escassez de políticas públicas efetivas no Brasil — especialmente nas áreas de inclusão digital, saúde pública especializada e educação acessível — ainda limitam a aplicabilidade dessas inovações em larga escala.

Frente a esses dilemas, este capítulo se propõe a discutir o papel da IA no suporte e no monitoramento comportamental de crianças autistas, abordando suas aplicações atuais, os benefícios da personalização, os desafios éticos e as perspectivas futuras, com base em evidências extraídas de estudos recentes e relevantes sobre o tema.

TECNOLOGIAS ATUAIS APLICADAS AO MONITORAMENTO COMPORTAMENTAL NO TEA

Segundo Wankhede *et al.* (2024), o Transtorno do Espectro Autista (TEA) configura-se atualmente como um dos maiores desafios da neuropsiquiatria infantil, exigindo abordagens inovadoras tanto para avaliação quanto para acompanhamento clínico. Nesse contexto, os autores destacam que as tecnologias contemporâneas têm assumido um papel essencial no monitoramento do comportamento de crianças com TEA, possibilitando intervenções cada vez mais personalizadas e assertivas. Ainda de acordo com os autores, a Inteligência Artificial (IA), quando integrada a recursos como visão computacional, sensores e dispositivos móveis, surge como uma estratégia promissora para preencher lacunas dos métodos tradicionais e potencializar os resultados terapêuticos.

Das *et al.* (2024) contribuem com esse panorama ao apresentar um modelo baseado em IA que atingiu 77% de acurácia na detecção de comportamentos de risco em crianças com TEA por meio da análise automatizada de vídeos em ambientes escolares. Para os autores, a substituição da observação manual por sistemas computacionais reduz significativamente a carga de trabalho das equipes técnicas e amplia a precisão dos registros comportamentais. No entanto, Banos *et al.* (2024) alertam que, apesar dos avanços, questões relacionadas à privacidade e à ausência de protocolos éticos permanecem como preocupações centrais, evidenciando a escassez de discussões sobre segurança e ética no uso de tecnologias de reconhecimento emocional.

Ainda no campo da personalização terapêutica, Wankhede *et al.* (2024) argumentam que algoritmos de IA têm se mostrado eficientes ao cruzar dados de neuroimagem, informações genéticas e padrões comportamentais, o que permite identificar sinais sutis do TEA e adaptar intervenções de forma individualizada. Reforçando essa perspectiva, Rodrigues *et al.* (2022) demonstraram, por meio de técnicas de ressonância magnética funcional (fMRI) e algoritmos de *Machine Learning*, uma acurácia de 74% na classificação de diferentes graus de acometimento do transtorno, o que valida o potencial da IA no apoio diagnóstico e no delineamento de terapias mais eficazes.

Segundo Paiva *et al.* (2022), a utilização de jogos com Realidade Aumentada (RA) configura um recurso inovador, capaz de estimular habilidades cognitivas, comunicativas e emocionais em crianças com TEA. Já Araújo *et al.* (2021) e Pereira *et al.* (2021) ressaltam que a inserção desses jogos digitais deve respeitar princípios de *codesign* e acessibilidade, exigindo um planejamento sensível às especificidades do transtorno.

Deng *et al.* (2022) demonstram avanços significativos no monitoramento baseado em vídeo para o reconhecimento de padrões estereotipados, ao apresentarem o modelo *Video Swin Transformer*, capaz de identificar com precisão comportamentos repetitivos como bater a cabeça ou agitar os braços. Complementando essa abordagem, Wei *et al.* (2022) utilizaram redes neurais como CNN, LSTM e 3D-CNN, também obtendo resultados promissores na detecção automatizada desses sinais comportamentais. Essas soluções apontam para um futuro em que a integração entre dados visuais e textuais possa ampliar significativamente a precisão diagnóstica e prognóstica no acompanhamento de crianças com TEA.

Por outro lado, Bastos *et al.* (2023) destacam que, no contexto brasileiro, ainda há limitações importantes relacionadas à baixa oferta de tecnologias assistivas e à ausência de políticas públicas eficazes, o que compromete diretamente a inclusão de crianças com autismo. Nesse mesmo sentido, Alqaysi *et al.* (2022) e Joudar *et al.*

(2022) reforçam a necessidade de modelos diagnósticos mais robustos, que integrem variáveis clínicas, exames e dados sociodemográficos, de modo a aprimorar a precisão na triagem precoce do transtorno.

Em síntese, o campo das tecnologias aplicadas ao monitoramento comportamental no TEA encontra-se em constante evolução. A incorporação de inteligência artificial, sensores, algoritmos de aprendizagem e recursos interativos tem revolucionado a forma como profissionais acompanham o desenvolvimento de crianças com autismo, conforme discutem Hume *et al.* (2021), ao enfatizarem o potencial dessas tecnologias para promover intervenções mais eficazes e centradas no indivíduo. Ainda assim, desafios relacionados à equidade de acesso, à segurança dos dados e à formação adequada dos profissionais precisam ser enfrentados para que tais inovações cumpram, de fato, seu papel inclusivo e terapêutico.

PERSONALIZAÇÃO DE INTERVENÇÃO E PARTICIPAÇÃO FAMILIAR

O TEA se manifesta por alterações no comportamento, na comunicação e na socialização, impactando profundamente a qualidade de vida do indivíduo. Diante disso, personalizar as intervenções torna-se essencial para promover um cuidado mais direcionado e adaptado às particularidades de cada criança. A Inteligência Artificial desponta como uma ferramenta promissora nesse processo ao viabilizar a análise de dados comportamentais de forma mais precisa e eficiente, ampliando as possibilidades de intervenção (Alqaysi *et al.* 2022).

Uma das principais contribuições da IA nesse tema está relacionada à avaliação funcional do comportamento. Dessa forma, métodos baseados nesse aprendizado auxiliam a observar e identificar comportamentos de risco em tempo real, a partir de sistemas distribuídos. Segundo Das *et al.* (2024), estudos demonstraram que tecnologias com IA aplicadas em ambientes escolares são capazes de detectar comportamentos desafiadores com até 77% de acerto, de modo que reduzem a necessidade de observação manual e física por parte de educadores. Além disso, a inteligência artificial se adapta às intervenções de acordo com o progresso e a resposta de cada criança e otimiza estratégias de forma contínua (Wankhede *et al.* 2024).

Ademais, a participação familiar é de suma importância. Nesse contexto, muitas famílias enfrentam desafios em relação ao acesso aos serviços especializados. Nesse cenário, o telemonitoramento mediado por IA é uma solução para ampliar o alcance das intervenções. Dessa maneira, aplicativos, sensores domiciliares e plataformas online permitem que profissionais de saúde acompanhem o comportamento da criança, fornecendo informações aos cuidadores em tempo real. Essa abordagem fortalece o vínculo entre profissionais e famílias, promove maior aderência às terapias e oferece suporte contínuo (Rodrigues *et al.* 2021; Trevisan *et al.* 2021).

Outrossim, o uso de tecnologias baseadas em IA também favorece a inclusão dos pais no processo terapêutico, permitindo que acompanhem a evolução da criança e compreendam melhor seus comportamentos. De fato, o acesso a relatórios diários da criança autista contribui para decisões clínicas mais rápidas e familiarizadas, já que as famílias são empoderadas no cuidado diário (Miranda *et al.* 2021; Fernandes *et al.* 2021).

Portanto, a literatura aponta que a combinação entre inteligência artificial, personalização de intervenções e participação familiar oferece caminhos para o aprimoramento do cuidado às crianças com TEA, assim, contribui para respostas mais eficazes.

DESAFIOS ÉTICOS E PRÁTICOS NA IMPLEMENTAÇÃO DA IA NO TRATAMENTO DO AUTISMO

A inteligência artificial (IA) tem sido aplicada de forma crescente no monitoramento comportamental de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) oferecendo suporte na detecção de comportamentos de risco, análise emocional e personalização de terapias. Ademais, de acordo com Banos *et al.* (2024) e Rodrigues *et al.* (2021) tecnologias que reconhecem emoções por meio de expressões faciais têm mostrado potencial para melhorar a comunicação e o entendimento emocional dessas crianças. No entanto, apesar dos benefícios promissores, sua implementação ainda enfrenta barreiras éticas e práticas significativas.

No campo ético, um dos principais desafios é a privacidade. Sistemas que utilizam vídeo, áudio ou dados biométricos, como os propostos por Das *et al.* (2024), levantam preocupações sobre a exposição de informações sensíveis de crianças, muitas vezes em ambientes escolares. Mesmo com técnicas de anonimização, o risco de uso indevido permanece. Além disso, há a questão do consentimento, haja vista que, crianças com dificuldades de comunicação não conseguem expressar assentimento pleno, o que transfere a responsabilidade para os responsáveis exigindo transparência e linguagem acessível na apresentação dessas tecnologias.

Outro ponto crítico está na dificuldade de explicar como os algoritmos tomam decisões, conhecido como falta de explicabilidade. Muitos sistemas de inteligência artificial operam como verdadeiras “caixas-pretas”, recebem dados, processam internamente com base em regras complexas e produzem um resultado, sem oferecer justificativas claras. Isso dificulta que profissionais da área da saúde, por exemplo, compreendam ou validem as recomendações feitas por esses sistemas. Como apontam Joudar *et al.* (2022), a ausência de transparência compromete a confiança dos usuários e torna difícil atribuir responsabilidades em caso de decisões equivocadas ou prejudiciais.

Em relação aos desafios práticos, a desigualdade de acesso é evidente. No Brasil, segundo Bastos *et al.* (2023), há escassez de infraestrutura, como exemplo, falta de treinamento de profissionais e acesso à internet de qualidade, bem como políticas públicas para a adoção de tecnologias assistivas, o que limita seu uso em contextos públicos e de baixa renda. Além disso, muitos modelos ainda carecem de validação científica robusta e são treinados com amostras limitadas, o que compromete sua generalização e pode gerar vieses como foi apontado por Alqaysi *et al.* (2022).

Conclui-se que, ainda que a IA ofereça ferramentas promissoras para o cuidado e a inclusão de crianças com TEA, seu uso deve ser guiado por critérios éticos, práticos e sociais. Assim, a IA tem potencial para transformar o cuidado em TEA, mas sua adoção deve ser cautelosa e inclusiva. A tecnologia deve ser compreendida como uma ferramenta de apoio e não como substituta da sensibilidade humana, da prática clínica e da escuta individualizada. A tecnologia precisa estar a serviço das necessidades humanas, complementando o trabalho de profissionais e respeitando a diversidade dos usuários, como apontado por Hume *et al.* (2021) e Rodrigues *et al.* (2022).

PERSPECTIVAS FUTURAS

A IA vem construindo um cenário promissor no cuidado de crianças com TEA, trazendo avanços relevantes em três frentes principais: a possibilidade de um diagnóstico mais preciso e acessível, o monitoramento inteligente de padrões comportamentais e a oferta de terapias interativas e personalizadas, potencializando o alcance e a qualidade do suporte oferecido (Joudar *et al.*, 2022).

A fim de diagnosticar melhor, novos sistemas de IA estão integrando múltiplas fontes de dados para melhorar a detecção do TEA. Rodrigues *et al.* (2022) desenvolveram algoritmos que analisam imagens de ressonância magnética funcional (fMRI), alcançando 74% de precisão na classificação da severidade do TEA. Paralelamente, Alqaysi *et al.* (2022) destacam que a combinação de exames médicos com dados sociodemográficos em modelos de *machine learning* pode revolucionar o diagnóstico precoce. A tendência é que essas tecnologias se tornem portáteis através de aplicativos móveis de acordo com Trevisan *et al.* (2021), democratizando o acesso a avaliações preliminares.

Somado a isso, vê-se que soluções baseadas em visão computacional e sensores estão transformando o acompanhamento terapêutico. Wei *et al.* (2023) e Deng *et al.* (2024) demonstraram como redes neurais 3D-CNN e modelos de linguagem podem detectar automaticamente comportamentos característicos, como movimentos repetitivos. Já Das *et al.* (2024) comprovaram que sistemas de análise de vídeo preservando privacidade identificam comportamentos de risco com 77% de acurácia em ambientes escolares. Essas tecnologias permitirão intervenções mais precisas e redução da carga sobre profissionais.

Além disso, a IA está criando formas de intervenção por meio de: jogos sérios com diretrizes de acessibilidade específicas para TEA (Pereira *et al.* 2021), realidade aumentada que estimula habilidades cognitivas e sociais (Paiva *et al.* 2022), e sistemas adaptativos que ajustam atividades terapêuticas em tempo real (Wankhede *et al.* 2024; Araújo *et al.* 2021). Essas tecnologias permitem o desenvolvimento de elementos-chave para o design aprimorado das ferramentas, garantindo sua eficácia para diferentes perfis no espectro.

O futuro verá a consolidação de *frameworks* como o GRSR (Rodrigues *et al.* 2023), que padronizam a aplicação de *machine learning* em dados clínicos. Simultaneamente, avanços na análise genética (Thapar *et al.* 2021) permitirão combinar informações biológicas com dados comportamentais para terapias verdadeiramente personalizadas. Segundo Valentim *et al.* (2022), há importantes tendências e oportunidades no uso da Inteligência Artificial (IA) como ferramenta de apoio ao desenvolvimento educacional e comportamental de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Esses avanços evidenciam o rápido crescimento da área, ao mesmo tempo em que destacam os desafios enfrentados por profissionais e instituições para acompanhar o ritmo acelerado das inovações tecnológicas, o que aponta para um cenário promissor, no qual a IA atuará como ferramenta de triagem em larga escala, assistente terapêutico de forma integral e plataforma de estímulo ao desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas.

Portanto, a próxima década testemunhará a maturação dessas tecnologias, sempre com o foco em ampliar - nunca substituir - o trabalho de profissionais e cuidadores, criando um ecossistema de apoio mais eficiente e humano para crianças no espectro autista.

CONCLUSÃO

A integração da Inteligência Artificial ao cuidado de crianças com Transtorno do Espectro Autista representa um dos movimentos mais transformadores na interface entre tecnologia, saúde e educação. Ao oferecer ferramentas que viabilizam o diagnóstico precoce, o acompanhamento contínuo e a intervenção personalizada, a IA tem potencial para preencher lacunas históricas na atenção ao TEA, promovendo maior autonomia, inclusão e qualidade de vida às crianças e suas famílias. Wei *et al.* (2022) demonstram que sistemas baseados em IA já apresentam resultados promissores na identificação de padrões comportamentais estereotipados. Rodrigues *et al.* (2022) acrescentam que tais tecnologias têm sido eficazes na classificação da gravidade do transtorno, enquanto Araújo *et al.* (2021) e Paiva *et al.* (2022) apontam para o uso bem-sucedido de terapias digitais e gamificadas adaptadas às necessidades individuais das crianças. Reforçando essa perspectiva, Rodrigues

et al. (2021) destacam que soluções móveis e de telemonitoramento ampliam o alcance das equipes profissionais e fortalecem o engajamento familiar. Esses avanços sinalizam a consolidação de um novo paradigma de cuidado centrado na criança e suportado por dados em tempo real.

Todavia, a implementação ética e efetiva dessas tecnologias demanda um ecossistema preparado. Alqaysi *et al.* (2022) e Hume *et al.* (2021) alertam para a importância de incorporar aspectos como privacidade, consentimento informado, equidade no acesso e capacitação profissional ao processo de desenvolvimento e uso dessas ferramentas. No contexto brasileiro, Bastos *et al.* (2023) enfatizam que superar barreiras estruturais — como a falta de infraestrutura tecnológica e a ausência de políticas públicas específicas — será essencial para democratizar o acesso aos benefícios proporcionados pela IA.

Em suma, a Inteligência Artificial deve ser compreendida não como substituta da sensibilidade humana, mas como uma aliada estratégica na construção de práticas terapêuticas mais precisas, acessíveis e empáticas. Com base nas evidências analisadas, o futuro aponta para a consolidação de soluções cada vez mais integradas, sensíveis e eficazes, desde que guiadas por princípios éticos, científicos e sociais que coloquem a criança com TEA e sua singularidade no centro do cuidado.

REFERÊNCIAS

ALQAYSI, M. E. *et al.* Diagnosis-Based Hybridization of Multimodal Tests and Sociodemographic Characteristics of Autism Spectrum Disorder Using Artificial Intelligence and Machine Learning Techniques: A Systematic Review. **International Journal of Telemedicine and Applications**, v. 2022, p. 1–26, 2022.

ARAÚJO, G. S.; SEABRA JUNIOR, M. O. Elementos Fundamentais Para O Design de Jogos Digitais Com O Foco No Treino de Competências E Habilidades de Estudantes Com Transtorno Do Espectro Autista: Uma Revisão Sistemática. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 102, p. 120–147, 2021.

BANOS, O. *et al.* Sensing Technologies and Machine Learning Methods for Emotion Recognition in Autism: Systematic Review. **International Journal of Medical Informatics**, v. 1, p. 105469–105469, 2024.

BASTOS, P. A. L. S. *et al.* Tecnologia Assistiva E Políticas Públicas No Brasil. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 31, p. e3401, 2023.

DAS, B. *et al.* Explainable Artificial Intelligence for Quantifying Interfering and High-Risk Behaviors in Autism Spectrum Disorder in a Real-World Classroom Environment Using Privacy-Preserving Video Analysis. **arXiv preprint arXiv:2407.21691**, 2024.

DENG, A. *et al.* Language-assisted deep learning for autistic behaviors recognition. **Smart Health**, v. 32, p. 100444, 2024.

FERNANDES, F. D. M. Protocolo de Avaliação de Habilidades Pragmáticas de Crianças Com Transtornos Do Espectro Do Autismo. **Audiology - Communication Research**, v. 26, 2021.

HUME, K. *et al.* Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism: Third Generation Review. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 51, no. p. 4013–4032, 2021.

JOUDAR, S. S. *et al.* Triage and Priority-Based Healthcare Diagnosis Using Artificial Intelligence for Autism Spectrum Disorder and Gene Contribution: A Systematic Review. **Computers in Biology and Medicine**, v. 146, p. 105553, 2022.

MIRANDA, F. *et al.* Inteligência Artificial e aplicativos móveis: perspectivas de diagnóstico e intervenção precoces para o autismo. **Anais do XX CONINTER - Congresso Internacional Interdisciplinar em Sociais e Humanidades**, 2021.

PAIVA, P. V. V.; QUEIROZ, F. S. TRATAR: Jogos com Realidade Aumentada utilizados como incentivo no desenvolvimento das capacidades comunicativa, cognitiva e espacial de crianças autistas. In: **Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação (SBIE)**, Manaus. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 463-472, 2022.

PEREIRA, W. S.; CYSNEIROS FILHO, G. A. de A.; AGUIAR, Y. P. C. Diretrizes de Acessibilidade para Jogos Sérios Destinados aos Aprendizes no Espectro Autista. In: **Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação (SBIE)**, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 679-690, 2021.

RODRIGUES, I. D. Identificação de Regiões do Cérebro para Classificação de Severidade do TEA Utilizando Machine Learning E FMRI. **Unifei.edu.br**, 2021.

RODRIGUES I. D. *et al.* GRSR - a Guideline for Reporting Studies Results for Machine Learning Applied to Electroencephalogram Data. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 15, n. 2, p. 22–35, 2023.

RODRIGUES, J. N. A.; AIRES K. R. T. Uma Pesquisa Exploratória Sobre a Utilização de Soluções Apoiadas em Inteligência Artificial e Tecnologias Móveis com Portadores de Transtorno do Espectro Autista. **Anais Do XXI Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS)**, p. 410–415, 2021.

THAPAR, A.; RUTTER, M. Genetic Advances in Autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 51, n. 12, 2021.

TREVISAN, D. F.; BENITEZ, P.; GOIS, J. P.; ELIAS, N. C. Aplicativos para intervenção comportamental de estudantes com Transtorno do Espectro do Autismo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 29, p. 1487–1504, 2021.

VALENTIM, N. A. *et al.* Sistemas Inteligentes Para Desenvolvimento de Competências E Diagnóstico de Pessoas Com O Transtorno Do Espectro Do Autismo: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v. 30, p. 672–696, 2022.

WANKHEDE, N. *et al.* Leveraging AI for the Diagnosis and Treatment of Autism Spectrum Disorder: Current Trends and Future Prospects. **Asian Journal of Psychiatry**, v. 101, p. 104241–104241, 2024.

WEI, P. *et al.* Vision-Based Activity Recognition in Children with Autism-Related Behaviors. **Heliyon**, v. 9, n. 6, p. e16763–e16763, 2023.



CAPÍTULO 10

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DAS DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

Gabrielle Paula Matos Oliveira

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

Isadora Barros Leles

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

Luana Fonseca Carvalho

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

Luna Sophia Justine Borges

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

Lilia Beatriz Oliveira

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

Priscila Capelari Orsolin

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

Yasmin Justine Borges

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

As doenças neurodegenerativas (DN) representam um grupo de enfermidades crônicas marcadas pela degeneração progressiva de neurônios, resultando em morte celular. Tais condições afetam prioritariamente o sistema nervoso, acarretando comprometimentos cognitivos, motores e emocionais. Entre as principais, destacam-se a Doença de Alzheimer (DA), Doença de Parkinson (DP) e a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), conforme destacado por Chen (2024).

Diante do envelhecimento populacional global, essas patologias configuram um desafio prioritário para a saúde pública. Estima-se que sua prevalência – incluindo DA, DP e ELA – aumente proporcionalmente à elevação da expectativa de vida, com projeções que indicam sua superação sobre o câncer como principal causa de mortalidade (Zaib *et al.*, 2023). A idade consolida-se como o principal fator de risco, com incidência exponencial em idosos (Sharma *et al.*, 2023). Adicionalmente, observam-se disparidades de gênero: o feminino apresenta maior susceptibilidade ao Alzheimer, enquanto o masculino demonstra predisposição ao Parkinson (Ullah *et al.*, 2019).

A complexidade diagnóstica reside na heterogeneidade sintomatológica, frequentemente identificável apenas em fases avançadas (Krawczuk; Kulczyńska-Przybik; Mroczko, 2024). Processos como neuroinflamação e estresse oxidativo comprometem a detecção de biomarcadores confiáveis, limitando a eficácia de métodos convencionais de imagem, como ressonância magnética e tomografia computadorizada, em estágios iniciais (Akram *et al.*, 2024).

Nesse cenário, avanços tecnológicos têm otimizado técnicas de neuroimagem. Métodos como ressonância magnética por difusão, imagem de dispersão e densidade de orientação de neuritos e imagem de curtose por difusão (DKI) permitem identificar alterações microestruturais cerebrais precocemente, subsidiando o diagnóstico de doenças como o Alzheimer e o Parkinson (Kumar *et al.*, 2024).

A inteligência artificial (IA) emerge como aliada estratégica, com algoritmos de aprendizado de máquina (ML) e aprendizado profundo (DL) capazes de analisar múltiplos biomarcadores para alcançar alta precisão – como os 94,4% registrados no diagnóstico de Alzheimer por meio de tomografia por emissão de pósitrons- PET (Chen, 2024). Adicionalmente, essas ferramentas refinam a interpretação de exames de imagem, permitindo a detecção de anomalias estruturais e funcionais cruciais para intervenções precoces (Rao *et al.*, 2024).

Apesar do potencial transformador da IA na medicina diagnóstica, questões éticas demandam atenção. Tópicos como privacidade de dados, consentimento informado e implicações clínicas do uso de algoritmos exigem avaliação rigorosa para alinhamento com princípios bioéticos consolidados (Sahay; Singh; Aggarwal, 2024).

DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS E SEUS DESAFIOS DIAGNÓSTICOS

As doenças neurodegenerativas são caracterizadas pela deterioração progressiva de neurônios nas estruturas do sistema nervoso, resultando em alterações funcionais gradativas. O desencadeamento de tais doenças pode estar relacionado a diversos fatores como distúrbios genéticos, estresse oxidativo, anormalidades proteicas e exposição a substâncias tóxicas. São condições caracterizadas como incuráveis, debilitantes, de início insidioso e progressão crônica. Entre as principais doenças desse grupo estão o Alzheimer, o Parkinson e a esclerose múltipla (Paz *et al.*, 2021).

O uso de biomarcadores é uma das áreas mais promissoras no diagnóstico de doenças neurodegenerativas, oferecendo informações objetivas sobre os processos biológicos subjacentes à doença. Biomarcadores de fluido cerebrospinal, como os níveis de beta-amiloide e tau fosforilada, já são amplamente empregados no diagnóstico da DA. Além disso, as técnicas de neuroimagem funcional desempenham um papel essencial no diagnóstico e monitoramento da progressão das doenças neurodegenerativas. Métodos como a PET permitem a detecção de depósitos de beta-amiloide e proteína tau nas fases pré-clínicas da DA. A ressonância magnética funcional (RMf), por sua vez, fornece informações sobre a conectividade cerebral, sendo eficaz na identificação de padrões de alteração estrutural e funcional em condições como DP e ELA. Ademais, o uso de testes genéticos tem ganhado destaque, especialmente para doenças com componentes hereditários, como Parkinson e ELA (Tsutsumi *et al.*, 2025).

Entretanto, o diagnóstico das doenças neurodegenerativas pode apresentar alguns desafios. A DA é uma condição neurodegenerativa progressiva que afeta milhões de pessoas em todo o mundo e é a forma mais comum de demência. Seu diagnóstico, por exemplo, apresenta diversos desafios devido à sua natureza progressiva e ao fato de não haver um teste definitivo para confirmar a doença em vida. Embora ainda existam biomarcadores promissores, como os já mencionados beta-ameloide e tau, sua aplicação ainda enfrenta limitações, como o alto custo, o acesso restrito a exames especializados e a variabilidade individual na expressão dos biomarcadores. Além disso, há uma sobreposição de sintomas com outras condições. Outro obstáculo é a variação na apresentação clínica, pois alguns pacientes podem apresentar sintomas atípicos, como distúrbios comportamentais ou alterações na linguagem, dificultando ainda mais o diagnóstico (Brito *et al.*, 2024).

A demência frontotemporal (DFT), assim como as outras doenças neurodegenerativas, também representa um grande desafio diagnóstico, sendo uma condição que afeta predominantemente os lobos frontal e temporal do cérebro, resultando em alterações comportamentais, cognitivas e motoras significativas. Assim como a DP, a DFT possui um diagnóstico desafiador devido à sobreposição de sintomas com outras demências, como a DA, e a falta de biomarcadores específicos (Britto *et al.*, 2024).

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO MÉDICO

A rápida evolução da IA tem permeado diversas áreas da sociedade, transformando significativamente a maneira como desafios complexos são enfrentados. Na área médica, o uso da IA, especialmente no contexto do diagnóstico, representa uma revolução potencialmente significativa. Por meio de algoritmos avançados, aprendizado de máquina e análise de dados robusta, a IA surge como uma ferramenta promissora para aprimorar a precisão, a eficiência e a acessibilidade dos diagnósticos médicos (Magalhães *et al.*, 2024).

Utilizando algoritmos sofisticados de aprendizado de máquina, a IA é capaz de processar e interpretar grandes volumes de dados de forma rápida e eficiente, identificando padrões complexos que, muitas vezes, passam despercebidos pelos médicos. Além disso, a IA pode superar o desempenho humano na análise de imagens médicas, auxiliando na identificação precoce de anomalias, o que resulta em diagnósticos mais confiáveis e oportunos. Outro benefício importante é a diminuição dos erros diagnósticos, já que a IA contribui para a redução das falhas humanas ao automatizar a interpretação de imagens, permitindo intervenções mais adequadas e, conseqüentemente, melhores resultados clínicos. Ademais, a automação proporcionada pela IA garante maior padronização nos procedimentos diagnósticos, o que reduz a variabilidade entre diferentes profissionais e instituições. Ao automatizar tarefas repetitivas, como a análise de grandes quantidades de dados provenientes de exames, os médicos podem direcionar seus esforços a casos mais complexos e à tomada de decisões clínicas mais exigentes, otimizando o tempo de trabalho (Simonassi *et al.*, 2024).

Um subcampo da IA denominado aprendizado profundo, destaca-se por sua capacidade de coleta automatizada de características e assimilação/avaliação de grandes volumes de dados complexos. Esta ferramenta tem se mostrado promissora na otimização dos processos diagnósticos, permitindo, conseqüentemente, a identificação precoce das doenças e a adoção de intervenções mais eficazes. Um exemplo notável é sua aplicação no diagnóstico do câncer, na qual apresentou elevada precisão na identificação de tumores malignos com base em lâminas histopatológicas. Além disso, o sistema de aprendizado automático, ferramenta criada para classificar indivíduos em grupos com Alzheimer, demonstrou ser revolucionário na busca de biomarcadores para auxiliar no diagnóstico dessa condição clínica, podendo também contribuir no diagnóstico de outras patologias (Costa *et al.*, 2024).

TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS AO DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

A aplicação da IA no diagnóstico de doenças neurodegenerativas tem se mostrado uma abordagem promissora para o diagnóstico precoce, antecipando a identificação de distúrbios como Alzheimer, Parkinson e esclerose múltipla. Técnicas como redes neurais e algoritmos de DL demonstram grande eficácia na análise de imagens médicas, possibilitando a detecção precoce de alterações cerebrais, muitas vezes imperceptíveis aos métodos convencionais de avaliação. A utilização da IA propicia não apenas diagnósticos mais rápidos e precisos, mas também o desenvolvimento da medicina de precisão, voltada para a individualização dos tratamentos e melhoria da qualidade de vida dos pacientes (Brito *et al.*, 2021).

O estudo de Damasceno *et al.* (2025) reforça a importância da IA como suporte ao diagnóstico e acompanhamento de condições neurológicas complexas. A análise de grandes volumes de dados clínicos e de imagem por algoritmos inteligentes permite a identificação de padrões sutis, frequentemente negligenciados por avaliações humanas. Nesse cenário, a IA torna-se fundamental para a elaboração de tratamentos personalizados e para o monitoramento evolutivo de doenças como Alzheimer e Parkinson, inclusive em contextos de menor acesso a tecnologias avançadas.

De acordo com Paiva e Escovedo (2021), a integração de métodos de aprendizado de máquina à análise de exames de imagem, como a ressonância magnética ponderada em T1, permite prever o declínio cognitivo de indivíduos com uma acurácia superior a 70%. Utilizando o conjunto de dados OASIS-1, observou-se que algoritmos como regressão logística, *Random Forest* e redes neurais podem ser treinados para identificar fatores de risco associados ao desenvolvimento de demência, enfatizando o papel crucial de variáveis como idade, status socioeconômico e nível educacional no prognóstico das doenças neurodegenerativas.

Complementarmente, conforme destacado por Dias *et al.* (2021), a IA no diagnóstico de transtornos neurodegenerativos envolve uma abordagem multimodal, incorporando dados de diferentes fontes, como imagens médicas, exames laboratoriais e avaliações clínicas. Essa estratégia amplia a acurácia dos diagnósticos e favorece o reconhecimento de estágios iniciais da doença, permitindo intervenções precoces e a mitigação dos impactos funcionais a longo prazo. A combinação de modalidades de imagem, como RMf e PET, tem se mostrado particularmente eficaz nesse cenário.

Por fim, Paiva e Escovedo (2021) ressaltam que a detecção precoce do Alzheimer mediante o uso de IA pode antecipar o diagnóstico em até seis anos em relação à manifestação clínica dos sintomas. Por meio da análise de alterações metabólicas sutis no cérebro, algoritmos de DL treinados com dados de FDG-PET foram capazes de alcançar 100% de sensibilidade em testes preliminares, evidenciando

o potencial transformador da IA no diagnóstico e no monitoramento de doenças neurodegenerativas. Essa capacidade de prever a evolução da patologia antes da deterioração cognitiva se manifestar clinicamente representa um avanço notável no campo da neurologia moderna.

DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Apesar dos avanços consideráveis da inteligência artificial no campo da medicina, o diagnóstico de doenças neurodegenerativas ainda enfrenta limitações importantes. Conforme apontado por Braga *et al.* (2024), a aplicação de IA em exames médicos, como ressonâncias e tomografias, esbarra em dificuldades técnicas relacionadas à necessidade de bancos de dados robustos e diversos para o treinamento dos algoritmos. A heterogeneidade dos dados, a variabilidade entre diferentes populações e a dificuldade em padronizar os exames são desafios que impactam diretamente a acurácia dos sistemas inteligentes. Além disso, questões éticas, como a privacidade dos dados e a transparência nos processos decisórios das máquinas, constituem barreiras ainda não completamente superadas.

Outra perspectiva importante é trazida por Raulin e Angel (2025), que discutem os impactos da IA na prática médica, destacando os riscos do viés algorítmico. A utilização de dados historicamente enviesados pode levar a resultados imprecisos e comprometer a equidade no acesso ao diagnóstico. No campo das doenças neurodegenerativas, isso é particularmente sensível, uma vez que diferenças étnicas, genéticas e socioeconômicas podem afetar os padrões de progressão da doença. Além disso, a indefinição jurídica sobre a responsabilidade em casos de erro diagnóstico envolvendo IA ainda é um entrave para a plena implementação dessas tecnologias na prática clínica, exigindo regulamentações específicas para garantir a segurança dos pacientes.

De acordo com Telles e Alcântara (2024), outro obstáculo relevante para o uso efetivo da IA no diagnóstico de doenças neurodegenerativas reside no desconhecimento dos próprios limites da tecnologia. Muitas ferramentas ainda operam como “caixas-pretas”, onde o processo interno de decisão não é totalmente compreendido nem pelos próprios desenvolvedores. Essa falta de interpretabilidade compromete a confiança dos profissionais de saúde e dificulta a aceitação da IA no ambiente clínico. Soma-se a isso a escassez de formação específica em inteligência artificial entre médicos e demais profissionais da saúde, o que reforça a necessidade urgente de investimentos em capacitação técnica, educação continuada e na elaboração de protocolos claros que viabilizem a integração segura, eficiente e ética dessas tecnologias à prática assistencial.

PERSPECTIVAS FUTURAS

As perspectivas futuras do uso da IA no diagnóstico precoce das doenças neurodegenerativas apontam para uma transformação progressiva da prática clínica neurológica, com ênfase na personalização e na precisão diagnóstica. A crescente capacidade dos algoritmos de DL de analisar grandes volumes de dados biomédicos, especialmente imagens de neuroimagem funcional e estrutural, configura um avanço sem precedentes na detecção precoce de doenças como Alzheimer, Parkinson e demência frontotemporal (Chang; Lin; Lane, 2021; Akram *et al.*, 2024).

Com a ampliação dos bancos de dados clínicos e a crescente integração entre informações genéticas, moleculares, clínicas e de imagem, espera-se que a IA seja capaz de realizar diagnósticos preditivos ainda antes do surgimento dos primeiros sintomas cognitivos evidentes. Isso é particularmente relevante para o Alzheimer, cuja fase prodromica pode durar anos, sendo uma janela crítica para intervenção precoce. Nesse contexto, a aplicação de modelos baseados em ML tem se mostrado eficaz na identificação de assinaturas biológicas em exames de sangue e fluido cerebrospinal, sugerindo a utilidade futura de exames menos invasivos, porém altamente sensíveis (Chen, 2024; Krawczuk; Kulczyńska-Przybik; Mroczko, 2024).

Além disso, a combinação da IA com tecnologias emergentes como a RMf e a PET tende a fortalecer a acurácia dos sistemas diagnósticos. Modelos computacionais integrativos, treinados com dados heterogêneos e longitudinais, podem superar os limites dos métodos tradicionais, oferecendo uma visão mais holística e preditiva da progressão neurodegenerativa (Rao *et al.*, 2024; Song, 2024). Tais tecnologias podem, inclusive, distinguir entre diferentes subtipos de demência, como sugerido por Britto *et al.* (2024), favorecendo decisões terapêuticas mais individualizadas.

Do ponto de vista da prática clínica, espera-se uma incorporação mais sistemática de plataformas baseadas em IA nos fluxos de atendimento ambulatorial e hospitalar, inclusive com uso de sistemas de suporte à decisão clínica. Isso inclui a análise automática de exames de imagem, alertas de risco personalizados e integração com históricos eletrônicos de saúde, promovendo maior eficiência e redução de erros (Costa *et al.*, 2024; Bin Akhtar, 2025). Entretanto, esse cenário futurista impõe desafios éticos, técnicos e regulatórios. A questão da explicabilidade dos algoritmos (“caixa-preta”) permanece uma barreira significativa para a adoção clínica plena, sendo necessário investir em modelos transparentes e auditáveis (Magalhães *et al.*, 2024).

Outro aspecto que desponta é o uso da IA como ferramenta para triagem populacional em larga escala. Isso seria particularmente útil em sistemas públicos de saúde, possibilitando o rastreamento precoce de grupos de risco com base em fatores genéticos, ambientais e comportamentais, por meio da análise de grandes bancos de dados epidemiológicos (Sahay; Singh; Aggarwal, 2024; Tsutsumi *et al.*, 2025). Nesse sentido, os algoritmos de IA podem ser utilizados como filtros iniciais, otimizando o encaminhamento para especialistas e reduzindo custos com exames de alto custo.

Em paralelo, a pesquisa aponta para o crescimento do uso da IA em ensaios clínicos, auxiliando na seleção de pacientes com maior risco de progressão para estágios mais graves da doença e monitorando com maior precisão os efeitos de intervenções farmacológicas ou não farmacológicas (Simonassi *et al.*, 2024). A capacidade de estratificação de pacientes baseada em IA pode facilitar o desenho de estudos mais robustos, acelerar a descoberta de novos tratamentos e promover terapias mais direcionadas.

As perspectivas futuras do uso da IA no diagnóstico das doenças neurodegenerativas são amplas e promissoras. A consolidação dessas tecnologias exige esforços interdisciplinares, investimento em infraestrutura digital, capacitação profissional e regulamentações que equilibrem inovação com responsabilidade ética. Se bem implementadas, as soluções baseadas em IA podem representar um marco no manejo clínico das doenças neurodegenerativas, antecipando o diagnóstico, personalizando o cuidado e ampliando as possibilidades terapêuticas disponíveis.

CONCLUSÃO

As doenças neurodegenerativas representam um dos maiores desafios contemporâneos da medicina, dada sua natureza progressiva, multifatorial e, até o momento, incurável. O impacto crescente dessas patologias sobre a saúde pública, impulsionado pelo envelhecimento populacional, exige abordagens diagnósticas cada vez mais precisas, sensíveis e antecipatórias. Nesse contexto, a inteligência artificial emerge como uma aliada fundamental na superação das limitações tradicionais, oferecendo ferramentas capazes de integrar e interpretar grandes volumes de dados clínicos, genéticos e de imagem.

Ao longo deste capítulo, observou-se como os avanços tecnológicos, sobretudo nas áreas de ML e DL, têm revolucionado a forma de identificar e monitorar doenças como Alzheimer, Parkinson e esclerose múltipla. A possibilidade de diagnóstico precoce, antes mesmo do aparecimento dos sintomas clínicos, aponta para um futuro promissor no qual a medicina será cada vez mais personalizada e preditiva.

Entretanto, os benefícios da IA não se concretizam sem a devida atenção às suas limitações técnicas, éticas e sociais. A necessidade de bases de dados robustas, a explicabilidade dos algoritmos, a proteção da privacidade dos pacientes e o enfrentamento de vieses estruturais são questões críticas que ainda demandam soluções integradas e interdisciplinares. Além disso, a aceitação clínica dessas tecnologias requer a capacitação contínua dos profissionais de saúde e a formulação de marcos regulatórios específicos.

Em síntese, embora ainda existam barreiras a serem superadas, a incorporação responsável da inteligência artificial no diagnóstico das doenças neurodegenerativas tem o potencial de transformar radicalmente o cuidado neurológico. Se guiada por princípios éticos, científicos e humanísticos, essa inovação pode não apenas ampliar a acurácia diagnóstica, mas também oferecer novas possibilidades de intervenção, qualidade de vida e esperança para milhões de pessoas em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

AKRAM, A. S. *et al.* Advancing the frontier: Neuroimaging techniques in the early detection and management of neurodegenerative diseases. **Cureus**, v. 16, n. 5, p. e61335, 2024.

BIN AKHTAR, Z. Artificial intelligence within medical diagnostics: A multi-disease perspective. **Artificial Intelligence in Health**, p. 5173, 2025.

BRAGA, T. M. *et al.* O uso de inteligência artificial na interpretação de exames médicos. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 1–11, 2024.

BRITO, E. N. D. *et al.* Inteligência Artificial no diagnóstico de doenças neurodegenerativas: uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e482101120004, 2021.

BRITO, P. R. DA S. *et al.* Desafios no diagnóstico da doença de Alzheimer. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 3, p. 2818–2826, 2024.

BRITTO, L. V. *et al.* Desafios diagnósticos e abordagens terapêuticas na demência frontotemporal. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 4682–4690, 2024.

CHANG, C.-H.; LIN, C.-H.; LANE, H.-Y. Machine learning and novel biomarkers for the diagnosis of Alzheimer's disease. **International journal of molecular sciences**, v. 22, n. 5, p. 2761, 2021.

CHEN, C. AI-Aided Diagnosis For Neurodegenerative Diseases: Prospects And Challenges. *Transactions on Materials*, **Biotechnology and Life Sciences**, p. 67–72, 2024.

COSTA, P. G. *et al.* Aplicação de inteligência artificial em diagnóstico médico. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 3, p. e69616, 2024.

DAMASCENO, E. R. R. *et al.* O uso da Inteligência Artificial no tratamento de pacientes com danos neurológicos severos: uma revisão integrativa de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 11, n. 2, p. 1-15, 2025.

DIAS, A. S. *et al.* Inteligência artificial no diagnóstico de transtornos neurodegenerativos: uma revisão de literatura. **Lampiar – Revista de Conhecimentos**, v. 4, n. 1, p. 1-20, 2021.

KRAWCZUK, D.; KULCZYŃSKA-PRZYBIK, A.; MROCZKO, B. Clinical application of blood biomarkers in neurodegenerative diseases-present and future perspectives. **International journal of molecular sciences**, v. 25, n. 15, p. 8132, 2024.

KUMAR, R. *et al.* Artificial intelligence-based methodologies for early diagnostic precision and personalized therapeutic strategies in neuro-ophthalmic and neurodegenerative pathologies. **Brain sciences**, v. 14, n. 12, 2024.

MAGALHÃES, M. I. S. *et al.* Impacto da inteligência artificial no diagnóstico médico: desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 1, p. 1477-1485, 2024.

PAIVA, N.; ESCOVEDO, T. Detecção precoce de Alzheimer usando *machine learning*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL**, 15., 2021. *Anais...* [S.l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2021.

PAZ, E. G. *et al.* Doenças neurodegenerativas em adultos e idosos: um estudo epidemiológico descritivo. **Revista Neurociências**, v. 29, p. 1–11, 2021.

RAO, N. G. R. *et al.* Advances in computational biology for diagnosing neurodegenerative diseases: A comprehensive review. **Zhongguo ying yong sheng li xue za zhi [Chinese journal of applied physiology]**, v. 40, p. e20240008, 2024.

RAULIN, M. L. F.; ANGEL, D. J. Inteligência artificial na medicina: impactos e desafios. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 2801–2810, 2025.

SAHAY, R.; SINGH, A.; AGGARWAL, M. Role of artificial Intelligence in diagnostic medicine. **International Journal of Research and Review in Applied Science, Humanities, and Technology**, p. 49–53, 2024.

SHARMA, S. *et al.* Overview of neurodegenerative disorders. Em: **Cognitive Technologies. Singapore: Springer Nature Singapore**, p. 3–12, 2023.

SIMONASSI, G. S. *et al.* O impacto da inteligência artificial no diagnóstico médico: avanços, desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 2233-2242, 2024.

SONG, J. Application of AI-assisted medical imaging. **Highlights in Science, Engineering and Technology**, v. 123, p. 495–500, 2024.

TELLES, V. J.; ALCÂNTARA, M. S. Impactos e desafios da inteligência artificial na medicina: uma revisão atualizada da literatura. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 12, e215131247962, 2024.

TSUTSUMI, A. A. *et al.* Doença neurodegenerativas: novos horizontes em diagnóstico, tratamento e qualidade de vida. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 1, p. 5-20, 2025.

ULLAH, M. F. *et al.* Impact of sex differences and gender specificity on behavioral characteristics and pathophysiology of neurodegenerative disorders. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, v. 102, p. 95–105, 2019.

ZAIB, S. *et al.* Neurodegenerative diseases: Their onset, epidemiology, causes and treatment. **ChemistrySelect**, v. 8, n. 20, 2023.



C A P Í T U L O 11

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO CURSO DE MEDICINA

Artur Rodrigues de Oliveira

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

Heitor Dias Alves de Oliveira

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

Igor Ferreira Pires

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

Virgílio Soares Silva Marques

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

Karine Cristine de Almeida

Docente 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.

A evolução tecnológica tem impactado diversos setores da sociedade contemporânea, e a medicina não é exceção. Dentre as inovações que emergem com força no cenário atual, destaca-se a inteligência artificial (IA), que vem se consolidando como uma ferramenta promissora não apenas para a prática clínica, mas também para a formação de profissionais da saúde. Sua capacidade de analisar grandes volumes de dados, adaptar conteúdos de forma personalizada e simular contextos complexos tem revolucionado a dinâmica do ensino-aprendizagem na área médica (Nagi *et al.*, 2023).

Tradicionalmente, a educação médica foi estruturada com base em aulas expositivas, estudos dirigidos e práticas supervisionadas. No entanto, esse modelo tem sido questionado diante das novas demandas do século XXI, que exigem profissionais capazes de lidar com informação em tempo real, de forma crítica, autônoma e integrada. Nesse contexto, a IA surge como um recurso capaz de atender a essas necessidades, oferecendo soluções inovadoras para o ensino médico, tanto na graduação quanto na educação continuada (Tolentino *et al.*, 2023).

Com o uso de algoritmos e redes neurais artificiais, sistemas inteligentes são capazes de fornecer feedback imediato, detectar dificuldades individuais, propor trilhas de aprendizagem personalizadas e promover maior engajamento dos discentes. Isso contribui para uma formação mais eficiente e centrada no estudante, conforme aponta Sapci e Sapci (2020), ao defenderem a inserção formal da IA nos currículos médicos como competência essencial.

Ademais, a inserção da IA na formação médica também reflete um movimento maior de transformação digital na saúde, impulsionado por políticas públicas e demandas institucionais por eficiência, segurança e qualidade assistencial. Dessa forma, não se trata apenas de uma mudança pedagógica, mas de uma reconfiguração estrutural do modo como se ensina e aprende medicina, exigindo do corpo docente novas habilidades tecnológicas e sensibilidade ética (Weidener; Fischer, 2023).

Neste contexto, este capítulo tem como objetivo discutir, com base em revisão de literatura atualizada, os principais benefícios, aplicações práticas, desafios e perspectivas futuras da IA no ensino médico. A análise será realizada à luz de evidências científicas e proposições teóricas que visam contribuir para a compreensão do papel transformador da IA na formação dos futuros profissionais da saúde.

BENEFÍCIOS DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE MEDICINA

A IA tem proporcionado inúmeras vantagens ao ensino médico, destacando-se sua capacidade de personalizar o processo de aprendizagem. A utilização de sistemas adaptativos permite que os estudantes sejam avaliados em tempo real, recebendo feedbacks imediatos e orientações específicas para seus pontos de dificuldade. De acordo com Nagi *et al.* (2023), esse tipo de abordagem tem se mostrado eficaz na melhoria do desempenho acadêmico e na retenção de conteúdo.

Nesse sentido, a integração da IA na educação médica tem se mostrado uma ferramenta promissora, com estudos recentes destacando seu desempenho superior em diversas áreas. Alessi *et al.* (2024) demonstraram que o ChatGPT obteve maior precisão em questões de exames médicos brasileiros em comparação com estudantes de medicina, inclusive os do último ano. Complementarmente, Varma *et al.* (2023)

observaram em sua revisão sistemática que a IA apresentou alta acurácia em estudos que testaram diretamente suas habilidades, sugerindo um papel favorável como complemento aos currículos de graduação médica e superando métodos de ensino tradicionais.

Outro aspecto importante é a capacidade dessa ferramenta em aumentar o engajamento dos alunos. Plataformas interativas baseadas em IA, como tutores inteligentes e simuladores clínicos com respostas autônomas, criam ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, motivando os discentes a explorarem situações complexas com segurança. Franco (2024) destaca que esse tipo de tecnologia permite uma aproximação entre a teoria e a prática, favorecendo o desenvolvimento de habilidades clínicas desde os primeiros anos da graduação.

A IA também tem ampliado o acesso ao conhecimento, especialmente em contextos de ensino remoto ou em instituições com recursos limitados. Ferramentas como assistentes virtuais, sistemas de busca semântica e geradores de resumos automáticos possibilitam que estudantes explorem materiais com maior autonomia e profundidade. Essa democratização do conhecimento é ressaltada por Oliveira *et al.* (2024), ao evidenciarem o papel da IA na inclusão digital e na promoção de equidade educacional.

Do ponto de vista institucional, a IA auxilia na gestão do ensino médico ao permitir o monitoramento do desempenho dos alunos, a identificação de padrões de aprendizagem e a proposição de intervenções pedagógicas personalizadas. Tolentino *et al.* (2023) ressaltam que essas ferramentas podem contribuir para a redução da evasão escolar, além de apoiar a avaliação institucional de cursos.

Por fim, a IA contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, ao oferecer aos estudantes a oportunidade de interagir com diferentes fontes de informação, comparar alternativas diagnósticas e terapêuticas e refletir sobre a tomada de decisão clínica. Essa abordagem ativa e reflexiva é considerada essencial para a formação médica contemporânea (Sapci; Sapci, 2020).

APLICAÇÕES PRÁTICAS DO USO DA IA NA EDUCAÇÃO MÉDICA

A inteligência artificial tem sido aplicada de forma concreta em diversos contextos da educação médica, desde a elaboração de conteúdos adaptativos até a simulação de pacientes virtuais. Segundo Chan e Zary (2019), os sistemas baseados em IA estão sendo incorporados como ferramentas auxiliares no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo desde suporte à resolução de problemas clínicos até análise preditiva do desempenho discente.

Uma das aplicações mais difundidas é o uso de tutores inteligentes, que atuam como assistentes virtuais para auxiliar estudantes na revisão de conteúdos, esclarecimento de dúvidas e resolução de exercícios. Esses sistemas podem ajustar a complexidade dos problemas propostos com base no histórico de respostas do aluno, promovendo assim um aprendizado personalizado e mais eficaz (Nagi *et al.*, 2023).

Além disso, simuladores clínicos, dotados de IA, permitem que os alunos pratiquem procedimentos médicos em ambientes controlados e realísticos. Esses simuladores são capazes de responder dinamicamente às ações dos estudantes, oferecendo feedback imediato sobre seus erros e acertos. Assim, essas simulações aumentam a confiança dos alunos, promovem a segurança do paciente e contribuem para o desenvolvimento de competências clínicas (Franco, 2024).

Outro exemplo de aplicação prática é o uso de sistemas de correção automatizada de provas discursivas. Esses programas avaliam a coerência textual, a estrutura da argumentação e a utilização adequada de conceitos-chave, permitindo aos docentes maior agilidade na correção e aos alunos um retorno mais rápido sobre seu desempenho (Ventura *et al.*, 2023).

Por fim, as plataformas de análise de desempenho acadêmico baseadas em IA têm permitido identificar padrões de aprendizado e prever quais estudantes apresentam maior risco de reprovação ou evasão. Tais ferramentas têm sido utilizadas por instituições como parte de suas estratégias de acompanhamento pedagógico e de intervenção precoce (Tolentino *et al.*, 2023).

Observa-se, portanto, que a IA oferece inúmeros benefícios para o ensino e a avaliação médica, com diversas aplicações práticas. Narayanan *et al.* (2023) destacam que as ferramentas de IA podem ser utilizadas para aprimorar o processo de aprendizagem dos alunos, incluindo *chatbots*, sistemas de tutoria inteligentes, pacientes virtuais, gamificação e sistemas de aprendizagem adaptativos, além de auxiliar na avaliação do conhecimento teórico, diagnóstico e habilidades processuais e de resposta a emergências. Complementarmente, Dave e Patel (2023) enfatizam que a IA tem sido integrada na educação médica e odontológica, proporcionando simulações virtuais para treinamento prático e personalização da experiência de aprendizado para os alunos.

Essas aplicações demonstram que a IA pode ser integrada de forma efetiva ao cotidiano educacional, otimizando o processo de ensino-aprendizagem, aumentando a eficiência institucional e contribuindo para a formação de médicos mais bem preparados para a prática profissional.

DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO USO DA IA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE MEDICINA

Apesar das inegáveis vantagens, o uso da inteligência artificial na educação médica também impõe desafios significativos. Um dos principais entraves diz respeito à resistência à inovação, tanto por parte de professores quanto de alunos. Muitos docentes ainda demonstram insegurança ou desconhecimento quanto ao funcionamento e à potencialidade das tecnologias de IA, o que dificulta sua adoção no contexto pedagógico (Weidener; Fischer, 2023).

Além disso, existe o receio de que a IA possa substituir o papel do educador, desvalorizando o contato humano e o processo de mediação crítica. Essa preocupação é pertinente, pois o ensino médico requer uma formação humanizada e centrada na empatia, algo que os algoritmos não conseguem replicar plenamente. Nesse sentido, Gomes, Montanini e Sobrinho (2024) reforçam que a IA deve ser vista como ferramenta complementar e não substitutiva da atuação docente.

Outro desafio está relacionado à infraestrutura tecnológica necessária para a implementação de soluções baseadas em IA. Em muitas instituições, especialmente nas regiões mais carentes, faltam recursos como acesso à internet de alta velocidade, equipamentos adequados e suporte técnico especializado. Isso cria desigualdades no acesso às inovações, limitando os potenciais benefícios da IA à educação (Oliveira *et al.*, 2024).

No campo ético e legal, surgem questionamentos importantes sobre a privacidade e o uso de dados sensíveis. A coleta e o processamento de informações pessoais dos estudantes por sistemas de IA requerem regulação clara, a fim de garantir a segurança, o consentimento informado e o uso responsável dos dados. Santos e Lucas (2021) destacam a necessidade de normativas específicas que regulem a inteligência artificial na medicina, sobretudo no âmbito educacional.

Além disso, a IA não está imune a erros. O uso de algoritmos pode reproduzir vieses preexistentes nos bancos de dados utilizados para treinamento, levando a inferências equivocadas ou injustas. Esse problema foi identificado por Sapci e Sapci (2020), que alertam para a importância de se revisar e validar constantemente os modelos utilizados.

Por fim, destaca-se a carência de formação específica dos profissionais da educação médica em tecnologias de IA. Muitos docentes ainda não receberam capacitação adequada para utilizar essas ferramentas de forma pedagógica e crítica. Tolentino *et al.* (2023) sugerem que a formação docente em IA seja incluída nos programas de desenvolvimento profissional das instituições de ensino superior da área da saúde.

Esses desafios mostram que a adoção da IA na educação médica não deve ser feita de maneira acrítica ou apressada, mas sim acompanhada de planejamento, reflexão ética e investimento institucional. É fundamental que a integração dessas tecnologias respeite os princípios pedagógicos da formação em saúde, privilegiando a autonomia, o pensamento crítico e a humanização do cuidado. A aplicação da IA na educação e na saúde, bem como em outras áreas, demonstra o potencial da tecnologia para otimizar o ensino, auxiliar em diagnósticos, tratamentos e na gestão de recursos, bem como em suporte à saúde mental, apesar dos desafios éticos, de infraestrutura e da necessidade de treinamento para professores e alunos (Almeida *et al.*, 2023; Hofiner *et al.*, 2023).

PERSPECTIVAS DE FUTURO DO USO DA IA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE MEDICINA

As perspectivas futuras para o uso da inteligência artificial no ensino médico são vastas e apontam para uma integração cada vez mais sofisticada e personalizada. Com os avanços em aprendizado de máquina, big data e computação cognitiva, espera-se que as ferramentas de IA se tornem capazes de oferecer experiências educacionais adaptativas em tempo real, ajustando conteúdos, metodologias e avaliações conforme o perfil e a trajetória de cada estudante (Chan; Zary, 2019).

Além disso, novas formas de interação entre discentes e tecnologias emergem com o uso de IA combinada à realidade aumentada e virtual. Esses recursos podem criar ambientes imersivos de aprendizagem, nos quais os estudantes simulem procedimentos complexos, tomem decisões clínicas e interajam com cenários próximos aos da prática profissional. Segundo Weidener e Fischer (2023), tais tecnologias permitem o desenvolvimento de habilidades técnicas e comportamentais de forma simultânea.

Outra tendência é a integração da IA nos sistemas de avaliação por competências. Plataformas poderão não apenas registrar o desempenho dos alunos, mas também gerar análises preditivas sobre sua prontidão para práticas clínicas, sugerindo intervenções educacionais individualizadas. Tolentino *et al.* (2023) apontam que isso poderá tornar os processos avaliativos mais justos, objetivos e eficazes.

No âmbito da formação docente, espera-se o fortalecimento de políticas institucionais voltadas à capacitação em IA, de forma que os professores deixem de ser apenas usuários dessas tecnologias e passem a atuar como mediadores críticos de seu uso pedagógico. Sapci e Sapci (2020) defendem que a compreensão profunda das potencialidades e limitações da IA é fundamental para que ela seja aplicada de maneira ética e estratégica.

Outra perspectiva promissora envolve a IA generativa, com sistemas como o ChatGPT sendo incorporados de modo regulamentado para apoio à redação científica, explicações personalizadas e suporte à resolução de problemas. Segundo Souza *et al.* (2024), o uso ético e supervisionado dessas ferramentas poderá enriquecer o repertório de aprendizagem sem comprometer a autonomia cognitiva dos discentes.

Internacionalmente, iniciativas como a integração da IA aos currículos médicos nos Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha já são uma realidade. O estudo de Sapci e Sapci (2020) mostra que universidades de ponta estão criando disciplinas específicas de inteligência artificial aplicada à saúde, com foco em ética, interpretação de dados e desenvolvimento de habilidades digitais críticas.

Por fim, vislumbra-se um cenário em que a IA atuará não apenas como instrumento pedagógico, mas como parceira na construção do conhecimento médico. Isso exigirá revisão de marcos regulatórios, desenvolvimento de infraestrutura robusta e, sobretudo, uma cultura institucional voltada à inovação, à ética e ao compromisso com a formação de profissionais de saúde capacitados para os desafios do século XXI.

A inteligência artificial na educação demonstra seu potencial para otimizar o ensino, auxiliar em diagnósticos, tratamentos e gestão de recursos, bem como em suporte à saúde mental. A personalização da aprendizagem, a automação de tarefas e a promoção da aprendizagem colaborativa são alguns dos benefícios observados (Barbosa, 2023; Oliveira e Vicente, 2021). Contudo, a implementação da IA na educação enfrenta desafios éticos, de infraestrutura, e a necessidade de treinamento adequado para professores e alunos, exigindo cautela e uma abordagem conjunta com o conhecimento pedagógico dos profissionais da educação (Barbosa, 2023; Bernardes *et al.*, 2024; Duque *et al.*, 2023; Oliveira e Vicente, 2021).

CONCLUSÃO

A incorporação da inteligência artificial na educação médica representa uma das transformações mais relevantes no campo do ensino em saúde nas últimas décadas. Suas contribuições vão desde a personalização da aprendizagem até o aprimoramento da avaliação e da simulação clínica, permitindo a construção de percursos educacionais mais eficazes, interativos e centrados no estudante. Ao longo deste capítulo, foram evidenciados os múltiplos benefícios da IA no contexto educacional, bem como suas aplicações práticas e potenciais de inovação para a formação médica contemporânea.

Contudo, também foram discutidos os desafios e limitações que cercam essa integração. Barreiras técnicas, estruturais, éticas e formativas ainda impedem que muitas instituições utilizem todo o potencial da IA de maneira equitativa e segura. Problemas como a ausência de políticas claras de regulação, o risco de vieses algorítmicos e a falta de capacitação docente são obstáculos que exigem atenção urgente por parte das lideranças Discentes e políticas educacionais.

As perspectivas de futuro, no entanto, são promissoras. O avanço acelerado das tecnologias, somado ao amadurecimento institucional e à criação de marcos regulatórios apropriados, tende a consolidar a IA como aliada estratégica do ensino médico. Iniciativas internacionais já demonstram que é possível integrar inteligência artificial aos currículos de forma ética, pedagógica e inovadora, preparando futuros médicos para um mundo cada vez mais digital e interconectado.

É essencial, entretanto, que essa integração não se limite a aspectos técnicos. A IA deve ser usada para fortalecer os princípios fundamentais da educação médica, como a humanização do cuidado, a empatia e o raciocínio clínico crítico. Seu uso deve promover a autonomia dos discentes e não substituir a reflexão, a escuta e o vínculo humano, que são insubstituíveis na prática médica.

Por fim, cabe às instituições de ensino superior, aos gestores educacionais e aos próprios estudantes o papel de protagonizar essa transformação. Ao reconhecer as potencialidades e os riscos da IA com responsabilidade e compromisso ético, será possível construir uma educação médica mais inclusiva, eficiente e alinhada às necessidades da sociedade contemporânea. A inteligência artificial, quando bem aplicada, não é uma ameaça à formação médica, mas uma oportunidade única de aperfeiçoá-la.

REFERÊNCIAS

- ALESSI, M. R. *et al.* Performance of ChatGPT in solving questions from the progress test (Brazilian National Medical Exam): A potential artificial intelligence tool in medical practice. **Cureus**, v. 16, n. 7, p. e64924, 2024.
- ALMEIDA, D. *et al.* Aplicações da inteligência artificial. **Grupo de Pesquisa Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 1-6, 2023.
- BARBOSA, C. R. de A. C. Transformações no ensino-aprendizagem com o uso da inteligência artificial: revisão sistemática da literatura. **RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 5, p. e453103, 2023.
- BERNARDES, A. L. M. *et al.* O uso da inteligência artificial como ferramenta no diagnóstico de doenças e na formação dos médicos: uma mini revisão integrativa. **RESU - Revista Educação em Saúde**, v. 12, n. 1, p. 221-227, 2024.
- CHAN, K. S.; ZARY, N. Applications and challenges of implementing artificial intelligence in medical education. **Medical Education Online**, v. 5, n. 1, p. e13930, 2019.

DAVE, M.; PATEL, N. Artificial intelligence in healthcare and education. **British Dental Journal**, v. 234, n. 10, p. 761–764, 2023.

DUQUE, R. C. S. *et al.* Inteligência artificial e a transformação do ensino superior: um olhar para o futuro. **IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR JHSS)**, v. 28, n. 9, p. 1-6, 2023.

FRANCO, G. M.O. Inteligência artificial na medicina: avanços e desafios. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 05, n. 2024, p. 1-21, 2024.

GOMES, S. A.; MONTANINI, J. F.; SOBRINHO, H. M. R. O uso da Inteligência Artificial na Medicina: os benefícios e desafios da parceria homem-tecnologia na saúde. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 12, 2024.

HOFINER, A. L. C. *et al.* Inteligência artificial na sociedade: desdobramentos na educação, saúde e saúde mental. **Grupo de Pesquisa Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, 2023.

NAGI, F. *et al.* Applications of artificial intelligence (AI) in medical education: a scoping review. **Journal of Education and Health**, v. 29, n. 305, p. 648-651, 2023.

NARAYANAN, S. *et al.* Artificial intelligence revolutionizing the field of medical education. **Journal of Advances in Medical Education**, v. 15, n. 11, e49604, 2023.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* Inteligência artificial generativa: educação, acessibilidade e inclusão. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 12, p. 01-17, 2024.

OLIVEIRA, R. L.; VICENTE, K. B. Estudo sobre o uso das tecnologias digitais no ensino da medicina com inteligência artificial. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 8, n. 50, p. 1-11, 2021.

SANTOS, D. O.; LUCAS, L. B. Considerações sobre os desafios jurídicos do uso da Inteligência Artificial na medicina. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, n. 46, p. 71-92, ago. 2021.

SAPCI, A. H.; SAPCI, H. A. Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students. **JMIR Medical Education**, v. 6, n. 1, p. e19285, 2020.

SOUZA, C. O. *et al.* ChatGPT e tomada de decisão em medicina, onde estamos: revisão integrativa. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 9, p. 01-13, 2024.

TOLENTINO, R. M. *et al.* Curriculum frameworks and educational programs in AI for medical students. **International Journal of Medical Informatics**, v. 10, e54793, 2023.

VARMA, J. R. *et al.* The Global use of Artificial Intelligence in the undergraduate medical curriculum: a systematic review. **International Journal of Medical Students**, v. 15, n. 5, 2023.

VENTURA, J. J. N.; RODRIGUES, C. M. O.; ARMANDO, N. Automatic Exam Correction System Involving XAI for Admission to Public Higher Education Institutions: Literature Review. **Anais da 27ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Informação Empresarial**, v. 1, SciTePress, p. 895-904, 2025.

WEIDENER, L.; FISCHER, M. Artificial intelligence teaching as part of medical education. **Medical Teacher**, v. 9, e46428, 2023.



C A P Í T U L O 12

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO TRATAMENTO DE DOENÇAS MENTAIS

Letícia Bruno Pereira

Discente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM.

Rafaella Cunha Braga

Discente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM.

Sidnei Passos Silveira Neto

Discente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM.

Yngrid Abadia Menezes Gomes

Discente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM.

Ulisses Rezende Brandão

Docente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas-UNIPAM.

Natália de Fátima Gonçalves Amâncio

Docente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas-UNIPAM.

Luciana Mendonça Arantes

Docente do curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas-UNIPAM.

Nas últimas décadas, a inteligência artificial (IA) deixou de ser um conceito restrito à ficção científica para se consolidar como uma ferramenta concreta e promissora em diversos campos da ciência e da sociedade (Ferreira *et al.*, 2024). No contexto da saúde, essa tecnologia tem sido progressivamente incorporada aos processos de diagnóstico, tratamento e gestão de dados clínicos, promovendo avanços significativos em termos de eficiência e personalização das intervenções médicas (Santos *et al.*, 2024). Particularmente na área da saúde mental, observa-se

um grande potencial de impacto, diante dos desafios persistentes relacionados ao acesso aos serviços, à escassez de profissionais e à maior complexidade diagnóstica, uma vez que, diferentemente de outras especialidades, essa área carece de exames complementares objetivos para confirmação diagnóstica (Silva; Oliveira, 2024).

O uso da inteligência artificial no diagnóstico e tratamento de doenças mentais representa um dos caminhos mais inovadores e, ao mesmo tempo, desafiadores da medicina contemporânea. A complexidade das condições psiquiátricas, frequentemente marcadas por sintomas sobrepostos, evolução crônica e múltiplos determinantes biopsicossociais, torna a atuação médica ainda mais dependente de ferramentas que auxiliem na coleta, análise e interpretação de grandes volumes de dados subjetivos e objetivos (Souza *et al.*, 2024). Nesse contexto, a IA surge como uma aliada potencial na construção de ferramentas capazes de identificar padrões em relatos clínicos, sinais biométricos, redes sociais e históricos de saúde, promovendo maior precisão e celeridade nos diagnósticos.

Contudo, surgem importantes discussões éticas e epistemológicas sobre os limites dessa tecnologia no campo das relações humanas. O cuidado em saúde mental está profundamente ligado à escuta, à empatia e ao vínculo terapêutico, dimensões que, até o momento, resistem à completa automatização (Pereira; Lima, 2024). Assim, o debate sobre o uso da inteligência artificial nesse contexto exige uma análise cuidadosa, que considere tanto os benefícios clínicos quanto os potenciais riscos sociais e emocionais. Como essas ferramentas operam a partir de grandes volumes de dados, torna-se essencial garantir o consentimento informado e a segurança dessas bases (Souza *et al.*, 2024). Soma-se a isso o risco de desumanização do cuidado, já que a IA não é capaz de replicar a empatia e o vínculo terapêutico, elementos fundamentais na prática clínica (Pereira; Lima, 2024). Além disso, persiste a indefinição quanto à responsabilidade por eventuais erros cometidos por sistemas automatizados (Santos *et al.*, 2024).

A implementação da inteligência artificial tem o potencial de ampliar significativamente o acesso aos serviços de saúde mental. Em regiões remotas ou com escassez de profissionais, sistemas baseados em IA, como assistentes virtuais, triagens automatizadas e plataformas de telepsiquiatria, têm se mostrado eficazes em reduzir barreiras geográficas e socioeconômicas (Souza *et al.*, 2024). Além disso, tecnologias de IA podem ser integradas a dispositivos móveis, facilitando o monitoramento contínuo do bem-estar emocional e a detecção precoce de episódios de recaída ou crises, especialmente em populações vulneráveis.

Um dos principais trunfos da inteligência artificial na saúde mental é sua escalabilidade. Diferente das abordagens tradicionais, que dependem fortemente da disponibilidade de profissionais especializados, as soluções baseadas em IA podem ser replicadas em larga escala com custos relativamente baixos após seu

desenvolvimento inicial. Plataformas de triagem automática, análise de linguagem natural e algoritmos de previsão de risco, por exemplo, têm sido aplicadas com sucesso em contextos populacionais, auxiliando na gestão de sistemas de saúde pública (Silva; Oliveira, 2024).

A escalabilidade também permite a coleta e análise de grandes volumes de dados em tempo real, o que pode favorecer a vigilância epidemiológica de transtornos mentais e a formulação de políticas públicas mais precisas e atualizadas. No entanto, é necessário cautela: a expansão acelerada dessas tecnologias exige investimentos em infraestrutura digital, capacitação de profissionais e revisão de marcos éticos e regulatórios (Santos *et al.*, 2024).

Entre os riscos associados ao uso da IA estão os vieses nos algoritmos, que podem reproduzir desigualdades sociais, levando a decisões clínicas injustas (Silva; Oliveira, 2024). Outro ponto crítico é a possível dependência excessiva dos sistemas, o que pode enfraquecer a autonomia dos profissionais e limitar a participação ativa dos pacientes (Pereira; Lima, 2024). Além disso, a adoção apressada da IA visando economia de recursos, pode comprometer a qualidade do atendimento (Souza *et al.*, 2024).

Apesar dos desafios, a IA tem o potencial para transformar positivamente a saúde mental. Ferramentas inteligentes podem auxiliar no diagnóstico precoce, na personalização do tratamento e no monitoramento contínuo dos pacientes (Santos *et al.*, 2024). A tendência é que se desenvolvam modelos híbridos, nos quais a tecnologia apoia, mas não substitui, o profissional de saúde. Com investimentos em regulação, ética e capacitação, a IA poderá ampliar a precisão e a eficiência dos cuidados em saúde mental (Silva; Oliveira, 2024; Pereira; Lima, 2024).

ABORDAGEM DE TRATAMENTO PERSONALIZADO

A crescente complexidade dos transtornos mentais, associada à diversidade de manifestações clínicas entre os indivíduos, têm impulsionado a busca por abordagens mais precisas e personalizadas. Nesse cenário, a inteligência artificial IA desponta como uma aliada promissora, ao permitir tanto a identificação precoce de padrões patológicos quanto o desenvolvimento de estratégias terapêuticas ajustadas às necessidades específicas de cada paciente. A capacidade de analisar grandes volumes de dados clínicos, comportamentais e neurobiológicos de maneira rápida e eficaz tornam a IA uma ferramenta poderosa no campo da saúde mental (Menezes *et al.*, 2023).

Segundo Monteiro *et al.* (2024), o uso da IA no tratamento da esquizofrenia permite não apenas diagnósticos mais ágeis e precisos, mas também o acompanhamento contínuo da evolução dos sintomas, com base em dados obtidos em tempo real por meio de dispositivos móveis e sensores. Os algoritmos de aprendizado de máquina

(*machine learning*) conseguem identificar alterações sutis no comportamento do paciente, sugerindo intervenções antes mesmo que uma crise se manifeste. Essa capacidade de predição é uma das maiores promessas da IA na psiquiatria moderna.

De forma complementar, Brito *et al.* (2021) destacam a aplicação da IA na análise de imagens cerebrais em pacientes com doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson. Por meio de técnicas como redes neurais convolucionais, os sistemas conseguem detectar alterações morfológicas em regiões específicas do cérebro, muitas vezes em estágios ainda assintomáticos da doença. Um paciente assintomático pode ter neuroimagens analisadas porque a inteligência artificial (IA) é capaz de identificar alterações morfológicas sutis no cérebro mesmo em estágios iniciais, quando ainda não há sintomas clínicos evidentes. Essas alterações podem passar despercebidas por profissionais humanos, especialmente nas fases iniciais da doença. Segundo esses autores, técnicas como redes neurais convolucionais permitem que a IA detecte padrões específicos em regiões cerebrais que indicam o desenvolvimento precoce dessas condições, oferecendo uma ferramenta complementar e mais sensível para o diagnóstico precoce.

A atuação da IA não se limita aos grandes centros de saúde ou hospitais especializados. Silva *et al.* (2024) investigam sua aplicação no contexto da atenção primária, demonstrando como ferramentas baseadas em IA podem apoiar a tomada de decisão de profissionais generalistas. O uso de assistentes clínicos inteligentes, alimentados por históricos médicos eletrônicos e diretrizes clínicas atualizadas, favorece o encaminhamento correto de pacientes com sintomas psiquiátricos, otimizando recursos e reduzindo a sobrecarga dos serviços especializados.

Contudo, a personalização do tratamento por meio da IA exige atenção cuidadosa a aspectos éticos e legais. Menezes *et al.* (2023) discutem a necessidade de estabelecer limites e regulamentações que garantam a confidencialidade dos dados dos pacientes, a transparência dos algoritmos utilizados e a responsabilidade por eventuais falhas nos diagnósticos ou tratamentos propostos por sistemas automatizados. Segundo os autores, a confiança nas tecnologias depende, em grande parte, de sua validação científica e da supervisão constante de profissionais qualificados.

A dimensão terapêutica da IA também tem avançado significativamente. A combinação entre inteligência artificial e realidade virtual tem sido eficaz no tratamento de transtornos como o transtorno do pânico. Através da criação de ambientes imersivos e controlados, pacientes são expostos gradualmente a situações geradoras de ansiedade, enquanto a IA monitora suas reações fisiológicas e adapta o cenário terapêutico em tempo real. Essa interação dinâmica entre paciente, terapeuta e tecnologia resulta em intervenções mais eficazes e com menor risco de efeitos colaterais (Rodrigues, 2022).

No campo da saúde mental aplicada à atenção primária, Silva *et al.* (2024) enfatizam o papel da IA como ferramenta de apoio à decisão clínica, auxiliando médicos generalistas na triagem e no encaminhamento de pacientes com suspeita de transtornos mentais. A análise de prontuários eletrônicos e a integração de dados de múltiplas fontes permitem que os sistemas façam sugestões de condutas baseadas em evidências, contribuindo para um atendimento mais qualificado e humanizado.

Menezes *et al.* (2023), por sua vez, apontam para a importância da ética no uso dessas tecnologias. A personalização do tratamento, embora benéfica, exige garantias quanto à proteção dos dados dos pacientes e à responsabilidade pelas decisões tomadas por sistemas automatizados. O estudo alerta sobre a necessidade de validação rigorosa dos algoritmos antes de sua implementação ampla na prática clínica.

Já Rodrigues (2022) destaca a integração entre IA e realidade virtual como uma inovação disruptiva no tratamento de transtornos de ansiedade e pânico. Ao permitir a criação de ambientes virtuais personalizados e responsivos, essa tecnologia proporciona ao paciente uma exposição controlada a estímulos fóbicos, favorecendo a dessensibilização gradual e segura, com alta taxa de sucesso terapêutico.

DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO APROPRIADOS

O processo de diagnóstico na prática médica é fundamentado em métodos clínicos tradicionais, que combinam a escuta ativa, análise de sinais e sintomas e exames complementares. Esses recursos continuam sendo pilares essenciais para a condução adequada de uma investigação diagnóstica. No entanto, algumas limitações podem surgir, principalmente em contextos de maior complexidade, onde fatores subjetivos e a ausência de marcadores biológicos claros dificultam uma definição precisa (Oliveira; Junior, 2020).

Nesse cenário, a Inteligência Artificial se apresenta como uma ferramenta de apoio capaz de aprimorar a acurácia diagnóstica. Por meio de técnicas como *machine learning*, a IA permite cruzar e interpretar grandes volumes de dados, identificando padrões e variáveis que, muitas vezes, passam despercebidos nas avaliações convencionais (Oliveira; Junior, 2020). Isso contribui não apenas para a maior precisão do diagnóstico, mas também para uma melhor personalização das condutas.

Adicionalmente, o uso da IA tem mostrado avanços significativos na análise de dados provenientes de neuroimagem, linguagem e variáveis clínicas. Estudos demonstram que algoritmos são capazes de interpretar padrões em exames de ressonância magnética e de estruturas cerebrais, alcançando taxas de acurácia de 86% na diferenciação entre indivíduos saudáveis e afetados por doenças psiquiátricas (Alexandre *et al.*, 2024). Esse tipo de análise tem se mostrado promissor, especialmente quanto aos critérios diagnósticos atuais, que são majoritariamente descritivos.

Além disso, na análise de linguagem e interações, modelos de IA que utilizam *Processamento de Linguagem Natural (PNL)* e *Machine Learning (ML)* demonstram um grande potencial. Oliveira *et al.* (2024) alcançaram até 92% de precisão na detecção automática de ideação suicida em ambientes clínicos, analisando respostas textuais de entrevistas (Escala de Avaliação de Depressão de Hamilton – HAMD), mesmo quando a ideação não era explicitamente revelada, observaram que o uso aumentado de palavras relacionadas à raiva ao discutir trabalho e atividades estava associado a um maior risco de suicídio.

Entre as inovações recentes na aplicação da inteligência artificial à saúde mental, destaca-se a análise de marcadores vocais como ferramenta diagnóstica. A depressão, por sua complexidade e ausência de biomarcadores objetivos, frequentemente desafia os métodos tradicionais de diagnóstico clínico (Anzolin, 2024). Nesse cenário, algoritmos de machine learning têm se mostrado eficazes na identificação de padrões acústicos da fala associados à depressão, como alterações no ritmo, intensidade e tonalidade vocal. Estudos demonstraram taxas de acurácia superiores a 95% na distinção entre indivíduos deprimidos e não deprimidos por meio de modelos baseados em voz, evidenciando a viabilidade dessa tecnologia como suporte diagnóstico (Bandeira *et al.*, 2024). Além de fornecerem discriminação precisa, esses sistemas permitem uma abordagem menos invasiva e mais acessível, com potencial para triagens automatizadas em diferentes faixas etárias e contextos clínicos.

Neste sentido, técnicas como Redes Neurais Artificiais (RNA) têm alcançado alta precisão na triagem de sintomas, utilizando dados de instrumentos como o DASS-21 e sensores vestíveis para monitoramento fisiológico em tempo real, o que viabiliza intervenções mais personalizadas e precoces (Farias *et al.*, 2025). Assim, a incorporação da IA no diagnóstico e tratamento de transtornos mentais representa não apenas uma evolução tecnológica, mas também uma oportunidade de tornar o cuidado em saúde mental mais acessível, assertivo e centrado no paciente.

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS DA IA

De acordo com Nogaroli (2020) o avanço da tecnologia nas ciências médicas tem gerado significativas transformações nos procedimentos clínicos, especialmente com a incorporação de sistemas baseados em inteligência artificial IA e robótica no ambiente cirúrgico. A cirurgia assistida por robôs, bem como as intervenções realizadas remotamente (telecirurgia), destacam-se como práticas inovadoras capazes de elevar a precisão dos procedimentos e reduzir os riscos operatórios. No entanto, a inserção dessas tecnologias traz consigo uma série de desafios ético-jurídicos que precisam ser cuidadosamente analisados.

Conforme Doneda (2018), o uso de robôs cirúrgicos requer capacitação técnica específica dos profissionais de saúde, o que impõe aos hospitais e centros médicos a responsabilidade de assegurar treinamento contínuo e adequado. Casos de falhas durante cirurgias, como os documentados nos Estados Unidos e no Reino Unido, evidenciam que a falta de preparo pode acarretar consequências graves, inclusive fatais. A discussão sobre a responsabilidade civil nesses contextos é complexa: pode envolver o profissional médico, a instituição hospitalar e até mesmo o fabricante do equipamento, a depender do fator causal identificado.

Seguindo os parâmetros de Oliveira (2018), a IA introduz uma camada adicional de complexidade, visto que certas máquinas já são capazes de operar com grau considerável de autonomia. Esse aspecto levanta questões fundamentais sobre a atribuição de responsabilidade em casos de dano, além de provocar debates sobre a possibilidade de conferir personalidade jurídica às máquinas inteligentes. É necessário definir juridicamente como essas tecnologias devem ser tratadas e quais os limites de sua atuação.

Outro ponto de destaque que Piteira, (2019) salienta é a exigência de um consentimento informado robusto e adaptado à realidade da cirurgia robótica. Os pacientes devem ser informados não apenas sobre os riscos tradicionais do procedimento, mas também sobre as especificidades da tecnologia empregada, como possibilidade de falhas técnicas, tempo de resposta da máquina (latência) e limitações operacionais.

Segundo Garcia (2020) a proteção de dados sensíveis dos pacientes também assume papel relevante, especialmente em procedimentos à distância, nos quais há transmissão digital de informações clínicas. A legislação brasileira, por meio da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), oferece diretrizes para garantir a segurança e a confidencialidade dessas informações.

Dessa forma, conforme o já estabelecido por Garcia (2020), embora as inovações em robótica e IA representem avanços promissores na área da saúde, é imprescindível que sejam acompanhadas de regulamentações claras e práticas éticas rigorosas, de modo a assegurar a segurança dos pacientes e a responsabilização adequada em casos de falhas.

CONCLUSÃO

Diante dos avanços apresentados, fica evidente que a IA representa uma ferramenta transformadora no campo da saúde mental. Sua capacidade de processar grandes volumes de dados, identificar padrões e oferecer suporte à tomada de decisões clínicas contribui significativamente para a ampliação do acesso, a personalização do atendimento e o aprimoramento da qualidade dos serviços. No

entanto, sua implementação deve ser acompanhada de rigorosos critérios éticos, legais e técnicos, a fim de garantir a privacidade dos pacientes, a transparência dos processos e a manutenção do cuidado humanizado.

Assim, a IA se consolida não como substituta, mas como uma aliada dos profissionais de saúde, fortalecendo práticas mais eficientes, seguras e acessíveis, desde que integrada de forma responsável e supervisionada.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, C. *et al.* Aplicação da Inteligência Artificial em transtornos mentais: uma revisão sistemática. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 4, p. e71764–e71764, 8 ago. 2024.

ANZOLIN, A. P. **Neurobiologia da depressão e do comportamento suicida: marcadores inflamatórios e impacto da cetamina**. 2024. 110p. Tese (Doutorado em Bioquímica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Bioquímica. 2024.

BANDEIRA, A. C. M. *et al.* O emprego da inteligência artificial/machine learning na detecção de depressão por meio de voz: uma mini revisão integrativa. **Revista Educação em Saúde**, v. 12, p. 91–97, 2024.

BRITO, E. *et al.* Inteligência artificial no diagnóstico de doenças neurodegenerativas: uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11. 2021.

DONEDA D. C. *et al.* Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. **Revista de Ciências Jurídicas**, v. 23, n. 4, p. 1-17, 2018.

FARIAS, K. A. S. *et al.* O uso de inteligência artificial no diagnóstico e tratamento de transtorno da ansiedade. **Revista Contemporânea (Caruaru)**, v. 5, n. 2, p. e7545, 2025.

FERREIRA, B. R. *et al.* Inteligência artificial na medicina: impactos e desafios. **Revista Ensino em Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 1, 2024.

GARCIA, A. C. Ética e Inteligência Artificial. **Computação Brasil**, n. 43, p. 14–22, 2020.

MENEZES, C. *et al.* Aplicação da inteligência artificial em transtornos mentais: uma revisão sistemática. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 01–21, 2023.

MONTEIRO, A. R.; BATISTA, A. A. L.; SOARES, L. R. F.; PIMENTEL, T. F. Aplicação da inteligência artificial em transtornos mentais: uma revisão sistemática. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 4, p. 214, 2024.

NOGAROLI, R. Implicações ético jurídicas da medicina robótica e inteligência artificial nas cirurgias e cuidados na saúde. **Conselho Federal de Medicina**, 2020. p. 27-49.

OLIVEIRA, F. E. *et al.* O Uso Da Inteligência Artificial Na Identificação Do Paciente Psiquiátrico Com Tendência Suicida. **Revista Contemporânea (Caruaru)**, v. 4, n. 10, p. e6253, 2024.

OLIVEIRA, L. M. DE; FERNANDES JUNIOR, L. C. C. Aplicabilidade da inteligência artificial na psiquiatria: uma revisão de ensaios clínicos. **Debates em Psiquiatria**, v. 10, n. 1, p. 14–25, 2020.

OLIVEIRA, S. R.; COSTA, R. S. Pode a máquina julgar? Considerações sobre o uso de inteligência artificial no processo de decisão judicial. **Revista de Argumentação e Hermenêutica jurídica**, v. 4, n. 2, p. 21-39, 2018.

PEREIRA, F.L.; LIMA, C. R. Inteligência artificial e as relações terapêuticas na saúde mental: possibilidades e desafios. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 98, n. 2, art. 2289, 2024.

PITEIRA, M., APARICIO, M.; COSTA, C. J. **A ética na inteligência artificial: Desafios**. In: Rocha, A., Pedrosa, I., Cota, M. P. and Goncalves, R. (Ed.), 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Coimbra: IEEE.

RODRIGUES, F. Inteligência artificial e doenças mentais. Recisatec – **Revista Científica Saúde e Tecnologia**, v. 1, n. 5, e1538, 2022.

SANTOS, L.V. *et al.* Inteligência artificial para saúde mental: uma análise patentométrica das tendências emergentes. **Revista de Ciência, Inovação e Tecnologia**, v. 15, n. 38, 2024.

SILVA, B. L. M.; NEUMANN, E.; BOVO, F.; PROCÓPIO, F. C.; XAVIER, N. Z.; FERREIRA DA SILVA, N. M. Uso de diagnósticos por imagens para fins de transtornos mentais: inteligência artificial e banco de imagens, como podem ajudar? **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 13, 2024.

SILVA, K. O.; OLIVEIRA, G. M. Aplicação da inteligência artificial no âmbito das doenças psiquiátricas: uma revisão bibliográfica. **Journal of Medical and Biological Research**, v. 2, n. 1, 2024.

SOUZA, J. A. de. *et al.* Saúde mental em tempos de inteligência artificial: estamos na vanguarda de uma nova era? **Revista Brasileira de Saúde e Tecnologia**, v. 14, 2024.



CAPÍTULO 13

O USO DE INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS NA BUSCA POR EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

Aginaldo Marcelino da Silva Junior

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

Leonardo Tomás Pacheco

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

Ana Laura Farias Benedetti

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

Karine Cristine de Almeida

Docente 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.

A transformação digital tem provocado mudanças profundas em diversos setores da sociedade, e na ciência não tem sido diferente. O crescimento exponencial da produção científica, especialmente na área da saúde, impõe desafios significativos à busca por informações relevantes, atualizadas e confiáveis. Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora para lidar com a sobrecarga informacional, oferecendo soluções capazes de automatizar processos antes manuais, como a triagem de artigos, extração de dados e análise de conteúdo (Malik; Singh, 2024). Com isso, a IA contribui de forma substancial para fortalecer a prática da medicina baseada em evidências, ampliando o acesso ao conhecimento científico de forma mais rápida, estruturada e inteligente (Feng *et al.*, 2022).

O uso de modelos como *Machine Learning*, *Deep Learning* e processamento de linguagem natural (PLN) já vem demonstrando resultados positivos na aceleração e qualificação das revisões sistemáticas, das diretrizes clínicas e até da elaboração

de políticas públicas em saúde (Sathe *et al.*, 2024). Ferramentas como *Rayyan*, *RobotReviewer* e *OpenReviewer* são exemplos concretos da aplicação de IA na filtragem de estudos e identificação de evidências relevantes (Santos *et al.*, 2023). Além de potencializar a eficiência dos pesquisadores, essas tecnologias também vêm sendo empregadas em projetos de grande escala, como o *Evidence Ecosystem* for COVID-19, revelando sua capacidade de resposta rápida frente a crises sanitárias globais (Kunzler *et al.*, 2024).

Contudo, apesar dos avanços, o uso da IA na ciência não está isento de limitações e responsabilidades. A variabilidade na qualidade das informações geradas, os riscos de viés algorítmico e a falta de transparência nos critérios de seleção ainda impõem desafios à confiabilidade e à reprodutibilidade dos resultados (Malik; Singh, 2024). Além disso, é imprescindível que a intervenção humana continue presente, especialmente na validação e interpretação dos achados produzidos por sistemas automatizados. O equilíbrio entre automação e controle humano será decisivo para garantir que a IA atue como uma aliada ética, precisa e útil na construção do conhecimento científico (Pillay; Topcu; Yenice, 2025).

O futuro da IA na busca por evidências científicas é promissor. Espera-se que, nos próximos anos, os modelos de linguagem de grande escala (LLMs), como o *ChatGPT* e seus sucessores, evoluam para realizar não apenas sínteses automáticas de literatura, mas também avaliações críticas de estudos, geração de hipóteses de pesquisa e apoio direto à tomada de decisão clínica (Mitchell *et al.*, 2025). A integração de IA com registros eletrônicos de saúde e plataformas bibliográficas pode permitir atualizações contínuas e personalizadas de evidências científicas em tempo real. Para que esse futuro se concretize de forma segura e eficaz, será necessário um esforço coordenado entre cientistas de dados, profissionais da saúde, desenvolvedores de tecnologia e reguladores, garantindo que o avanço tecnológico seja acompanhado por políticas de governança, capacitação profissional e critérios éticos bem definidos (Sathe *et al.*, 2024).

FERRAMENTAS E MODELOS DE IA NA BUSCA DE EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

A crescente complexidade e o volume exponencial de publicações científicas têm desafiado a capacidade dos profissionais de saúde em manter-se atualizados com as melhores evidências disponíveis. Com milhares de artigos sendo publicados semanalmente em bases como *PubMed*, *Embase* e *Scopus*, torna-se praticamente inviável acompanhar manualmente toda a produção científica relevante. Diante desse cenário, a inteligência artificial (IA) emerge como uma aliada estratégica, oferecendo soluções para automatizar e otimizar processos de busca, triagem e

síntese de informações essenciais à prática clínica baseada em evidências. Assim, o uso da IA permite transformar tarefas que tradicionalmente demandariam semanas de trabalho humano em processos realizados em minutos, com crescente precisão e reprodutibilidade (Feng *et al.*, 2022).

Para compreender melhor esse potencial, é necessário reconhecer que a IA aplicada à medicina baseada em evidências (MBE) envolve um conjunto diversificado de tecnologias, com destaque para o aprendizado de máquina (*Machine Learning* – ML), o aprendizado profundo (*Deep Learning* – DL) e o processamento de linguagem natural (*natural language processing* – NLP). Enquanto o ML identifica padrões complexos a partir de dados rotulados, o DL se sobressai na análise de representações hierárquicas profundas, sendo útil para tarefas como classificação de artigos e reconhecimento de entidades médicas. Já o NLP desempenha papel central na extração de informações relevantes de textos científicos não estruturados, possibilitando a leitura e interpretação automatizada de grandes corpora de literatura médica (Mitchell *et al.*, 2025). A combinação dessas técnicas forma a base dos sistemas modernos de apoio à tomada de decisão baseada em evidências.

Nesse contexto, diversas ferramentas já consolidadas exemplificam a aplicação prática dessas tecnologias. Plataformas como *Rayyan*, *DistillerSR*, *RobotReviewer* e *Abstrackr* são amplamente utilizadas no processo de revisão sistemática. *Rayyan* permite a triagem colaborativa e assistida por algoritmos; *DistillerSR* automatiza fluxos de trabalho complexos, sendo preferido por agências reguladoras; *RobotReviewer* aplica NLP para identificar automaticamente riscos de viés; e o *Abstrackr* adota aprendizado ativo para melhorar continuamente sua acurácia com base no feedback humano (Santos *et al.*, 2023). Essas ferramentas contribuem significativamente para a redução do tempo de revisão e para o aumento da consistência metodológica, promovendo eficiência e padronização.

Avançando nessa linha, merece destaque o conjunto de soluções desenvolvidas pelo grupo *Open Evidence*, vinculado à Universidade Aberta da Catalunha (UOC), que atua na vanguarda das inovações em síntese de evidências. A plataforma OpenMeta, por exemplo, automatiza a extração de dados quantitativos de artigos, facilitando metanálises. Já o *OpenReviewer* utiliza modelos baseados em redes neurais para pré-classificar estudos segundo critérios de inclusão e exclusão (Costa *et al.*, 2024). Essas ferramentas foram fundamentais em projetos como o *Evidence Ecosystem* for COVID-19 e em revisões rápidas realizadas em parceria com a Organização Mundial da Saúde (OMS), demonstrando sua aplicabilidade em contextos de alta demanda e complexidade (Kunzler *et al.* 2024).

De forma complementar, a plataforma Epistemonikos representa outra iniciativa relevante, integrando tecnologias de IA com curadoria humana. Utilizando NLP para identificar estudos e construir mapas de evidência, a ferramenta permite o monitoramento contínuo da literatura científica por meio de revisões sistemáticas vivas. Isso é particularmente útil para informar decisões clínicas e políticas de saúde em tempo real, garantindo atualizações constantes e confiáveis (Bernier *et al.*, 2023). Seu diferencial está na capacidade de organizar grandes volumes de dados em sistemas de navegação semântica e interativa, contribuindo para a democratização do acesso à evidência.

Além das revisões sistemáticas, a IA tem ganhado espaço em outras frentes, como na medicina laboratorial baseada em evidências (EBLM). A automação de tarefas como a formulação de perguntas clínicas (modelo PICO), a busca bibliográfica e a elaboração de diretrizes clínicas têm promovido avanços significativos em diagnóstico, precisão e eficiência operacional. Esse movimento impulsiona a oferta de cuidados mais personalizados e baseados em evidência, especialmente quando integrado aos sistemas de informação laboratorial (Pillay; Topcu; Yenice, 2025). Assim, a IA contribui não apenas para a síntese, mas também para a aplicação prática das evidências no contexto clínico.

No que se refere à triagem da literatura científica, evidências empíricas confirmam a eficácia dos algoritmos de IA. A meta-análise, conduzida por Feng *et al.* (2022), demonstrou que esses sistemas alcançam alta sensibilidade e especificidade na identificação de estudos relevantes, reduzindo substancialmente o esforço humano necessário. Tais resultados validam o uso da IA como ferramenta complementar em revisões sistemáticas, sobretudo em cenários com grande volume de dados e restrição de tempo.

Mais recentemente, modelos de linguagem de grande escala (*Large Language Models* – LLMs), como o ChatGPT, têm ampliado ainda mais as possibilidades na extração automatizada de dados científicos. Estudos como o de Mitchell *et al.* (2025) evidenciam que esses modelos, quando devidamente calibrados, conseguem identificar e resumir dados estatísticos com alta precisão, favorecendo revisões sistemáticas vivas e respostas rápidas a novas evidências. Outros modelos especializados, como o BioBERT e o PubMedBERT, apresentam desempenho superior na extração de termos técnicos e entidades médicas, por terem sido treinados em corpora específicos da área da saúde (Lee *et al.*, 2020; Neumann *et al.*, 2019). Tais tecnologias ampliam significativamente a velocidade e profundidade das análises.

Um exemplo notável é a plataforma *Semantic Scholar*, desenvolvida pelo *Allen Institute for AI*, que emprega técnicas avançadas de inteligência artificial para facilitar a descoberta e compreensão da literatura científica. Entre seus recursos estão a

geração automática de resumos (TLDRs), a classificação de citações quanto à intenção e influência, e recomendações personalizadas baseadas em representações vetoriais de similaridade semântica. Diferente dos mecanismos de busca tradicionais, que dependem principalmente de palavras-chave e operadores booleanos, o *Semantic Scholar* constrói um grafo acadêmico com mais de 225 milhões de artigos e bilhões de conexões semânticas entre publicações, autores e instituições, permitindo uma navegação mais eficiente, contextualizada e atualizada no vasto ecossistema científico (Kinney *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços, é importante reconhecer os desafios associados à integração da IA na ciência da evidência. Questões como a opacidade dos algoritmos, a responsabilidade sobre decisões automatizadas e a proteção dos dados dos pacientes levantam preocupações éticas e legais importantes. A transparência dos modelos, a auditabilidade dos processos e a equidade no acesso são elementos cruciais que precisam ser contemplados em políticas públicas e normativas regulatórias (Malik; Singh, 2024). Sem esses cuidados, o uso da IA pode comprometer a confiança nos resultados produzidos.

Diante disso, a revisão abrangente de Sathe *et al.* (2024) reforça a necessidade de abordagens interdisciplinares na implementação da IA em saúde. A colaboração entre profissionais da área médica, cientistas de dados, engenheiros e especialistas em ética é essencial para garantir que as soluções tecnológicas respeitem princípios fundamentais como autonomia, justiça e beneficência. A incorporação da IA em prontuários eletrônicos de saúde (EHRs), por exemplo, pode aumentar a qualidade e a agilidade do atendimento, desde que guiada por diretrizes claras e princípios bioéticos sólidos (Mitchell *et al.*, 2025).

Em síntese, a inteligência artificial representa uma revolução na busca e uso de evidências científicas, permitindo uma prática clínica mais eficiente, precisa e personalizada. No entanto, para que esse potencial seja plenamente alcançado, é fundamental promover o uso ético e responsável dessas tecnologias, bem como investir em pesquisa contínua, validação de modelos e capacitação profissional. Somente assim será possível integrar a IA de forma segura, eficaz e sustentável na rotina da saúde baseada em evidências (Feng *et al.*, 2022).

VANTAGENS E DESAFIOS DO USO DA IA NA PESQUISA CIENTÍFICA

A Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta transformadora na pesquisa científica, facilitando a busca por artigos relevantes e oferecendo resultados mais rápidos e abrangentes do que os métodos tradicionais. Plataformas como *ChatGPT* e *Scopus* utilizam algoritmos de aprendizado de máquina para filtrar e organizar a literatura científica, gerando até mesmo rascunhos de revisões bibliográficas com os principais artigos encontrados (Kacena; Plotkin; Fehrenbacher, 2024). Essa capacidade de síntese permite uma visão mais ampla do tema pesquisado, além de estabelecer conexões entre estudos que poderiam passar despercebidas em buscas manuais (Elbadawi *et al.*, 2024). Além disso, a IA automatiza etapas trabalhosas, como triagem de títulos e resumos, reduzindo significativamente o tempo necessário para revisões sistemáticas. Ferramentas como *SWIFT-Review* e *RobotReviewer* aceleram o processo de seleção de artigos, economizando centenas de horas de trabalho humano (Blaizot *et al.*, 2022). A IA também possibilita a integração de múltiplas bases de dados simultaneamente, algo que seria inviável em uma busca manual tradicional (De La Torre-López; Ramírez; Romero, 2023).

Outro benefício é a velocidade de síntese, permitindo a geração automática de resumos, agrupamentos e mapas conceituais, o que facilita a compreensão do tema pesquisado. No entanto, essa agilidade também pode aumentar o risco de erros, tornando a revisão humana indispensável para validação dos resultados. Nesse sentido, os autores Santos *et al.* (2023) destacam como a IA e suas subáreas, como aprendizado de máquina (ML), aprendizado profundo (DL) e processamento de linguagem natural (NLP), estão sendo aplicadas para automatizar ou semiautumatizar análises da literatura biomédica. A revisão identificou três principais grupos de aplicação: montagem de evidências científicas (47% dos estudos), mineração da literatura biomédica (41%) e análise de qualidade (12%). Apesar dos avanços, o estudo aponta lacunas significativas, como a necessidade de melhorias na avaliação da qualidade das evidências e na integração de ferramentas por usuários finais.

Da mesma forma, Xu *et al.* (2021) destacam como a IA, aliada a técnicas de aprendizado de máquina, está impactando diversas áreas fundamentais da ciência, incluindo matemática, medicina, ciência dos materiais, geociências, ciências da vida, física e química. A IA não apenas acelera a análise de dados de alta complexidade, mas também permite novas descobertas ao identificar padrões que seriam difíceis de detectar manualmente. Por exemplo, na medicina, a IA é utilizada para diagnóstico por imagens, descoberta de biomarcadores e até mesmo no desenvolvimento de novos fármacos, reduzindo o tempo e os custos associados à pesquisa tradicional (Souza *et al.*, 2024).

Apesar das vantagens, o uso da IA exige verificação rigorosa, pois pode apresentar imprecisões nas citações e referências. Em alguns casos, até 70% das referências geradas por modelos como o ChatGPT podem ser incorretas, incluindo citações fabricadas ou irrelevantes (Kacena; Plotkin; Fehrenbacher, 2024). Além disso, a IA pode priorizar artigos mais populares ou recentes, ignorando estudos menos citados, mas igualmente relevantes, o que introduz viés na seleção (Blaizot *et al.*, 2022). Outra limitação é a falta de transparência nos critérios utilizados pelos algoritmos para selecionar e classificar os artigos. Enquanto uma busca tradicional permite definir claramente filtros como ano de publicação e palavras-chave, a IA opera com parâmetros menos explícitos, dificultando o controle sobre a qualidade dos resultados (Buchkremer *et al.*, 2019).

Em conclusão, a IA é uma ferramenta poderosa que pode revolucionar a pesquisa científica, agilizando processos e ampliando o acesso à informação. No entanto, sua eficácia depende da supervisão humana para garantir precisão e confiabilidade. A combinação entre a velocidade da IA e o rigor metodológico da pesquisa tradicional pode ser a chave para maximizar os benefícios dessa tecnologia, minimizando suas limitações. Como destacado no artigo de Xu *et al.* (2021) e corroborado por Santos *et al.* (2023), a IA está se tornando um paradigma indispensável na ciência moderna, mas seu sucesso depende de uma abordagem equilibrada, onde a tecnologia complementa, mas não substitui, o trabalho crítico e criativo dos pesquisadores. Portanto, embora a IA não substitua completamente o trabalho humano, seu uso criterioso pode se tornar um aliado indispensável na produção de conhecimento científico.

TIPOS DE ANÁLISE QUE PODEM SER FEITAS PELA IA

A inteligência artificial transformou profundamente o modo como lidamos com dados, oferecendo recursos avançados para análises complexas que antes exigiam intenso esforço humano. Seja na indústria, na saúde, nas finanças ou nas ciências sociais, a IA tem mostrado capacidade de processar um volume grande de informações e extrair significados relevantes (Shumkin; Kaysanov, 2024). Entre os diversos tipos de análises realizadas, destacam-se as análises quantitativas e qualitativas, as duas sendo essenciais na geração do conhecimento.

A análise quantitativa com IA se baseia em dados numéricos e estruturados, permitindo avaliações estatísticas e projeções com alto grau de precisão. Modelos de aprendizado supervisionado e não supervisionado, como rede neurais artificiais, regressões lineares e logísticas, árvore de decisão, máquina de vetores de suporte (SVM, algoritmo supervisionado para classificação e regressão) e algoritmos genéticos, são muito utilizados para identificar padrões e prever comportamentos (Hou *et al.*, 2024).

Ademais, a IA também amplia a análise estatística tradicional ao aplicar técnicas de *data mining*, uma análise multivariada e modelagem probabilística em escalas antes inviáveis, particularmente útil na engenharia, onde análises dinâmicas e estáticas de estruturas se beneficiam da integração da IA e métodos numéricos (Shumkin; Kaysanov, 2024). Na área financeira, algoritmos como *random forests* e *gradient boosting* têm demonstrado alta eficácia na detecção de fraudes e gestão de riscos, melhorando a experiência do paciente (Ozaki *et al.*, 2024).

Paralelo a isso, a IA evoluiu significativamente na análise de dados qualitativos, que exigiam interpretação subjetiva por parte de pesquisadores. A partir de algoritmos de NPL (subárea da IA que estuda a interação entre computadores e linguagem humana, permitindo que sistemas compreendam, interpretem e gerem o texto em linguagem natural), a IA consegue examinar textos, áudios, e vídeos para identificar temas, categorias, padrões de linguagem e sentimentos, codifica o conteúdo, extrai tópicos e associa emoções às falas, proporcionando uma visão interpretativa mais estruturada (Shumkin; Kaysanov, 2024).

Modelos como *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT, modelo de linguagem criado pelo Google, usado para entender o contexto de uma palavra em uma frase analisando o que vem antes e depois dela), *Generative Pre-trained Transformer* (GPT, modelo de linguagem desenvolvido pela OpenAI, usado para prever a próxima palavra em uma sequência, gerar textos coerentes, responder perguntas e realizar tarefas de linguagem) e outros baseados em “transformers” tem revolucionado essa campo (Sivanagaraju *et al.*, 2024). Na área da saúde, por exemplo, a IA é capaz de analisar prontuários médicos para extrair informações relevantes e identificar tendências ocultas nos relatos dos pacientes, auxiliando no diagnóstico precoce de doenças (Ozaki *et al.*, 2024).

Além das análises quantitativa e qualitativa, a IA atua em áreas especializadas como análise de sentimentos, descoberta de fármacos, análises bibliométricas e integração visual com dados (VIS+IA, une a capacidade analítica das máquinas com a percepção visual e intuição humana para decisões complexas) (Sivanagaraju, *et al.*, 2024).

Considerando esses aspectos, a IA pode ampliar e agilizar análises qualitativas e quantitativas, mas não substitui o julgamento humano, que continua sendo essencial para interpretar resultados com precisão e contexto. A qualidade dos dados e a validação por especialistas são cuidados fundamentais para evitar erros. Além disso, é preciso atenção aos aspectos éticos e legais, como privacidade e consentimento (Shumkin; Kaysanov, 2024). Quando usada com responsabilidade e supervisão, a IA se torna uma aliada poderosa na geração de conhecimento (Hou *et al.*, 2024).

CONCLUSÃO

A inteligência artificial tem demonstrado um potencial revolucionário na forma como buscamos, analisamos e aplicamos evidências científicas, especialmente no campo da saúde. Ao integrar técnicas avançadas como *machine learning*, *deep learning* e processamento de linguagem natural, as plataformas com IA têm sido capazes de automatizar etapas complexas da pesquisa, como a triagem de literatura, a extração de dados e a análise de padrões, otimizando o tempo dos pesquisadores e ampliando o acesso ao conhecimento de forma mais rápida e estruturada. Ferramentas como *Rayyan*, *RobotReviewer*, *OpenReviewer* e os sistemas desenvolvidos pela *Open Evidence* representam apenas o início de um movimento mais amplo de transformação digital na ciência.

Entretanto, é imprescindível reconhecer que, embora o uso de ferramentas de IA amplie a eficiência e a escala da produção científica, sua utilização demanda uma supervisão cuidadosa. As limitações relacionadas à transparência dos algoritmos, à variabilidade na qualidade das fontes e aos riscos de viés algorítmico reforçam a importância da atuação humana na validação, interpretação e contextualização dos resultados. Para que a IA seja, de fato, uma aliada ética e confiável na construção do conhecimento científico, é necessário um esforço interdisciplinar que una profissionais da saúde, cientistas de dados, especialistas em ética e formuladores de políticas. Somente com governança clara, critérios rigorosos e formação adequada será possível usufruir do potencial transformador da IA com responsabilidade, garantindo que o avanço tecnológico esteja sempre a serviço da ciência e da sociedade.

REFERÊNCIAS

- BERNIER, E. *et al.* Epistemonikos: harnessing artificial intelligence to transform evidence synthesis. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 155, p. 1-8, 2023.
- BLAIZOT, A. *et al.* Using artificial intelligence methods for systematic review in health sciences: a systematic review. **Research Synthesis Methods**, v. 13, n. 3, p. 353-362, 2022.
- BUCHKREMER, R. *et al.* The application of artificial intelligence technologies as a substitute for reading and to support and enhance the authoring of scientific review articles. **IEEE Access**, v. 7, p. 65270–65286, 2019.
- COSTA, I. C. P. *et al.* Potential of artificial intelligence in evidence-based practice in nursing. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 77, n. 5, p. e770501, 2024.
- DE LA TORRE-LÓPEZ, J.; RAMÍREZ, A.; ROMERO, J. R. Artificial intelligence to automate the systematic review of scientific literature. **Computing**, v. 105, p. 2171–2194, 2023.

ELBADAWI, M. *et al.* The role of artificial intelligence in generating original scientific research. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 652, p. 123741, 2024.

FENG, Y. *et al.* Automated medical literature screening using artificial intelligence: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 29, n. 8, p. 1425-1432, 2022.

HOU, T. *et al.* AIGen: an artificial intelligence software for complex genetic data analysis. **Briefings in Bioinformatics**, v. 25, n. 6, p. bbae566, 2024.

KACENA, M. A.; PLOTKIN, L. I.; FEHRENBACHER, J. C. The use of artificial intelligence in writing scientific review articles. **Current Osteoporosis Reports**, v. 22, n. 1, p. 115–121, 2024.

KINNEY, R. *et al.* The Semantic Scholar Open Data Platform. **arXiv preprint**, v. 2, p. 1–31, 2025.

KUNZLER, A. M. *et al.* Informing pandemic management in Germany with trustworthy living evidence syntheses and guideline development: lessons learned from the COVID-19 evidence ecosystem. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 173, p. 111456, 2024.

LEE, J. *et al.* BioBERT: a pre-trained biomedical language representation model for biomedical text mining. **Bioinformatics**, v. 36, n. 4, p. 1234–1240, 2020.

MALIK, V. S.; SINGH, M. Machine learning and artificial intelligence in evidence generation and evidence synthesis. **Journal of Medical Evidence**, v. 5, n. 2, p. 93-95, 2024.

MITCHELL, E. *et al.* Using artificial intelligence tools to automate data extraction for living evidence syntheses. **PLOS ONE**, v. 20, n. 4, p. e0320151, 2025.

NEUMANN, M. *et al.*, ScispaCy: fast and robust models for biomedical natural language processing. **Proceedings of the 18th BioNLP Workshop and Shared Task**, p. 319–327, 2019.

OZAKI, Y. *et al.* Integrating omics data and AI for cancer diagnosis and prognosis. **Cancers (Basel)**, v. 16, n. 13, p. 2448, 2024.

PILLAY, T. S.; TOPCU, D. İ.; YENICE, S. Harnessing AI for enhanced evidence-based laboratory medicine (EBLM). **Clinica Chimica Acta**, v. 569, p. 120181, 2025.

SANTOS, Á. O. *et al.* The use of artificial intelligence for automating or semi-automating biomedical literature analyses: a scoping review. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 142, p. 104389, 2023.

SATHE, N. *et al.* A comprehensive review of AI in healthcare: exploring neural networks in medical imaging, LLM-based interactive response systems, NLP-based EHR systems, ethics, and beyond. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)**, v. 14, n. 3, p. 1–12, 2024.

SHUMKIN, V. I.; KAYSANOV, S. B. Automation of data analysis using artificial intelligence methods. **Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences**, v. 3, n. 15, p. 37–42, 2024.

SIVANAGARAJU, V.; RAM, P. T.; REDDY, T. T. Revolutionizing brain analysis: AI-powered insights for neuroscience. **International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)**, v. 8, n. 12, p. 1–4, 2024.

SOUZA, C. A. *et al.* O papel da inteligencia artificial na descoberta e desenvolvimento de fármacos. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 11, p. 650–663, 2024.

XU, Y. *et al.* Artificial intelligence: a powerful paradigm for scientific research. **The Innovation review**, v. 2, n. 4, p. 100179, 2021.



C A P Í T U L O 14

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ADOLESCÊNCIA: DIAGNÓSTICO PRECOCE E PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS

Júlia Moreira Americano

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

Laís Barcelos de Oliveira

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

Larissa Gomes Zica

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

Yasmin Teixeira Rocha

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

Eliane Rabelo de Sousa Granja

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

Karine Cristine de Almeida

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

Karyna Maria de Mello Locatelli

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

O uso crescente de tecnologias no cotidiano das pessoas e no ambiente corporativo tem impulsionado avanços que demandam uma maior dependência de algoritmos de aprendizado para facilitar a integração de dados em diversos setores da sociedade. No campo da gestão da informação, as tecnologias ligadas à Inteligência Artificial (IA), incluindo seus subcampos como aprendizado de máquina (*machine learning*) e aprendizado profundo (*deep learning*), têm um papel fundamental para o desenvolvimento de diversas aplicações com foco em capacidade analítica, operacional e na tomada de decisões, oferecendo a base necessária para novas soluções e perspectivas em diferentes áreas (Silva *et al.*, 2021).

A contribuição da IA tem crescido gradualmente na gestão da saúde (tanto pública quanto privada), devido à variedade de aplicações dessa tecnologia na medicina. Ela abrange áreas médicas focadas em práticas clínicas, diagnósticas, reabilitativas, cirúrgicas e preditivas, além de atuar na tomada de decisões clínicas, no diagnóstico e no controle (preventivo e preditivo) de doenças, especialmente no que se refere às Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) (Silva *et al.*, 2021)

No início do século XX, as principais causas de óbito no mundo eram as doenças infecciosas. Contudo, melhorias nas condições socioeconômicas e de saúde trouxeram novas causas de morte, substituindo as doenças infecciosas pelas DCNTs, que incluem aquelas relacionadas aos sistemas cardiovasculares, ao câncer, ao diabetes e às doenças respiratórias. Essas doenças afetam muitos indivíduos, abrangendo diversas classes sociais e econômicas. No entanto, elas impactam de forma mais severa aqueles que pertencem a grupos em situação de vulnerabilidade social, como idosos e pessoas com baixo nível de escolaridade e renda. Porém houve uma mudança nesse cenário quanto à inclusão de adolescentes nesse grupo social, principalmente em relação à obesidade visto que, as taxas de crescimento da doença na faixa infantil são de 4,4% ao ano e, entre os adultos, é de 2,8% a.a (Instituto Cordial, 2023).

Dessa forma, os recursos tecnológicos têm sido amplamente empregados na área da saúde para auxiliar tanto na prevenção quanto na identificação precoce de enfermidades evitáveis. Um dos principais focos dessas ações é a divulgação de materiais voltados para a interrupção do uso de tabaco, hábito ainda comum entre adolescentes e considerado o maior responsável pelo câncer de pulmão, representando cerca de 85% dos casos, além de estar associado a doenças cardiovasculares, como o acidente vascular cerebral (AVC), entre outras complicações. Conforme relatado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o estudo de Hui *et al.* (2021) evidencia que a internet pode ser uma aliada significativa nesse processo por ser o principal meio de comunicação da população e principalmente dos jovens, oferecendo suporte por meio de atendimentos individuais ou em grupo via telefone, materiais digitais como panfletos em PDF, e aplicativos móveis que promovem mudanças no estilo de vida por meio de interações motivacionais e feedbacks positivos (Calesso *et al.*, 2024)

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA TRANSFORMADORA NA PRÁTICA MÉDICA

A Inteligência Artificial (IA) tem se afirmado como um recurso fundamental na reconfiguração da medicina atual. Trata-se de um conjunto de técnicas computacionais capazes de simular habilidades humanas como o raciocínio, a aprendizagem, o reconhecimento de padrões e a tomada de decisões. No contexto médico, essas ferramentas vêm sendo empregadas para apoiar profissionais da saúde em processos como diagnóstico, prognóstico, monitoramento de pacientes e elaboração de planos terapêuticos, contribuindo para um atendimento mais ágil e preciso (Mateussi *et al.*, 2024).

Dentre as principais tecnologias de IA utilizadas na saúde, destacam-se o *machine learning* (ML), o *deep learning* (DL) e o Processamento de Linguagem Natural (PLN ou NLP, do inglês *Natural Language Processing*). O ML refere-se a algoritmos capazes de aprender com dados, sendo utilizados para classificar doenças, prever riscos e identificar padrões em grandes conjuntos de informações clínicas. É destacado também a importância de abordagens interpretáveis de ML e sua aplicação em diversos domínios clínicos, como o apoio a diagnósticos e prognósticos, análise de imagens médicas e até em cirurgias assistidas por robôs (Raval *et al.*, 2024).

Já o DL representa uma vertente do ML baseada em redes neurais profundas, permitindo a análise de dados mais complexos, como imagens médicas ou textos clínicos. Quando combinado ao NLP, o DL tem viabilizado a criação de modelos capazes de gerar automaticamente linguagem médica, como relatórios e anotações clínicas. Conforme Lyu *et al.* (2025), esses modelos estão sendo aplicados para produzir resumos de prontuários eletrônicos, criar anotações clínicas automáticas e melhorar a interação entre médico e paciente por meio de uma comunicação mais personalizada.

O Processamento de Linguagem Natural (NLP) também tem se mostrado promissor nos Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (CDSS). Tais sistemas utilizam técnicas de IA para extrair dados relevantes de prontuários, protocolos e diretrizes clínicas, apoiando decisões diagnósticas e terapêuticas. Nesse sentido, a maioria dos sistemas de CDSS baseados em NLP foi empregada para coletar dados não estruturados e transformá-los em insights acionáveis, mostrando-se eficazes para melhorar a acurácia e a segurança no atendimento clínico (Saigí-Rubió *et al.*, 2024).

A aplicação prática da IA já apresenta resultados concretos e positivos. Tecnologias como triagem automatizada, interpretação de exames por imagem, diagnóstico precoce de neoplasias, suporte à prescrição medicamentosa e análise de risco em UTIs ilustram como a IA está sendo incorporada à rotina hospitalar. Com o aumento do volume de dados disponíveis e o aperfeiçoamento dos algoritmos, espera-se que a IA continue se desenvolvendo como uma aliada estratégica para tornar a medicina mais precisa, personalizada e centrada nas necessidades do paciente (Eguia *et al.*, 2024).

PANORAMA DAS DOENÇAS CRÔNICAS NA ADOLESCÊNCIA

A adolescência é um período crítico de desenvolvimento que, além de transformações biopsicossociais, pode marcar o início ou agravamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs). O aumento da prevalência de condições como obesidade, diabetes tipo 2, hipertensão, transtornos mentais e doenças autoimunes entre adolescentes tem sido amplamente discutido na literatura nacional recente, com ênfase nos múltiplos fatores de risco e nas barreiras para o diagnóstico precoce (NEVES *et al.*, 2021; PEDROSO *et al.*, 2023; MENDES *et al.*, 2022).

Segundo Neves *et al.* (2021), a obesidade é uma das doenças crônicas de maior prevalência na adolescência e atua como fator de risco para diversas outras comorbidades, incluindo diabetes tipo 2, hipertensão arterial e dislipidemias. A revisão destaca que esse quadro está diretamente associado a fatores ambientais, sociais e comportamentais, como dieta rica em ultraprocessados, sedentarismo, uso excessivo de telas e ausência de rotinas saudáveis, todos aspectos amplamente presentes na realidade juvenil brasileira.

Essa visão é reforçada por Pedroso *et al.* (2023), que utilizaram dados populacionais para evidenciar a alta magnitude dos fatores de risco para DCNTs entre adolescentes e jovens adultos no Brasil. O estudo mostrou, por exemplo, que mais de 80% dos jovens analisados apresentavam pelo menos um fator de risco significativo, como alimentação inadequada, inatividade física ou uso de substâncias. A correlação entre comportamentos não saudáveis e maior vulnerabilidade a doenças crônicas mostra que o problema se estrutura precocemente e tende a se perpetuar na vida adulta.

Além das doenças metabólicas, outras condições crônicas, como transtornos mentais, doenças autoimunes e crônicas de base imunológica, também merecem atenção. Silva *et al.* (2021), ao analisarem narrativas de crianças e adolescentes com doenças crônicas, mostram como o adoecimento impacta o desenvolvimento psicoafetivo e a inserção social desses jovens. Os relatos revelam sofrimento emocional, sentimentos de exclusão, e uma rotina marcada por internações, medicações e afastamento da escola e dos amigos, panorama este que também pode contribuir para o surgimento de quadros depressivos e ansiosos, frequentemente subdiagnosticados.

Essa experiência subjetiva de adoecimento é influenciada também pelo contexto familiar. Mendes *et al.* (2022), analisaram o funcionamento familiar de adolescentes com doenças crônicas e observaram que famílias com maior coesão, comunicação e suporte emocional favorecem melhor enfrentamento do diagnóstico e adesão ao tratamento. Em contrapartida, a presença de conflitos, desorganização ou negligência no ambiente familiar pode agravar os efeitos da doença e dificultar a percepção de sinais clínicos iniciais.

Apesar dos avanços em vigilância em saúde, o diagnóstico precoce das doenças crônicas na adolescência ainda enfrenta obstáculos importantes. Soares *et al.* (2023) apontam a ausência de políticas públicas efetivas de promoção de saúde e prevenção de DCNTs voltadas especificamente à população infantojuvenil. A invisibilidade de certos sintomas, a naturalização de sinais, como cansaço, irritabilidade ou variações de peso e o baixo acesso a atendimentos regulares em saúde contribuem para diagnósticos tardios, especialmente em regiões de maior vulnerabilidade social.

Além disso, a falta de capacitação de profissionais de saúde para reconhecer manifestações iniciais de doenças crônicas em adolescentes também é um entrave. Tanto Silva *et al.* (2021) quanto Mendes *et al.* (2022) reforçam a importância da escuta qualificada, da abordagem interdisciplinar e da inclusão ativa da família e da escola no processo de cuidado.

TECNOLOGIA QUE ANTECIPA: APLICAÇÕES DA IA PARA A SAÚDE DO ADOLESCENTE

A princípio, a IA é muito importante no enfrentamento de vários desafios da saúde pública, como o diagnóstico precoce e a prevenção de doenças crônicas entre os jovens. Nesse contexto, com os avanços tecnológicos e a crescente integração de dados clínicos, comportamentais e genéticos, o uso de ferramentas com IA faz com que o cuidado com a saúde seja mais personalizado e preditivo. Nos últimos anos, a análise de prontuários eletrônicos e históricos familiares está sendo feita por meio da aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina, o que permite identificar padrões que, muitas vezes, seriam extremamente difíceis para os humanos (Tiago, 2024).

Nesse sentido, a utilização de *pedigrees* eletrônicos (*e-pedigrees*), que são representações digitais da árvore genealógica de um indivíduo, a partir de registros médicos familiares, usadas para rastrear e analisar heranças genéticas de forma precisa e automatizada, aumentou significativamente a acurácia na previsão de risco de doenças crônicas em adolescentes. Alguns exemplos de doenças que podem ser antecipadas por essa análise são: a chance de desenvolvimento de diabetes tipo 2, hipertensão e doenças cardiovasculares, com base em histórico familiar e fatores associados, antes mesmo que os primeiros sintomas apareçam (Huang *et al.*, 2024).

Dessa maneira, a análise de exames laboratoriais e de imagem com suporte da IA tem sido um dos campos mais promissores nessa área. Ferramentas baseadas em DL conseguem interpretar alterações discretas em exames de sangue, marcadores inflamatórios ou imagens de ultrassonografia e ressonância, indicando alterações metabólicas, endócrinas ou neurológicas ainda em estágio subclínico. Essa capacidade de detecção precoce amplia significativamente as possibilidades de intervenção e acompanhamento, especialmente em populações jovens, onde muitas doenças se desenvolvem silenciosamente (Kerth *et al.*, 2024).

Além disso, a IA é capaz de identificar mudanças sutis no comportamento, no sono e nos padrões alimentares de adolescentes, por meio do uso de dispositivos vestíveis e aplicativos móveis. Essas ferramentas, amplamente utilizadas por jovens, coletam dados em tempo real que, quando processados por algoritmos inteligentes, são capazes de indicar alterações que podem estar relacionadas ao desenvolvimento

de doenças mentais, metabólicas ou comportamentais. Os *smartwatches* e pulseiras inteligentes são um exemplo dessa tecnologia, já que podem monitorar padrões de sono, frequência cardíaca, prever episódios de estresse ou alterações no humor, associados ao risco de depressão ou ansiedade (Liu *et al.*, 2024).

O uso de biossensores vestíveis para prever comportamentos agressivos em jovens com transtorno do espectro autista (TEA) internados em unidades psiquiátricas é um dos exemplos mais inovadores da aplicação de IA em adolescentes. O estudo de Imbiriba *et al.* (2023) usou dados fisiológicos em tempo real, como frequência cardíaca, condutância da pele e movimento, coletados por dispositivos vestíveis, e aplicou algoritmos de aprendizado de máquina, os quais foram capazes de identificar com precisão alterações fisiológicas mínimas que precediam esses comportamentos, ou seja, conseguiam prever esses episódios.

Somado a isso, a prevenção de doenças crônicas por meio da IA não se limita apenas à detecção, pois, atualmente, existem aplicativos de saúde que conseguem oferecer intervenções personalizadas, por exemplo recomendações de atividade física, alimentação, técnicas de regulação emocional, entre outras. Nesses casos, o uso da tecnologia promove autonomia e educação em saúde, além de servir como uma ponte entre a análise preditiva e a orientação prática, podendo participar de vários estágios do ciclo da doença, como prevenção (pré-doença), tratamento (durante a doença) e monitoramento (pós-operatório) (Zhang *et al.*, 2024).

Portanto, a IA está moldando uma nova era no cuidado com a saúde dos adolescentes, ao permitir diagnósticos mais precoces e intervenções direcionadas, ela contribui diretamente para a redução de riscos e a prevenção de doenças crônicas que, se forem abordadas de forma tardia, podem comprometer a qualidade de vida na idade adulta. Assim, faz-se necessário integrar essas soluções à prática clínica, aos ambientes escolares e às políticas públicas para que a tecnologia esteja a serviço da saúde de forma equitativa, segura e transformadora.

IA NA PREVENÇÃO: INTERVENÇÕES PERSONALIZADAS

A IA apresenta um potencial transformador na área da saúde, ao contribuir para a melhoria na qualidade do atendimento e para o aumento da eficiência nos processos clínicos e administrativos. Essa tecnologia é dotada de capacidades cognitivas análogas às do cérebro humano, sendo capaz de interpretar, analisar e correlacionar informações. No entanto, destaca-se por sua superior performance em termos de agilidade, precisão e pela capacidade de processar grandes volumes de dados de forma simultânea, características que a tornam uma ferramenta estratégica no apoio ao diagnóstico, à tomada de decisão e à gestão de informações em saúde (Roque *et al.*, 2023).

A princípio a IA apresenta uma taxa de acerto de 94%, superando os métodos tradicionais, que alcançam 79% de precisão em exames por imagem, como raio-X, tomografia e ressonância magnética. Esses exames permitem a detecção rápida de doenças, além de indicar as especialidades médicas adequadas para conduzir o tratamento. Dessa forma, é possível que haja uma maior prevenção de comorbidades e o desenvolvimento de diferentes tipos de tratamentos principalmente diante de adolescentes, em que o rastreamento de doenças evita uma possível comorbidade. Ter um diagnóstico precoce e preciso é fundamental para impedir a progressão de diversas doenças. A tecnologia atual possibilita a análise celular e a detecção, em imagens, de tumores ainda imperceptíveis a olho nu. Esses dados podem ser enviados por meio de sistemas em nuvem e compartilhados rapidamente com profissionais de saúde que acompanham o paciente, mesmo que estejam em outro país. Dessa forma, a Inteligência Artificial também contribui para superar barreiras geográficas, oferecendo mais agilidade e alcance no atendimento médico. Assim, enquanto as análises são feitas pela IA, a equipe pode se dedicar a outros processos que necessitam de sua participação presencial, tendo uma alta produtividade do time, gerando também economia de recursos por parte do hospital ou clínica (Eguia *et al.*, 2025).

A Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta estratégica em diversas frentes da área da saúde. Na pesquisa biomédica e no desenvolvimento de novos fármacos, destaca-se pela capacidade de processar grandes volumes de dados eletrônicos provenientes de registros de saúde e da genômica. No que se refere à gestão e ao planejamento dos sistemas de saúde, a IA tem sido aplicada em tarefas logísticas complexas, como a otimização das cadeias de suprimentos médicos, a automação de atividades rotineiras e repetitivas, o suporte à tomada de decisões clínicas, o agendamento de pacientes e a previsão de ausências em consultas marcadas, além de colaborar na definição da demanda por profissionais da saúde (Chamberlain *et al.*, 2023).

No campo da saúde pública e da vigilância sanitária, a IA tem sido empregada em ações de prevenção e promoção da saúde, permitindo a identificação de populações ou regiões com comportamentos considerados de alto risco, além de possibilitar o microdirecionamento de campanhas informativas para públicos específicos. A tecnologia também contribui na análise de causas estruturais associadas a desfechos negativos em saúde, como os riscos ambientais e ocupacionais. Somado ao fato de que a introdução de dispositivos digitais na promoção da saúde tem mostrado eficácia na gestão de doenças crônicas, como diabetes mellitus, condições cardiovasculares, renais e pulmonares (Marques *et al.*, 2020).

Esses dispositivos oferecem diversas funcionalidades como por exemplo no esporte de alta performance, a tecnologia e a inteligência artificial têm desempenhado um papel transformador, oferecendo ferramentas precisas para

otimizar o desempenho dos atletas. Um exemplo notável são os coletes inteligentes utilizados por jogadores de futebol e outros esportes coletivos, equipados com sensores que monitoram em tempo real dados como frequência cardíaca, distância percorrida, velocidade, aceleração e até padrões de movimentação. Esses dados são processados por algoritmos de IA que permitem às comissões técnicas analisar com precisão o nível de esforço de cada atleta, prever riscos de lesão e ajustar os treinos de forma individualizada (Soares *et al.*, 2023)

Adicionalmente, a IA tem sido utilizada na detecção de contaminação bacteriana em estações de tratamento de água, otimizando esse processo e reduzindo custos. Por fim, desempenha papel relevante na vigilância preditiva e na preparação para emergências, auxiliando na coleta e análise de dados para a construção de modelos matemáticos que fundamentam decisões em saúde pública (Chitumba; Maiato, 2022).

DESAFIOS

A incorporação da IA na área da saúde traz enormes oportunidades, como aprimoramento de diagnósticos por imagens e apoio no planejamento terapêutico, porém impõe desafios éticos, legais e técnicos significativos. Questões centrais envolvem transparência dos algoritmos (“caixas-pretas”), mitigação de vieses de base de dados e proteção de dados sensíveis dos pacientes. A falta de normativas claras reforça a urgência de definir responsabilidades em casos de falhas ou danos aos pacientes, distribuindo a accountability entre médicos, desenvolvedores e instituições. Além disso, a aplicação segura da IA exige supervisão humana constante para evitar a automação cega, bem como capacitação contínua dos profissionais de saúde e adoção de diretrizes éticas internacionais, como os princípios de justiça, equidade, privacidade e consentimento (Leonel *et al.*, 2024).

CONCLUSÃO

Por fim, conclui-se que inteligência artificial pode ser utilizada como ferramenta estratégica no cuidado com a saúde e prevenção de doenças crônicas nos adolescentes. Assim, é evidente que a IA tem grande potencial para antecipar diagnósticos, identificar padrões de risco e orientar intervenções mais eficazes e personalizadas, especialmente em condições como obesidade, transtornos mentais e outras doenças crônicas cuja origem muitas vezes remonta a essa fase da vida.

Entretanto, também se observou que o uso dessas tecnologias exige cuidado e responsabilidade. A prevenção de doenças não se resume à coleta de dados e algoritmos: envolve acolhimento, escuta e construção de vínculos. A IA deve atuar como apoio às equipes de saúde, e não como substituição da dimensão humana do cuidado. Além disso, é preciso garantir que o acesso a essas inovações seja equitativo e seguro, respeitando a privacidade e os direitos dos adolescentes.

Dessa forma, conclui-se que, quando bem aplicada, a inteligência artificial pode representar um avanço significativo na promoção da saúde da população jovem, auxiliando no diagnóstico precoce e na construção de estratégias preventivas mais assertivas. No entanto, para que isso ocorra de maneira ética e efetiva, é fundamental integrar a tecnologia à prática clínica com consciência crítica, compromisso social e foco na qualidade de vida dos adolescentes hoje e no futuro.

REFERÊNCIAS

CHAMBERLAIM, 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.

CHITUMBA, H. O.; MAIATO, R. E. J. Inteligência artificial no campo da saúde: desafios e oportunidades. **Revista Angolana de Ciências da Saúde/Angolan Journal of Health Sciences**, v. 3, n. 2, p. 1–3, 2022.

EGUIA, H. *et al.* Clinical decision support and natural language processing in healthcare: systematic review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 26, 2024.

HUANG, X.; KLEIMAN, R.; PAGE, D.; HEBBRING, S. Automated Family Histories Significantly Improve Risk Prediction in an EHR. AMIA Joint Summits on Translational Science proceedings. **AMIA Joint Summits on Translational Science**, 2024, 221–229.

IMBIRIBA, T. *et al.* Wearable biosensing to predict imminent aggressive behavior in psychiatric inpatient youths with autism. **JAMA Network Open**, 2023.

INSTITUTO CORDIAL. **Atlas Mundial da Obesidade 2023**. Painel Brasileiro da Obesidade. São Paulo: Instituto Cordial, 2023.

KERTH, J. *et al.* Artificial intelligence in the care of children and adolescents with chronic diseases: a systematic review. **European Journal of Pediatrics**, 2024.

LEONEL, J.; L. C. *et al.* Inteligência artificial: desafios éticos e futuros. **Rev. Bioét.**, v. 32, 2024.

LIU, J. *et al.* Digital phenotyping from wearables using AI characterizes psychiatric disorders and identifies genetic associations. **Cell**, 2024.

LYU, M. *et al.* Natural language generation in healthcare: a review of methods and applications. **arXiv**, 2025.

MARQUES, F. *et al.* A inteligência artificial no diagnóstico por imagem: precisão e benefícios no atendimento médico. **Revista Brasileira de Tecnologia em Saúde**, v. 9, n. 2, p. 45–58, jul./dez. 2020.

MATEUSSI, N. *et al.* Clinical applications of machine learning. **Annals of Surgery Open**, v. 2, e423, 2024.

MENDES, T. N. *et al.* Avaliação do funcionamento familiar de crianças e adolescentes com doença crônica. **Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social**, v. 10, n. 3, p. 475–487, 2022.

NEVES, S. C. *et al.* Os fatores de risco envolvidos na obesidade no adolescente: uma revisão integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. suppl 3, p. 4871–4884, 2021.

ROQUE, C. *et al.* A inteligência artificial: novas tecnologias na saúde. **Caderno Discente**, v. 8, n. 3, p. 66–72, 2023.

SILVA, M. F. *et al.* A era dos dispositivos digitais na promoção da saúde: conectando o cuidado. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1260–1288, 2024.

SILVA *et al.* Histórias de crianças e adolescentes que convivem com doença crônica. **Revista da Sociedade Brasileira de Enfermeiros Pediatras**, v. 21, n. 2, p. 65–71, 2021.

SOARES, M. M. *et al.* A importância de hábitos saudáveis e adequados na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e18012139295, 2023.

TIAGO, H. C. Uso de inteligência artificial em predição de doenças crônicas. **Dataset Reports**, v. 3, n. 1, p. 223–227, 2 dez. 2024.

ZHANG, W. *et al.* Promoting child and adolescent health through wearable technology: A systematic review. **Digital Health**, 2024.



C A P Í T U L O 15

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM CIRURGIAS

Geovanne D'Alfonso Júnior

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

Lucas Fernandes Pereira

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

Gustavo Arthur de Souza Alves

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

Evaldo de Deus Cunha

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

Karine Cristine Almeida

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

José Miguel da Silva Maciel Júnior

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

A inteligência artificial (IA) e suas aplicações têm ganhado destaque na última década, acompanhada por avanços significativos na criação e avaliação de aplicações clínicas. IA é um termo abrangente que descreve diferentes tecnologias computacionais que permitem que algoritmos aprendam, interpretem, produzam previsões ou atuem autonomamente sobre dados clínicos. Essas tecnologias incluem áreas como aprendizado de máquina a partir de dados estruturados, visão computacional, realidade aumentada e robótica operatória (Qin *et al.*, 2023).

O amplo consenso sobre as definições de responsabilidade na implantação clínica de IA permite que estruturas robustas possam dar suporte a qualquer implantação de dispositivo e, aliado a isso, os aumentos anuais no financiamento de provedores,

Discentes e de capital para desenvolvimento e testes de IA resultam em uma massa crítica de modelos validados e aprovados por reguladores que estão se tornando incorporados de forma sustentável aos serviços de saúde (Valente *et al.*, 2025). Essa confluência de maturidade algorítmica, de dados e de implementação, são fatores que já permitiram a utilização de IA orientada por valor em setores não relacionados à saúde, o que torna provável que a área da saúde siga esses mesmos passos (Saqib *et al.*, 2024).

De acordo com Lim *et al.* (2023), os algoritmos de inteligência artificial (IA) alcançaram um estágio de desenvolvimento técnico que permite sua aplicação eficiente em ambientes clínicos, favorecendo a maximização do potencial informacional contido nos dados de saúde. Essa maturidade tecnológica viabiliza a análise de grandes volumes de dados clínicos, estruturados e não estruturados, ampliando significativamente a capacidade de extração de conhecimento relevante para a prática assistencial. Somando a isso, a crescente interoperabilidade dos sistemas de informação em saúde, associada à expansão da cobertura populacional desses dados, contribui para uma visão mais abrangente e representativa dos processos clínicos. Além disso, a heterogeneidade tecnológica presente nesses sistemas viabiliza sua integração em trajetórias assistenciais complexas e no processamento de dados multimodais, o que amplia o escopo de aplicação da IA em múltiplos pontos da experiência do paciente, promovendo impactos relevantes desde a triagem e o diagnóstico até o planejamento terapêutico e o acompanhamento longitudinal, consolidando seu papel como ferramenta estratégica no apoio à decisão clínica e na qualificação do cuidado em saúde.

De acordo com estudo de Saqib *et al.* (2024), atualmente têm-se uma compreensão científica muito maior dos elementos fundamentais para dar suporte a qualquer implantação contínua de IA, bem como um reconhecimento estabelecido de que esse recurso é meramente um instrumento de caminho, e a precisão do modelo deve dar suporte à eficiência clínica ou aos resultados dos pacientes. Como tal, há uma atenção acadêmica, institucional e regulatória crescente dada à geração de evidências e à avaliação de impacto em um ciclo de vida pós-implantação (ou pós-mercado).

No campo cirúrgico, os avanços em IA têm promovido transformações relevantes, com algoritmos desempenhando papéis centrais nas etapas de diagnóstico, planejamento operatório e suporte à decisão durante o procedimento (Knudsen *et al.*, 2024). Essa integração entre sistemas automatizados e prática clínica é guiada por princípios de eficiência, precisão e previsibilidade. Ainda que esses recursos tecnológicos modifiquem aspectos da atuação profissional, o papel dos profissionais de saúde permanece essencial, especialmente no julgamento clínico e na condução ética do cuidado (Valente *et al.*, 2025).

De fato, Knudsen *et al.* (2024) alegam que seus caminhos cirúrgicos são bem definidos, baseados em evidências, frequentemente com suporte tecnológico na linha de base e fornecem medidas tangíveis e bem validadas de desempenho, eficiência e resultados centrados no paciente. Esses fatores são provavelmente responsáveis pelos altos níveis de maturidade dos modelos de IA e pelo número de dispositivos médicos de softwares aprovados por órgãos reguladores que se encontram em etapas-chave de qualquer caminho cirúrgico.

Assim, o objetivo deste capítulo é analisar, de forma crítica e fundamentada, os impactos da inteligência artificial no campo cirúrgico. Ademais, pretende-se identificar as principais tecnologias utilizadas nas etapas pré, intra e pós-operatórias; examinar os benefícios clínicos e operacionais descritos na literatura recente; e discutir os desafios ético-legais e institucionais relacionados à consolidação dessas ferramentas em ambientes cirúrgicos complexos.

IA APLICADA A CIRURGIAS: BENEFÍCIOS E EXEMPLOS

Segundo Byrd IV e Tignanelli (2024), a lógica decisória no contexto cirúrgico tem sido profundamente impactada pela introdução da inteligência artificial (IA), que possibilita a interpretação em tempo real de dados clínicos durante os procedimentos. Mediante o uso de técnicas avançadas de aprendizado hierárquico automatizado, os sinais obtidos intraoperatoriamente são processados e convertidos em recomendações técnicas de alta precisão. Esse suporte computacional contribui para maior estabilidade intraoperatória, redução da variabilidade interprofissional e torna o ato cirúrgico mais padronizado e previsível.

Sob essa visão, dentre os avanços mais notáveis proporcionados pela IA, nota-se a melhoria da acurácia visual em procedimentos minimamente invasivos, e, por isso, intervenções como laparoscopias e toracoscopias se beneficiam de algoritmos que conseguem reconhecer com alta precisão estruturas importantes e limites tumorais, mesmo em contextos com visibilidade limitada (Huiyang *et al.*, 2024).

De acordo com Gumbs *et al.* (2021) e Leonel *et al.* (2024), existem ferramentas capazes de analisar dados clínicos e populacionais para prever riscos específicos no pré-operatório cirúrgico, que orientem decisões como a via de acesso e a organização da equipe, baseando a conduta cirúrgica em análises objetivas em vez de intuições individuais. Já na segurança intraoperatória, a IA tem ganhado destaque como ferramenta preditiva para eventos adversos, haja vista que sistemas alimentados com grandes volumes de dados conseguem identificar sutis alterações fisiológicas e emitir alertas baseados em padrões anteriores, auxiliando decisões clínicas mais rápidas e servindo como uma extensão analítica da equipe médica.

A inteligência artificial tem assumido papel relevante no planejamento cirúrgico, com aplicação mesmo nas fases pré-operatórias. Algoritmos já disponíveis são capazes de indicar o posicionamento ideal do paciente, a sequência operatória mais e o tipo de acesso mais adequado, a partir da análise de tomografias, dados clínicos e registros prévios de complicações (Zhang *et al.*, 2024). Com isso, decisões anteriormente baseadas em heurísticas e experiências individuais passam a ser fundamentadas em modelos estatísticos robustos, promovendo maior previsibilidade e reduzindo a subjetividade nas decisões cirúrgicas (Gumbs *et al.*, 2021).

Em convergência, Farah *et al.* (2025) apontam que a IA tem desempenhado papel estratégico na otimização do fluxo cirúrgico e no planejamento de altas hospitalares. Através da automação do fluxo hospitalar, algoritmos são capazes de prever a demanda de pacientes, gerir a alocação de leitos e coordenar transferências com base em dados históricos e em tempo real, o que contribui para maior eficiência operacional e redução de atrasos. Além disso, a IA atua na mitigação de interrupções clínicas por meio da manutenção preditiva e da alocação inteligente de recursos, como equipamentos e unidades de internação, minimizando falhas imprevistas que comprometem o agendamento cirúrgico.

Portanto, no contexto da alta hospitalar, modelos preditivos analisam variáveis demográficas, clínicas e intraoperatórias para melhorar a recuperação pós-operatória, estimar a duração ideal da internação e indicar a prontidão para alta, promovendo transições mais seguras, redução do tempo de permanência desnecessário e melhor gestão da ocupação hospitalar (Byrd; Tignanekku, 2024). No entanto, estudos prospectivos para avaliar a implementação clínica dos modelos são necessários para garantir que sejam seguros e eficazes (Farah *et al.*, 2025).

Outrossim, a adoção da robótica em cirurgias proporciona diversos benefícios intraoperatórios, incluindo ergonomia aprimorada, destreza e uma visão tridimensional ampliada e realista. Resultados perioperatórios comprovados incluem redução nas taxas de perda sanguínea e transfusão, menor tempo de internação e redução nas taxas de complicações e, consequentemente, a cirurgia robótica tem sido cada vez mais utilizada como a opção minimamente invasiva de escolha para cirurgias comuns, em oposição à cirurgia laparoscópica tradicional (Silva *et al.*, 2024).

O controle dos braços robóticos também tem se beneficiado da IA, com melhorias na estabilidade dos movimentos, eliminação de ações redundantes e maior precisão nas tarefas críticas. Isso também se traduz em cirurgias mais rápidas e com menor necessidade de conversões para procedimentos abertos. Assim, à medida que o sistema acumula experiências, seus algoritmos evoluem, oferecendo maior repetibilidade e precisão com base em padrões técnicos otimizados (Silva *et al.*, 2024; Saqib *et al.*, 2024).

Como exemplos em cada especialidade cirúrgica, Bekbolatova *et al.* (2024) destacam que, na oncologia, a IA tem possibilitado a preservação funcional de estruturas sensíveis. Na prostatectomia robótica, por exemplo, a fusão de imagens orienta a dissecação em áreas delicadas como os feixes neurovasculares, reduzindo danos e preservando funções como continência urinária e função sexual. Isso se deve a mapas anatômicos 3D personalizados, que elevam a precisão funcional e melhoram a qualidade de vida pós-operatória.

Na ortopedia, especialmente em artroplastias do ombro, a IA aprimora o planejamento protético por meio de reconstruções 3D e algoritmos de alinhamento, corrigindo erros que afetam a durabilidade da prótese (Bekbolatova *et al.*, 2024), e isso torna o posicionamento mais seguro e uniforme, independentemente da experiência do cirurgião (Farah *et al.*, 2025).

Na cirurgia plástica reconstrutiva, a IA tem expandido as possibilidades de planejamento e previsão de resultados, haja vista que modelos morfométricos viabilizam simulações realistas dos resultados estéticos, promovendo comunicação mais clara com o paciente. Com isso, há menos reintervenções e expectativas mais realistas em relação aos resultados, que se alinham melhor às características anatômicas (Farah *et al.*, 2025).

De acordo com Iftikhar *et al.* (2024), outro avanço importante é a análise automatizada de vídeos cirúrgicos, que permite mapear padrões de movimento, tempo de execução e fluidez gestual. Assim, essa avaliação objetiva substitui críticas subjetivas por métricas estruturadas, aperfeiçoando o ensino e a avaliação de habilidades cirúrgicas. Além dessa contribuição na formação, a IA também potencializa a atuação durante a cirurgia, por meio de análises simultâneas de parâmetros fisiológicos, imagens e padrões técnicos possibilitando decisões mais precisas e ajustes imediatos, bem como auxiliando na identificação de riscos em tempo real, adicionando uma camada extra de segurança adaptativa ao procedimento.

Portanto, a presença da IA nas salas cirúrgicas inaugura uma nova abordagem técnico-cognitiva na medicina. O raciocínio do cirurgião é complementado por sistemas capazes de analisar grandes volumes de dados em segundos, oferecendo sugestões fundamentadas em evidências. Essa colaboração não limita a autonomia do profissional, mas amplia sua capacidade de lidar com a complexidade dos procedimentos atuais (Bekbolatova *et al.*, 2024; Farah *et al.*, 2025).

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E LEGAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO

A introdução da inteligência artificial (IA) nos ambientes cirúrgicos tem alterado profundamente as estruturas decisórias da medicina. Tarefas que antes dependiam exclusivamente da expertise humana estão sendo transferidas para sistemas computacionais, deslocando o foco da experiência clínica para a análise estatística (Zhang *et al.*, 2024). Esse movimento representa uma transformação epistemológica importante na medicina atual, na qual o julgamento baseado em casos individuais começa a coexistir com previsões geradas por dados. Essa mudança exige uma revisão ética sobre o papel da tecnologia nas decisões médicas (Knudsen *et al.*, 2024; Valente *et al.*, 2025).

Ademais, Silva *et al.* (2024) ressaltam que a influência da IA também afeta a autonomia do cirurgião, já que os algoritmos passam a sugerir condutas, técnicas operatórias e momentos de intervenção. Isso pode diluir a responsabilidade médica, especialmente na ausência de uma estrutura clara de governança. Assim, o juízo clínico, que antes era exercido de maneira autônoma, agora se vê mediado por modelos de risco, o que pode obscurecer os limites entre decisões baseadas em conhecimento clínico e aquelas guiadas por dados.

Portanto, quando os algoritmos operam como sistemas opacos, ou “caixas-pretas”, tornam-se incompreensíveis até mesmo para os profissionais que os utilizam, enfraquecendo tanto o aprendizado clínico quanto a capacidade de justificar as decisões tomadas (Silva *et al.*, 2024). Isso compromete a relação de confiança com o paciente, já que as condutas passam a depender de processos não transparentes (Silva *et al.*, 2024; Valente *et al.*, 2025).

Além disso, o uso da IA modifica os termos do consentimento informado, pois os documentos atuais raramente abrangem os riscos específicos introduzidos por essas tecnologias, e como muitos pacientes não compreendem o papel da IA na cirurgia, isso pode fragilizar a validade do consentimento (Huiyang *et al.*, 2024).

De acordo com Kiyasseh *et al.* (2023), durante o treinamento médico, o foco excessivo em padronização e repetição técnica promovido por sistemas inteligentes pode limitar a capacidade dos futuros cirurgiões de lidar com situações imprevistas, além de reduzir o aprendizado a um processo mecânico, desvalorizando o raciocínio clínico. Do ponto de vista jurídico, a responsabilidade por danos causados por decisões automatizadas ainda é incerta, já que vários agentes estão envolvidos, dos desenvolvedores aos hospitais, e o sistema legal ainda carece de normas claras para lidar com esses casos.

Para Iftikhar *et al.* (2024), o uso extensivo de dados para treinar algoritmos levanta preocupações quanto à privacidade, especialmente considerando que, mesmo anonimizados, esses dados podem ser reidentificados por meio de cruzamentos complexos, o que tensiona os limites entre inovação e confidencialidade médica. Em consonância, Ferreres (2024) ressalta que a avaliação do desempenho dos cirurgiões por IA também é polêmica, pois muitas vezes ignora o contexto clínico e privilegia métricas operacionais, o que pode levar a julgamentos injustos e enviesados.

Sob uma perspectiva crítica, Knudsen *et al.* (2024) ressaltam que há o risco de substituição do raciocínio clínico por uma ilusão de exatidão da IA, e que essa confiança cega em modelos matemáticos pode comprometer a escuta qualificada e a ética na tomada de decisões. Por isso, cresce a defesa da criação de comitês independentes para avaliar sistemas de IA antes de sua adoção clínica, garantindo uma análise ética, técnica e jurídica rigorosa. Ademais, o debate público e a validação coletiva tornam-se fundamentais para garantir que a inovação tecnológica não ultrapasse os limites normativos necessários.

Finalmente, os desafios éticos da IA na cirurgia não podem ser resolvidos com base apenas na bioética tradicional. É preciso desenvolver uma nova ética que considere as particularidades da interação entre humanos e máquinas em contextos críticos, como o cirúrgico. A técnica, por mais avançada que seja, deve continuar a serviço de uma medicina centrada no ser humano (Saqib *et al.*, 2024).

DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DA IA EM CIRURGIAS

A inteligência artificial tem reformulado o ensino cirúrgico ao incorporar métodos orientados por dados, monitoramento de desempenho e análise constante. Diferentemente do modelo tradicional, que se apoia na supervisão direta, os simuladores com IA oferecem retorno imediato ao estudante (Iqbal *et al.*, 2022). Com isso, a formação é guiada por métricas precisas e personalizáveis, construindo o conhecimento técnico com base em dados e aproximando a prática educativa da lógica computacional (Valente *et al.*, 2025).

O uso de simuladores com IA, que reproduzem fielmente aspectos anatômicos, reações dos tecidos e a complexidade das operações, permitem uma prática segura e repetitiva, sem colocar pacientes em risco (Iqbal *et al.*, 2022). O desempenho é continuamente registrado e analisado, e o processo de ensino se torna mais confiável e adaptável, abandonando o modelo baseado em erro em favor de ciclos controlados de aprendizado (Silva *et al.*, 2024).

Sob essa perspectiva, com o uso de algoritmos de inteligência artificial, o conteúdo didático é ajustado conforme o progresso de cada cirurgião (Singh *et al.*, 2024). Os sistemas captam gestos, tempo de resposta e eficiência técnica, reorganizando os exercícios conforme o perfil individual. Isso torna o aprendizado mais sensível às necessidades específicas de cada estudante, e com base em dados consistentes (Iqbal *et al.*, 2022).

Segundo O'Sullivan *et al.* (2023), a avaliação técnica também foi revolucionada pela visão computacional, já que redes neurais analisam movimentos em cirurgias robóticas, comparando-os a padrões biomecânicos ideais. A subjetividade da avaliação humana dá lugar a critérios padronizados, o que promove maior justiça nas avaliações. Entretanto, esses avanços dependem da qualidade dos dados que alimentam os algoritmos. A criação de bancos de dados bem rotulados, com validação interdisciplinar, ainda representa um desafio importante. A falta de uniformidade na rotulagem prejudica a eficácia dos modelos. Assim, a educação cirúrgica com IA requer contínuos investimentos em curadoria de dados (Singh *et al.*, 2024).

Além disso, segundo Ray *et al.* (2024), a IA, ainda que eficaz na técnica, não abarca aspectos subjetivos do treinamento, como empatia, comunicação e julgamento clínico. Por isso, a formação deve manter espaço para o componente humano, pois a IA deve ser uma ferramenta complementar, e não substitutiva.

Por outro lado, Rodriguez *et al.* (2024) em seu estudo alerta que o uso excessivo da IA pode levar à dependência tecnológica e à perda de autonomia crítica e que ambientes altamente automatizados podem enfraquecer a capacidade de improvisação e decisão dos residentes cirúrgicos. Para uma formação completa, é necessário preservar o espaço para reflexão e criatividade, mantendo a IA como apoio e não como guia único do raciocínio clínico.

Vale ressaltar também que o sucesso da IA na formação depende também do preparo dos professores. A falta de familiaridade com as tecnologias pode gerar resistência ou uso inadequado, por isso é de suma importância investir na capacitação pedagógica para garantir que os indicadores produzidos pelos sistemas sejam corretamente interpretados (Silva *et al.*, 2024).

Apesar do avanço tecnológico, a integração da IA nos currículos médicos ainda é limitada, e, em muitos casos, seu uso é tratado como opcional. Para consolidar sua presença, será necessário reformular as estruturas curriculares e criar políticas educacionais sólidas (Zhao *et al.*, 2023). Diante disso, propõe-se um modelo híbrido de formação, que combine supervisão presencial, simulação por IA e avaliação baseada em desempenho. Essa abordagem valoriza a tecnologia sem abandonar a experiência clínica (Ray *et al.*, 2024). O equilíbrio entre o humano e o digital é o que garante uma formação ética, técnica e crítica (Abdalla Neto *et al.*, 2024).

FUTURO DA IA EM CIRURGIAS

As tecnologias utilizando inteligências artificiais provavelmente terão um impacto profundo no futuro da educação e do treinamento cirúrgico (Barajas-Gamboa, 2022). O número cada vez maior de vídeos operatórios fornece, aos estudantes e cirurgiões em treinamento, uma riqueza de informações para aprender e, a aprendizagem

de máquina aplicada a vídeos cirúrgicos oferece a oportunidade de esclarecer a anatomia, detalhar as etapas de um procedimento e fornecer feedback e orientação em tempo real (Bellos *et al.*, 2024).

As aplicações descritas na educação cirúrgica incluem o reconhecimento de etapas cirúrgicas, instrumentos, gestos e erros, e anatomia. A oportunidade de integrar a tecnologia baseada em aprendizagem de máquina à simulação baseada em inteligência artificial tem o potencial de ser um complemento inestimável para o treinamento cirúrgico e ajuda a lidar com a curva de aprendizado necessária para dominar as disciplinas cirúrgicas (Benevides *et al.*, 2024).

Modelos de grande linguagem (LLMs), particularmente o ChatGPT, dominaram recentemente a esfera pública devido à sua impressionante capacidade de processar e gerar texto narrativo. Os LLMs utilizam redes neurais e modelos de processamento de linguagem natural para fornecer resultados semelhantes aos humanos em uma variedade de prompts. Recentemente foram observados feitos notáveis, como a aprovação nos exames de licenciamento médico dos EUA, indicando um potencial de transformar o paradigma da educação médica (Knudsen *et al.*, 2024).

Segundo Fangerau (2024), o uso na automação de tarefas educacionais inclui a correção de avaliações, suporte ao ensino, previsão do desempenho dos alunos, feedback em tempo real e geração de conteúdo (por exemplo, perguntas e respostas). À medida que os LLMs amadurecem e os dados de entrada são refinados, eles se tornarão uma ferramenta essencial na prática cirúrgica. Assim, estudantes e residentes cirúrgicos poderão usar os LLMs para acessar facilmente recursos educacionais e informações clínicas em um formato amigável para o usuário, aprimorando sua base de conhecimento, além de fornecer aos pacientes melhores cuidados cirúrgicos baseados em evidências por meio das sugestões geradas de diagnóstico e manejo. Nesse ínterim, a promessa da IA torna-se relevante no âmbito cirúrgico, e provavelmente existem muitos outros usos transformadores além dos descritos até o momento. No entanto, é importante moderar quaisquer expectativas de que a IA seja uma panaceia capaz de resolver todos os problemas na área da saúde (Collins *et al.*, 2022).

De fato, como os princípios da tecnologia de IA nunca foram vistos antes, isso exigirá um planejamento vigilante e deliberado para implementá-la com segurança e ética em estruturas reconhecidas de cuidados cirúrgicos. As principais barreiras que limitam sua implementação incluem ética, governança, segurança do paciente, vies e desvio de dados e segurança cibernética (Fangerau, 2024). Assim, nos casos de uso descritos, o clínico ainda mantém o controle o tempo todo e utiliza tecnologia baseada em IA para aprimorar e informar a tomada de decisões cirúrgicas, mantendo assim a segurança do paciente.

Ademais, à medida que os sistemas de IA progridem, eles se tornam menos distinguíveis dos humanos na realização de tarefas variadas. Isso se tornou evidente na interpretação de imagens e na resposta a perguntas de exames médicos, em que os sistemas de IA estão alcançando ou até mesmo ultrapassando o nível dos humanos (Ferrerres, 2024). Eventualmente, isso pode ser o caso para tarefas mais complexas, como interação humana, diagnósticos clínicos e realização de cirurgias (Fangerau, 2024).

Assim, observa-se que futuro pode consistir em LLMs conversacionais que integrem reconhecimento de fala, aprendizado profundo e tecnologia de processamento de linguagem natural para realizar consultas com pacientes de forma autônoma, recomendando, em última análise, um plano de diagnóstico e tratamento (com base nas melhores práticas atuais por meio da coleta de diretrizes atualizadas e pesquisas contemporâneas revisadas por pares), enquanto aconselham pacientes e respondem a perguntas. No entanto, é importante ressaltar que essas ferramentas deverão ser orientadas para ter empatia para reter um elemento humano na consulta (Fuleihan *et al.*, 2024).

Além disso, Ferreres (2024) aponta que separadamente, a evolução dos robôs operatórios foi conceituada nas seguintes gerações: estereotáxico, endoscópico, bioinspirado e microrrobôs. Eventualmente, robôs operatórios autônomos (quinta geração), assumindo a forma de humanoides ciborgues ou plataformas de inteligência semelhantes a enxames, podem ser implantados em áreas remotas ou zonas de conflito e podem ser controlados por cirurgiões por meio de lentes estereoscópicas e tecnologia holográfica. E, num futuro distante, poderão até oferecer uma alternativa superior às intervenções lideradas por humanos e constituir a melhor prática, padrão-ouro, e até eliminar a necessidade de supervisão ou controle humano.

Essa próxima geração conceitual de IA é denominada inteligência artificial geral e, de acordo com Ferreres (2024), refere-se a sistemas autônomos que igualam ou excedem a inteligência humana, alcançando consciência, sentiência e agência. Por isso, o teste de Turing foi concebido para determinar se os computadores poderiam agir de forma indistinguível dos humanos e, desde então, foi modificado como uma técnica de diagnóstico (teste de Turing modificado) para fornecer uma estrutura quantitativa para cientistas e engenheiros avaliarem as capacidades das tecnologias de IA de próxima geração. No entanto, isto levanta uma importante questão ética e jurídica: um robô, que possui agência, comete um erro e causa danos humanos, poderá assumir a responsabilidade por isso?

De acordo com uma análise das estruturas jurídicas e éticas relativas a este cenário, a responsabilidade pode ser classificada em prestação de contas, obrigação e

culpabilidade. Embora seja possível que um robô autônomo assuma responsabilidade, ele pode não ser considerado culpado, ou seja, passível de punição judicial, visto que não possui um conceito legalmente reconhecido de liberdades civis (Fuleihan *et al.*, 2024). A culpabilidade precisaria ser atribuída aos humanos envolvidos na fabricação ou operação do robô. Consequentemente questiona-se a exclusão dos humanos do processo. Da mesma forma, situações em que um cirurgião opera um robô remotamente e há perda de sinal ou mau funcionamento que cause danos ao paciente, seria necessário discutir quem é o responsável (Ferrerres, 2024).

À medida que a tecnologia de IA e os robôs se tornam mais autônomos, outros dilemas éticos deverão ser considerados. Por exemplo, os princípios existentes sobre robótica centram-se nas interações entre humanos e robôs (especificamente, na prevenção de danos humanos), mas serão necessárias estruturas para reger a interação entre duas ou mais entidades artificiais. A lei AlonAI foi proposta para reconhecer o direito universal de um robô senciente à dignidade e ao tratamento justo, e para prevenir abusos e exploração por outras tecnologias de IA (Ashrafian, 2015).

Segundo Knudsen *et al.* (2024), outros pontos que devem ser levados em consideração são: como e em que medida os robôs autônomos devem ser treinados para tomar decisões éticas? As estruturas regulatórias seriam diferentes em outros países ou zonas hostis? E se os robôs autônomos obtiverem melhor desempenho do que os cirurgiões, como eles seriam certificados e mantidos em padrões profissionais mais elevados do que os humanos?

Essas são apenas algumas das questões que surgem com a progressão da IA. Fundamentalmente, qualquer avanço tecnológico na tecnologia de IA deve ser acompanhado por estruturas éticas, regulatórias e legais proporcionais, robustas e maleáveis que regem seu uso, as quais devem ser cuidadosamente desenvolvidas com o comprometimento de cirurgiões, engenheiros, pesquisadores, bioeticistas, profissionais do direito e formuladores de políticas (Ferrerres, 2024; Fuleihan *et al.*, 2024; Fangerau, 2024).

CONCLUSÃO

A introdução da inteligência artificial na cirurgia representa uma mudança profunda na prática médica, indo além de um simples recurso tecnológico. A atuação do cirurgião passa a ocorrer em interação com sistemas baseados em dados e análises em tempo real, o que exige novas habilidades cognitivas e operacionais. Ademais, a IA amplia a capacidade humana, torna os procedimentos mais previsíveis e promove a repetição de padrões bem-sucedidos, redefinindo o conceito de excelência técnica a partir da precisão orientada por dados.

Contudo, a incorporação desses sistemas impõe desafios éticos e regulatórios, especialmente no que diz respeito à responsabilidade, à explicabilidade dos algoritmos

e ao risco de decisões automatizadas em contextos críticos. A transparência e a compreensão das lógicas internas dos modelos são fundamentais para preservar a autonomia médica e a confiança na relação com o paciente, e a aceitabilidade da IA depende de sua auditabilidade, equidade e do controle humano sobre suas aplicações.

Diante desse cenário, a formação cirúrgica precisa se adaptar estruturalmente, integrando competências digitais, leitura crítica de dados e capacidade de interação com sistemas inteligentes. Instituições de ensino devem estar preparadas para esse novo contexto, sem negligenciar a dimensão humana da prática médica. Por fim, conclui-se que a IA tem potencial para qualificar a cirurgia, desde que sua implementação seja conduzida de forma ética, multidisciplinar e consciente dos impactos sociais e subjetivos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ABDALLA NETO, E. *et al.* Aspectos éticos da inteligência artificial na prática cirúrgica geral. **Revista Bioética**, v. 32, n. 1, p. 116–124, 2024.

ASHRAFIAN, H. AlonAI: A humanitarian law of artificial intelligence and robotics. **Science and engineering ethics**, v. 21, p. 29-40, 2015.

BARAJAS-GAMBOA, J. Redefiniendo la era de la cirugía digital: el rol de la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el aprendizaje automático en el campo quirúrgico. **MedUNAB**, v. 25, n. 3, p. 353–355, 2022.

BEKBOLATOVA, M. *et al.* Transformative potential of AI in healthcare: definitions, applications, and navigating the ethical landscape and public perspectives. **Healthcare**, Basel, v. 12, n. 125, p. 1–31, 2024.

BELLOS, T. *et al.* Artificial intelligence in urologic robotic oncologic surgery: a narrative review. **Cancers**, v. 16, n. 9, p. 1775, 2024.

BENEVIDES, G. P. *et al.* Transformação na sala de operações: o impacto da inteligência artificial na cirurgia geral. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 8, p. 1–12, 2024.

BYRD IV, T. F., TIGNANELLI, C. J. Artificial intelligence in surgery: a narrative review. **Journal of Medical Artificial Intelligence**, v. 7, p. 1–13, 2024.

COLLINS, J. W. *et al.* Ethical application of artificial intelligence in surgical training and education. **The British Journal of Surgery**, v. 109, n. 5, p. 433–438, 2022.

FANGERAU, H. Ethical considerations of AI applications in medicine: a policy framework for responsible deployment. **Annals of Artificial Intelligence in Medicine**, v. 2, n. 1, p. 13–22, 2024.

FARAH, R. *et al.* The Future of Medical Technology: Recent Innovations in Artificial Intelligence and Robotics for More Precise and Efficient Treatment. **Journal of World Future Medicine, Health and Nursing**, v. 3, n. 2, p. 150-161, 2025.

FERRERES, A. R. Artificial intelligence in surgery: ethical considerations. **Journal of Robotic Surgery**, v. 18, p. 81–90, 2024.

FULEIHAN, A. A. *et al.* Navigating artificial intelligence in spine surgery: implementation and optimization across the care continuum. **Artificial Intelligence Surgery**, v. 4, p. 288–295, 2024.

GUMBS, A. A. *et al.* Artificial Intelligence-Assisted Surgery: Potential and Challenges. **Annals of Surgery Open**, v. 2, n. 3, p. e062, 2021.

HUIYANG, L. M. D. *et al.* Artificial intelligence in surgery: evolution, trend and future directions. **International Journal of Surgery**, v. 111. n. 78, p. 2101-2111, 2024.

IFTIKHAR, M. *et al.* Artificial intelligence: revolutionizing robotic surgery. **Annals of Medicine & Surgery**, v. 86, p. 5401–5409, 2024.

IQBAL, J. *et al.* The future of artificial intelligence in neurosurgery: A narrative review. **Surgical Neurology International**, v. 13, n. 536, p. 1-7, 2022.

KIYASSEH, D. *et al.* A multi-institutional study using artificial intelligence to provide reliable and fair feedback to surgeons. **Communications Medicine**, v. 3, p. 42, 2023.

KNUDSEN, B. *et al.* Ethical issues of artificial intelligence in plastic and reconstructive surgery. **Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery**, v. 77, n. 2, p. 288–295, 2024.

KNUDSEN, J. E. *et al.* Clinical applications of artificial intelligence in robotic surgery. **Journal of Robotic Surgery**, v. 18, p. 102, 2024.

LEONEL, J. S. *et al.* Artificial intelligence: ethical and future challenges. **Revista Bioética**, Brasília, v. 32, p. 1–8, 2024.

LIM, B. *et al.* Using generative artificial intelligence tools in cosmetic surgery: A study on rhinoplasty, facelifts, and blepharoplasty procedures. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 20, p. 6524, 2023.

QIN, F. *et al.* Artificial intelligence in plastic surgery: current developments and future perspectives. **Plastic and Aesthetic Research**, v. 10, p. 3, 2023.

RAY, T.R. *et al.* The perils and promises of generative artificial intelligence in neurointerventional surgery. **Journal of Neuro Interventional Surgery**, v. 16, n. 1, p. 1-5, 2024.

RODRIGUEZ, S. *et al.* A narrative review of transforming surgical education with artificial intelligence: opportunities and challenges. **Surgical Endoscopy**, v. 38, p. 1524–1536, 2024.

SAQIB, M. *et al.* Artificial intelligence for safe and effective surgery: current landscape and future directions. **Frontiers in Surgery**, v. 11, p. 1224568, 2024.

SILVA, J. C. *et al.* Cirurgia robótica: avanços tecnológicos e desafios na prática clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Minimamente Invasiva**, v. 28, n. 1, p. 101–109, 2024.

SINGH, S. *et al.* Ethical implications of artificial intelligence in robotic surgery: a framework for responsible implementation. **AI & Society**, v. 39, p. 109–117, 2024.

VALENTE, L. *et al.* Impact of artificial intelligence on the training of general surgeons of the future: a scoping review of the advances and challenges. **Surgical Endoscopy**, v. 38, p. 2250–2262, 2025.

ZHANG, B. *et al.* Prediction of additional hospital days in patients undergoing cervical spine surgery with machine learning methods. **Computer Assisted Surgery**, v. 29, n. 1, p. 2345066, 2024.

ZHAO, B. *et al.* Artificial Intelligence in Surgery: The Future is Now. **World Journal of Surgery**, v. 47, p. 89–98, 2023.



C A P Í T U L O 16

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA PREVISÃO DE RESULTADOS ESTÉTICOS EM CIRURGIAS PLÁSTICAS

Beatriz Rodrigues Faria

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

Cecília Fernandes de Matos

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

Clara Mendes Faria

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

Gustavo Gonçalves Vieira

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

Elcio Moreira Alves

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

A cirurgia plástica, também chamada de cirurgia estética, é uma especialidade médica voltada à melhoria da aparência física por meio de procedimentos cirúrgicos. Com os avanços das técnicas e da tecnologia médica, muitas intervenções já são realizadas de forma menos invasiva, e algumas nem deixam cicatrizes visíveis. Além dos procedimentos estéticos, a área abrange também a cirurgia reconstrutiva, essencial no tratamento de lesões, deformidades e outros casos que exigem reabilitação funcional e estética (Frazão *et al.*, 2023).

Nas últimas décadas observa-se que o número de procedimentos estéticos cresceu significativamente. Pesquisas indicam que sentimentos como tristeza, ansiedade ou insatisfação com a imagem corporal são fatores relevantes na decisão por essas

intervenções. Atualmente, a modificação corporal se apresenta como um fenômeno social influenciado por normas culturais e expectativas coletivas, além de não só transformar corpos, mas também contribuir para mudanças sociais e emocionais, promovendo reconstrução e bem-estar em uma sociedade voltada à valorização da aparência (Ramos Filho *et al.*, 2023).

No entanto, a cirurgia plástica reconstrutiva ainda enfrenta desafios importantes, especialmente relacionados à complexidade dos procedimentos microcirúrgicos e à necessidade de um planejamento detalhado para garantir resultados satisfatórios. A habilidade técnica e a experiência do cirurgião são fundamentais, assim como a constante atualização profissional diante do avanço contínuo das tecnologias médicas. Nesse sentido, a integração da inteligência artificial (IA) e do aprendizado de máquina tem começado a transformar a prática cirúrgica, contribuindo para um planejamento mais preciso, a antecipação de complicações e a melhoria dos resultados. A análise de grandes volumes de dados clínicos permite decisões mais informadas e personalizadas, tornando os procedimentos mais seguros, eficazes e adaptados às necessidades de cada paciente (Mendonça *et al.*, 2024).

Nesse contexto, ao incorporar a IA na cirurgia plástica tem se observado uma verdadeira revolução no planejamento, execução e avaliação dos procedimentos estéticos. Entre as amplas aplicações, destaca-se a capacidade de prever resultados com maior precisão, permitindo que médicos e pacientes visualizem simulações realistas antes da cirurgia.

Ferramentas baseadas em IA criam modelos tridimensionais detalhados do rosto e do corpo, facilitando o alinhamento de expectativas e contribuindo para decisões mais seguras. Além disso, algoritmos avançados analisam imagens e dados clínicos para sugerir abordagens personalizadas, identificar assimetrias e oferecer recomendações em tempo real durante a operação, aumentando a precisão e a segurança. Essas inovações otimizam o processo cirúrgico, proporcionam maior confiança ao paciente e contribuem para resultados estéticos superiores e maior satisfação geral, consolidando uma nova era na prática médica voltada à personalização dos resultados e ao aprimoramento da experiência do paciente (Silva *et al.*, 2023; Souza; Oliveira, 2022; Oliveira; Maranhão, 2023).

A integração da IA com tecnologias como realidade aumentada e virtual também tem otimizado o planejamento cirúrgico, predizendo complicações e avaliando a viabilidade de retalhos com base em dados individuais. Essa convergência tecnológica vem delineando as tendências que devem moldar o futuro da cirurgia plástica, incluindo a robótica autônoma e o uso crescente da telemedicina. Ferramentas como o BreastGAN e modelos de simulação de rinoplastia geram projeções personalizadas, melhorando o alinhamento de expectativas e reduzindo reoperações. Além disso,

a análise quantitativa de parâmetros estéticos (como simetria e proporções faciais) por *Convolutional Neural Networks* (CNNs) oferece objetividade superior a métodos tradicionais (Qin; Gu, 2023).

Entretanto, questões éticas e legais emergem, incluindo a responsabilidade civil por desfechos adversos e a proteção de dados sensíveis. Ainda que se vislumbre uma crescente automatização, a centralidade do julgamento clínico deve ser preservada para evitar a substituição do papel decisório do cirurgião. As inovações sugerem uma reconfiguração da prática cirúrgica, cujas implicações afetam tanto os aspectos técnicos quanto os sociais, colocando a IA como uma aliada estratégica na busca por resultados mais satisfatórios e éticos (Novotny; Fast; Radtke, 2024).

Nesse cenário, torna-se possível comparar abordagens tradicionais com as baseadas em IA destacando os ganhos em precisão e os desafios técnicos envolvidos. Contudo, desafios persistem, como vieses em conjuntos de dados de treinamento, que frequentemente sub-representam a diversidade étnica e a necessidade de validação clínica robusta para garantir confiabilidade. Essas limitações exigem um olhar crítico sobre a aplicação da tecnologia e apontam para oportunidades futuras de inovação mais inclusiva e segura (Lim *et al.*, 2023).

PLANEJAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO ASSISTIDO POR IA

A IA tem desempenhado um papel cada vez mais relevante no planejamento pré-operatório em cirurgia plástica, especialmente na análise facial e corporal automatizada. O uso de imagens tomográficas e softwares específicos permite identificar assimetrias e proporções em estruturas faciais e corporais, tornando o diagnóstico e o planejamento cirúrgico mais precisos e objetivos. Essas ferramentas são fundamentais para a personalização dos procedimentos e para a redução de erros na prática clínica (Meurer *et al.*, 2008).

No contexto da simulação preditiva de resultados estéticos, a IA, incluindo redes neurais convolucionais (CNNs) e *Generative Adversarial Networks* (GANs), tem aprimorado a visualização e a previsibilidade dos resultados em cirurgias plásticas. As CNNs são amplamente utilizadas para análise de imagens médicas, reconhecimento facial e extração de características detalhadas das estruturas anatômicas, possibilitando simulações hiper-realistas e personalizadas para o planejamento cirúrgico (Silva *et al.*, 2017; Queiroz *et al.*, 2024; Ferreira, 2021; Lima, 2019).

A IA também tem potencial para aprimorar o consentimento informado, principalmente ao facilitar a comunicação sobre riscos, benefícios e limitações dos procedimentos. Ferramentas digitais baseadas em IA para análise facial automatizada vêm sendo desenvolvidas e validadas, mostrando que essas tecnologias podem ser aplicadas para apresentar simulações de resultados, esclarecer dúvidas dos pacientes e apoiar decisões mais conscientes, promovendo o alinhamento de expectativas e a humanização do atendimento em saúde (Serrano, 2024; Campos, 2024).

No que diz respeito à comparação entre métodos tradicionais e assistidos por IA, revisões sistemáticas destacam que a IA tem ampliado a precisão diagnóstica e a eficiência em processos clínicos, especialmente ao analisar grandes volumes de dados e apoiar decisões médicas. A IA pode reduzir o tempo de planejamento e melhorar os desfechos clínicos, superando métodos manuais em eficiência e acurácia em diversas áreas da saúde (Elias *et al.*, 2023).

Por fim, o suporte à decisão cirúrgica com base em dados morfológicos, processados por IA, representa um avanço importante para a prática da cirurgia plástica. A análise automatizada de imagens e a integração de dados históricos permitem recomendações personalizadas e baseadas em evidências, promovendo maior segurança e precisão nas intervenções cirúrgicas. O uso crescente dessas tecnologias aponta para um futuro em que o planejamento pré-operatório será cada vez mais orientado por dados e IA (Silva; Rodrigues; Santos, 2024).

TOMADA DE DECISÃO CLÍNICA COM SUPORTE DE IA

A aplicação da IA na prática cirúrgica tem promovido avanços expressivos na precisão diagnóstica, na previsão de riscos e na personalização dos cuidados, permitindo que cirurgiões tomem decisões baseadas em grandes volumes de dados clínicos. Nesse contexto, os modelos de aprendizado de máquina são capazes de prever complicações pós-operatórias, a partir da análise de informações pré e intraoperatórias, permitindo que seja ofertado um melhor suporte durante a preparação cirúrgica. No entanto, estudos ressaltam a necessidade de validação minuciosa demonstrando a importância de testes diversos e avaliações contínuas dos sistemas de IA para evitar erros e garantir a aplicabilidade clínica desses modelos de forma segura e eficaz (Hassan *et al.*, 2023; Kokkinakis *et al.*, 2023).

Dessa forma, a integração de registros eletrônicos de saúde (EHRs) e dados gerados pelos pacientes (PGHD) tem se mostrado promissora para facilitar a tomada de decisão assistida por IA. A análise de informações dessas fontes de dados, por meio de algoritmos avançados, permite gerar previsões dos resultados e um projeto cirúrgico personalizado, considerando histórico clínico, hábitos de vida e variáveis sociais dos pacientes. Esse processo fortalece o cuidado centrado no paciente, ressalta o protagonismo do paciente diante de seus cuidados, contribuindo para a construção de planos terapêuticos mais eficazes e alinhados às necessidades individuais (Ye *et al.*, 2024).

Assim, o uso da IA em contextos de cirurgia de trauma tem ampliado as possibilidades de diagnóstico e intervenção precoce em casos de alta complexidade, como fraturas e lesões graves. O cruzamento de dados por meio de algoritmos de aprendizado citado anteriormente permite a pré-identificação de riscos e a

otimização de condutas intraoperatórias. Além disso, a IA tem mostrado potencial para reduzir o tempo de resposta em atendimentos, auxiliando na priorização de casos críticos e contribuindo para a redução da mortalidade em situações de alta pressão (Pape *et al.*, 2024).

Embora os avanços sejam notáveis, a implementação da IA na prática cirúrgica traz à tona importantes questões éticas, como a preservação da autonomia do cirurgião, a responsabilidade legal em caso de falhas e a transparência dos algoritmos. Logo, a dependência excessiva de sistemas automatizados pode comprometer o julgamento clínico e reduzir a personalização das decisões, enquanto as limitações do algoritmo podem resultar em complicações no processo de tomada de decisão. A definição de quem assume a responsabilidade em caso de erro é de extrema importância, que exige a criação de legislações de suporte, protocolos de utilização para garantir a segurança do paciente e a integridade das decisões (Neto *et al.*, 2024).

Nesse cenário, a percepção dos pacientes sobre a utilização de IA na tomada de decisões cirúrgicas tende a ser positiva, desde que fique claro que a decisão final continua sendo do médico, reforçando o protagonismo do médico diante da tomada de decisões. Estudos indicam que a confiança dos pacientes no processo aumenta quando há comunicação transparente entre o cirurgião e o paciente, promovendo uma participação mais ativa no acompanhamento do tratamento. Dessa forma, a construção da confiança também depende da clareza na comunicação e da manutenção dos cuidados humanizados por toda a equipe clínica, cirúrgica e hospitalar. O estudo também destaca que a qualidade de vida dos pacientes deve ser considerada ao integrar modelos preditivos, especialmente garantindo um equilíbrio entre tecnologia e cuidado humanizado (Hmido *et al.*, 2025).

EXECUÇÃO CIRÚRGICA E TECNOLOGIAS INTRAOPERATÓRIAS

A evolução das tecnologias intraoperatórias tem transformado a execução cirúrgica, proporcionando maior precisão e segurança aos procedimentos. A robótica e a IA desempenham um papel fundamental nesse avanço, permitindo a realização de cirurgias minimamente invasivas e reduzindo os riscos associados a técnicas tradicionais. No entanto, desafios como altos custos de implementação e a necessidade de treinamento especializado ainda limitam sua adoção em larga escala (Schemberger; Konopatzki, 2024).

Nesse sentido, no campo dos procedimentos estéticos, a robótica e a IA têm sido exploradas para aprimorar a precisão e a previsibilidade dos resultados. Sistemas automatizados auxiliam na realização de intervenções como preenchimentos faciais e remodelação corporal, garantindo maior uniformidade e segurança. Apesar dos avanços, questões éticas e regulatórias precisam ser abordadas para garantir que essas tecnologias sejam aplicadas de maneira responsável (Teixeira *et al.*, 2023).

Nesse viés, o monitoramento intraoperatório inteligente tem sido aprimorado por algoritmos avançados que auxiliam no controle de sangramento, tecidos e suturas. Técnicas como a tromboelastometria rotacional (exame de sangue que permite avaliar a coagulação de forma dinâmica e em tempo real) permitem uma avaliação detalhada da coagulação sanguínea, possibilitando intervenções mais eficazes e reduzindo complicações pós-operatórias. A integração da IA nesses sistemas promete tornar o monitoramento ainda mais preciso e personalizado (Queiroz; Duran; Cherman, 2021).

Além disso, a IA tem sido aplicada na anestesiologia para prever complicações e ajustar doses anestésicas em tempo real. Isso melhora a segurança dos pacientes e otimiza a gestão dos recursos hospitalares. Estudos indicam que a adoção dessas tecnologias está associada a uma redução significativa na morbidade e mortalidade relacionadas à anestesia (Soares; Tenório; Lira, 2025).

No contexto da cirurgia plástica, ela tem sido profundamente impactada pelos avanços tecnológicos, especialmente pela robótica, IA e realidade aumentada. Essas inovações permitem maior precisão nos procedimentos, reduzindo riscos e otimizando resultados estéticos. Como exemplo, tem-se a aplicação em reconstruções mamárias e microcirurgias, proporcionando maior controle ao cirurgião. Já a IA auxilia no planejamento cirúrgico, analisando padrões anatômicos e prevenindo possíveis complicações. A realidade aumentada, por sua vez, oferece uma visualização detalhada das estruturas faciais e corporais, permitindo ajustes em tempo real durante a operação. Com essas tecnologias, a cirurgia plástica avança para um futuro mais seguro, eficiente e personalizado (Shigihara; Machado, 2022).

Em suma, a incorporação de tecnologias avançadas na execução cirúrgica e nos procedimentos intraoperatórios representa um avanço significativo para a medicina. Apesar dos desafios, a robótica, a IA, a realidade aumentada e os sistemas de monitoramento inteligente têm o potencial de transformar a prática cirúrgica, principalmente na cirurgia plástica, tornando-a mais segura, eficiente e acessível.

PÓS-OPERATÓRIO, RECUPERAÇÃO E MONITORAMENTO AUTOMATIZADO

A cicatrização é o processo natural de reparo do tecido após uma lesão, regulado por mecanismos celulares e moleculares, podendo durar meses ou anos conforme a gravidade da ferida. Uma ferida é considerada cicatrizada quando a pele recupera sua integridade e função. No entanto, esse processo pode ser afetado por fatores locais, como pressão, infecção, necrose e trauma, além de condições sistêmicas, como idade, doenças crônicas e nutrição inadequada. Por isso, é essencial uma avaliação adequada e contínua, que permita decisões clínicas assertivas, identificação de

possíveis complicações e adoção de condutas que favoreçam a completa cicatrização. Ferramentas que considerem todos os aspectos do processo e a condição geral do paciente são fundamentais nesse acompanhamento (Garbuio; 2018).

Nesse contexto, durante o período de recuperação, após uma cirurgia plástica, é imprescindível acompanhar atentamente o processo de reabilitação do paciente. Isso inclui a gestão adequada da dor, a prevenção de possíveis complicações, como infecções e hematomas, e o uso correto dos medicamentos indicados. Também é fundamental fornecer instruções detalhadas sobre os cuidados que devem ser realizados em casa, o tempo necessário de repouso e as limitações quanto às atividades diárias. O retorno periódico ao cirurgião plástico é essencial para avaliar a evolução da cicatrização, realizar eventuais intervenções complementares e garantir uma recuperação eficiente, contribuindo para alcançar os resultados esperados, tanto funcionais quanto estéticos (Basuino *et al*; 2024).

Com o avanço das tecnologias em saúde, estratégias como o uso de dispositivos vestíveis conectados à inteligência artificial vêm transformando o monitoramento de pacientes, permitindo o acompanhamento contínuo e em tempo real de sinais vitais fora do ambiente hospitalar. Esses equipamentos, como relógios inteligentes e sensores, coletam e enviam automaticamente dados para análise médica, o que beneficia especialmente pacientes com doenças crônicas, idosos e populações de difícil acesso, ao possibilitar a detecção precoce de alterações no estado de saúde. Isso favorece intervenções rápidas, reduz a necessidade de visitas presenciais e promove um cuidado mais proativo, eficiente e alinhado à saúde preventiva (Cardoso; 2024).

Além do monitoramento remoto, o uso da inteligência artificial tem se mostrado eficaz na identificação de infecções em sítio cirúrgico (ISCs) como estratégia de prevenção e controle de infecções, contribuindo para a melhoria da qualidade do atendimento e a redução das taxas de infecção. Os métodos convencionais de detecção geralmente utilizam os códigos da Classificação Internacional de Doenças, 10ª Revisão (CID-10), ou a análise manual de prontuários médicos. No entanto, a confiabilidade dos códigos CID-10 pode variar conforme as práticas de codificação adotadas em cada instituição, e a revisão de prontuários exige um volume significativo de mão de obra e tempo. Como alternativa, têm sido aplicados algoritmos de aprendizado de máquina que analisam textos ricos em informações presentes nos registros médicos eletrônicos (RME), oferecendo uma abordagem mais ágil e precisa para a identificação e predição de infecções em sítios cirúrgicos (Wu; 2022).

Complementando essa abordagem, a aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*) e redes neurais profundas (*deep learning*) permite a análise sistemática de grandes volumes de dados, identificando padrões sutis que muitas vezes não são percebidos pelo olhar humano. Além disso, essas tecnologias

aceleram significativamente a revisão de grandes quantidades de amostras. Pesquisas recentes têm apresentado resultados promissores, com níveis de sensibilidade e especificidade que se igualam ou até superam os obtidos por análises realizadas exclusivamente por especialistas (Freire *et al*; 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A IA tem revolucionado a cirurgia plástica ao permitir previsões mais precisas sobre os resultados estéticos e personalizar procedimentos com base em dados clínicos. Modelos avançados, como redes neurais convolucionais e algoritmos de aprendizado de máquina, possibilitam a criação de simulações hiper-realistas, ajudando médicos e pacientes a alinharem expectativas antes da intervenção. Além disso, ferramentas como realidade aumentada e análise automatizada de imagens aprimoram o planejamento cirúrgico, aumentando a segurança e a eficiência dos procedimentos.

Apesar dos avanços, os desafios técnicos e éticos ainda persistem. A dependência excessiva da IA pode comprometer o julgamento clínico dos cirurgiões, reduzindo a personalização do atendimento médico. Além disso, os conjuntos de dados utilizados no treinamento dos algoritmos frequentemente apresentam vieses, sub-representando a diversidade étnica e anatômica dos pacientes. Esses fatores levantam preocupações sobre a precisão dos resultados e a necessidade de validação clínica contínua para garantir que a tecnologia seja aplicada de forma segura e eficaz.

Outro aspecto relevante é a influência da tecnologia na percepção do “belo” na sociedade contemporânea. A IA permite ajustes faciais e corporais que podem reforçar padrões estéticos cada vez mais sofisticados e muitas vezes inatingíveis. Isso pode gerar impactos na autoestima e na relação das pessoas com sua própria aparência, promovendo expectativas irreais. A busca por uma estética personalizada, embora benéfica, precisa ser equilibrada com a valorização da diversidade e a aceitação das características individuais.

Vale ressaltar que a regulação e a ética na aplicação da IA na cirurgia plástica devem ser constantemente debatidas para evitar problemas legais e garantir a segurança dos pacientes. A definição de responsabilidades em casos de falhas nos algoritmos ou resultados insatisfatórios ainda é um desafio. Além disso, a transparência no uso dessas tecnologias é essencial para manter a confiança dos pacientes e garantir que as decisões médicas continuem sendo tomadas com base em avaliações clínicas criteriosas, e não apenas por recomendações automatizadas.

Em suma, a IA na cirurgia plástica traz benefícios significativos, como maior precisão nos procedimentos e melhor alinhamento de expectativas. No entanto, sua implementação exige cautela para preservar a autonomia médica e evitar

impactos negativos na percepção do belo. O futuro dessa tecnologia depende de um equilíbrio entre inovação, ética e humanização dos cuidados, garantindo que os avanços beneficiem a saúde e o bem-estar sem comprometer os valores fundamentais da prática médica.

REFERÊNCIAS

BASUINO, L. *et al.* Desafios anestésicos em cirurgia plástica: do planejamento à recuperação pós-operatória. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 2194–2212, 2024.

CAMPOS, A. R. **Análise facial automatizada através de inteligência artificial: validação do algoritmo.** 2024. 45 f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2024.

CARDOSO, B. H. O. **Como a inteligência artificial pode ajudar no monitoramento pós-cirúrgico.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Computação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024.

ELIAS, M. A. *et al.* Inteligência artificial em saúde e implicações bioéticas: uma revisão sistemática. **Revista Bioética**, v. 31, p. e3542EN, 2023.

FERREIRA, D. **Reconhecimento facial utilizando redes neurais convolucionais.** IFBA, 2021. Disponível em: https://portal.ifba.edu.br/santoantonio/ensino/cursos-tecnologos/arquivos_ads/ifba-saj-ads-tcc-artigo-daniel-reconhecimento_facial.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

FRAZÃO, L. F. N. *et al.* A cirurgia plástica no contexto estético: aspectos sociais por uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 994–1002, 2023.

FREIRE, G. L. M.; MARRA, D. D. C.; RIBEIRO, T. M. O. Impacto da inteligência artificial na detecção precoce do câncer de colo do útero: perspectivas atuais e desafios. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. e78287, 2025.

GARBUIO, D. C. *et al.* Instrumentos para avaliação da cicatrização de lesões de pele: revisão integrativa. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 20, 2018.

HASSAN, A. M. *et al.* Exploring the Potential of Artificial Intelligence in Surgery: Insights from a Conversation with ChatGPT. **Annals of Surgical Oncology**, v. 30, n. 7, p. 3875–3878, 5 abr. 2023.

HMIDO, S. B. *et al.* Patient perspectives on AI-based decision support in surgery. **BMJ Surgery, Interventions, & Health Technologies**, v. 7, n. 1, p. e000365, abr. 2025.

KOKKINAKIS, S.; KRITSOTAKIS, E. I.; LASITHIOTAKIS, K. Artificial Intelligence in Surgical Risk Prediction. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 12, p. 4016–4016, 13 jun. 2023.

LIM, B. *et al.* Using generative artificial intelligence tools in cosmetic surgery: a study on rhinoplasty, facelifts, and blepharoplasty procedures. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 20, p. 6524, 2023.

LIMA, R. S. **Reconhecimento de orientação facial utilizando redes neurais convolucionais**. Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28467/1/2019_RafaelaSinhorotoLima_tcc.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

MENDONÇA FILHO, F. R. B. *et al.* Cirurgia plástica reconstrutiva: uma visão abrangente. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 4450–4468, 2024.

MEURER, M. I. *et al.* Aquisição e manipulação de imagens por tomografia computadorizada para prototipagem biomédica do complexo maxilofacial. **Radiologia Brasileira**, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/VNtcxYxcPJ75wK3GFTcfwyK/?format=pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

NETO, C. A. *et al.* Desafios éticos na implementação de sistemas de inteligência artificial na tomada de decisões intra operatórias em cirurgias gerais. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 3074–3086, 20 ago. 2024.

NOVOTNY, M. J.; FAST, A.; RADTKE, C. Transformative role of artificial intelligence in plastic and reconstructive surgery: innovations, applications and future directions. **Artificial Intelligence Surgery**, v. 4, p. 376-386, 2024.

OLIVEIRA, K. R.; MARANHÃO, C. M. M. DE A. O uso do planejamento virtual na cirurgia ortognática. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica (RBCP) – **Brazilian Journal of Plastic Surgery**, v. 38, n. 4, 2023.

PAPE, H.-C. *et al.* The role of big data management, data registries, and machine learning algorithms for optimizing safe definitive surgery in trauma: a review. **Patient Safety in Surgery**, v. 18, n. 1, 20 jun. 2024.

QIN, F.; GU, J. Artificial intelligence in plastic surgery: current developments and future perspectives. **Plastic and Aesthetic Research**, v. 10, n. 1, p. 3, 9 fev. 2023.

QUEIROZ, D. V.; DURAN, M. S.; CHERMAN, A. A. **Manejo intraoperatório do sangramento em cirurgias de grande porte com métodos viscoelástico**. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/jscr/article/view/25736/15228>>. Acesso em: 1 jul. 2025.

QUEIROZ, S. R. S. *et al.* Avaliação e projeção do uso da inteligência artificial nas cirurgias plásticas. In: **Perspectivas integradas em Saúde, bem-estar e qualidade de vida 2**. Atena Editora, 2024. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/avaliacao-e-projecao-do-uso-da-inteligencia-artificial-nas-cirurgias-plasticas>. Acesso em: 28 maio 2025.

RAMOS FILHO, J. B. de L. *et al.* Cirurgia plástica: avanços e desafios na modernidade. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. 24810–24822, 2023.

SCHEMBERGER, E. E.; KONOPATZKI, E. A. Robótica Cirúrgica: Estado da Arte e Perspectivas Científicas. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1161–1175, 16 jan. 2024.

SERRANO, Lizandra Esper. **Ferramenta digital para análise facial frontal na Odontologia utilizando a inteligência artificial**. 2024. 43 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <http://www.bdt.d.uerj.br/handle/1/22273>. Acesso em: 28 maio 2025.

SHIGIHARA, C. K.; MACHADO, F. C. B. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde. **Departamento de Ciências da Saúde**. Campus Araranguá. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/243284/TCC%20II%20-%20Carolina%20e%20Cassia%20final.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 maio. 2025.

SILVA, D. F.; RODRIGUES, R. S.; SANTOS, M. L. Inteligência artificial em saúde. **Revista USP**, São Paulo, n. 141, p. 41-50, 2024.

SILVA, J. F. da *et al.* Inteligência artificial na cirurgia plástica: atração de pacientes e aprimoramento de técnicas cirúrgicas. **Revista Colóquio UNIFIMES**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2023.

SILVA, R. D. P. D. A. *et al.* Implantes de acrílico customizados para a reconstrução de calota craniana: relato de caso. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/SSQbNCknhKbwxt7WLbgygrg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 maio 2025.

SOARES, R. A. *et al.* Cirurgia robótica: manejo e perspectivas nos dias atuais Robotic surgery: management and perspectives nowadays Cirugía robótica: gestión y perspectivas en la actualidad Matheus de Carvalho Oliveira Tiago Augusto Braga de Vasconcelos Mateus Ribeiro Fernandes Teixeira. **Research Society and Development**, v. 12, n. 2, 1 fev. 2023.

SOARES, V. M.; TENÓRIO, G. A. R.; LIRA, C. C. R. **Vista do papel do monitoramento intraoperatório em anestesiologia:** avaliando o impacto de tecnologias avançadas e sistemas de monitoramento na segurança e nos resultados do paciente. Disponível em: <<https://ijhmreview.org/ijhmreview/article/view/393/304>>. Acesso em: 29 maio. 2025.

SOUZA, R. M.; OLIVEIRA, L. S. **Avaliação e projeção do uso da inteligência artificial nas cirurgias plásticas.** Atena Editora, 2022. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/avaliacao-e-projecao-do-uso-da-inteligencia-artificial-nas-cirurgias-plasticas>. Acesso em: 24 abr. 2025.

WU, G. *et al.* Performance of machine learning algorithms for surgical site infection case detection and prediction: A systematic review and meta-analysis. **Annals of Medicine and Surgery** (London), v. 84, p. 104956, 23 nov. 2022.

YE, J. *et al.* The role of artificial intelligence in the application of the integrated electronic health records and patient-generated health data. **medRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory)**, v. 18, 3 maio 2024.



CAPÍTULO 17

USO DE CHATBOTS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE SEMIOLOGIA EM MEDICINA

Laura Macedo de Queiroz Franco

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

Nonato Camargo Vieira

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

Paulo Henrique Alves Guimarães

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

Thiago Ribeiro Novais

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

Giselle Cunha Barbosa Safatle

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

Priscila Capelari Orsolin

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

O avanço das tecnologias digitais tem remodelado significativamente as práticas pedagógicas no ensino superior, especialmente nas áreas da saúde. A crescente adoção de ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA), como os *chatbots* educacionais, representa uma resposta inovadora aos desafios da formação médica contemporânea. Essas tecnologias oferecem aos estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades clínicas por meio da simulação, tornando-se especialmente valiosas em contextos onde o ensino presencial é limitado, como ocorreu durante a pandemia da COVID-19 (Han; Park; Lee, 2022).

Os *chatbots* educacionais são agentes conversacionais programados para interagir com os usuários por meio de linguagem natural, simulando interações típicas da prática clínica. No ensino médico, eles vêm sendo utilizados como ferramentas

de suporte à aprendizagem ativa, permitindo a simulação de entrevistas clínicas, como a anamnese, em ambientes seguros e controlados. Estudantes de medicina têm relatado que essas tecnologias favorecem a consolidação de conteúdos e o desenvolvimento de competências comunicacionais e diagnósticas (Rädel-Abläss *et al.*, 2025).

Estudos experimentais apontam que o uso de *chatbots* pode melhorar o desempenho acadêmico de estudantes da área da saúde. Um ensaio clínico randomizado realizado com alunos do quarto ano de medicina, em Paris, demonstrou que o uso de um *chatbot* interativo levou a um desempenho significativamente melhor em testes clínicos, quando comparado ao ensino convencional (Al Kahf *et al.*, 2023). Esses achados sugerem que os *chatbots* não apenas complementam o ensino tradicional, mas podem também atuar como catalisadores de aprendizagem eficaz e personalizada.

Além disso, os *chatbots* têm se mostrado particularmente úteis no desenvolvimento de habilidades relacionadas à entrevista médica, como escuta ativa, empatia e formulação de perguntas. Em um estudo com estudantes de cursos da saúde que utilizaram simulações baseadas em IA para praticar anamnese, a maioria desses relatou melhorias significativas em sua confiança e preparo para situações clínicas reais (Rädel-Abläss *et al.*, 2025). Tais resultados reforçam a premissa de que a utilização da IA pode contribuir significativamente para a formação médica, ao tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, acessível e personalizado, atendendo de forma mais eficaz às necessidades específicas de cada aluno.

Dessa forma, considerando o potencial dos *chatbots* educacionais para otimizar o ensino da anamnese e outras habilidades semiológicas, torna-se pertinente investigar suas aplicações, limitações e oportunidades. Este capítulo tem como objetivo explorar os fundamentos conceituais, as evidências científicas e as possibilidades pedagógicas associadas ao uso de *chatbots* no ensino da saúde, com ênfase no contexto médico e nas práticas de entrevista clínica.

BASE TEÓRICA E CONCEITUAL

Os *chatbots* educacionais são definidos como sistemas computacionais que simulam a conversação humana com o objetivo de apoiar o processo de ensino-aprendizagem. Esses agentes são frequentemente baseados em algoritmos de IA e aprendizado de máquina, que permitem a interação com os usuários de maneira autônoma e personalizada (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021). No contexto da educação médica, essas ferramentas têm se destacado como mediadoras da aprendizagem ativa, facilitando o desenvolvimento de competências por meio de práticas interativas.

Uma das aplicações mais relevantes dos *chatbots* na educação em saúde é a simulação de entrevistas clínicas. A prática da anamnese, por exemplo, exige não apenas conhecimento técnico, mas também habilidades comunicacionais refinadas — algo que pode ser treinado com agentes conversacionais. De acordo com Rädell-Abläss *et al.* (2025), as simulações baseadas em IA permitem que os estudantes experimentem diversas situações clínicas, com *feedback* imediato, sem os riscos ou constrangimentos do ambiente real.

Han, Park e Lee (2022) demonstraram que a integração de programas educacionais com *chatbots* em aulas não presenciais contribuiu para o aumento da motivação dos alunos, da autoeficácia e do desempenho acadêmico. Isso se dá porque os estudantes podem repetir os exercícios quantas vezes forem necessárias, adaptando a aprendizagem ao seu próprio ritmo. Além disso, os *chatbots* oferecem respostas automáticas e personalizadas, o que favorece um ambiente de aprendizagem mais flexível e responsivo.

Os benefícios dessas ferramentas também foram verificados por Al Kahf *et al.*, (2023), que observaram melhora significativa no desempenho de estudantes que utilizaram um *chatbot* educacional como recurso de apoio ao estudo. O sistema fornecia perguntas clínicas, diálogos simulados e *feedbacks* em tempo real, otimizando o aprendizado em comparação com métodos tradicionais. Esses resultados reforçam a importância dos *chatbots* como instrumentos complementares de ensino, sobretudo em disciplinas clínicas como semiologia e propedêutica.

Por fim, revisões sistemáticas indicam que *chatbots* integrados a dispositivos móveis e plataformas digitais ampliam o acesso ao conteúdo, permitindo seu uso em variados contextos — da sala de aula à prática autônoma (Chandran *et al.*, 2022). O uso desses recursos no ensino em saúde é, assim, respaldado por um arcabouço teórico que combina inovação tecnológica, pedagogia interativa e práticas baseadas em evidências.

DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM CHATBOT EDUCACIONAL

A incorporação de agentes conversacionais ao currículo médico não deve ser vista como simples aditivo tecnológico, mas como resposta ao descompasso entre a crescente demanda por prática clínica supervisionada e a limitação de tempo docente e de pacientes padronizados. Ao analisarem 53 estudos, Okonkwo e Ade-Ibijola (2021) concluíram que *chatbots* educacionais favorecem motivação, personalização e desenvolvimento de habilidades clínicas, especialmente quando integrados a metodologias ativas. Contudo, esses benefícios dependem de uma arquitetura pedagógica alinhada a requisitos técnicos, objetivos curriculares e evidências de aprendizagem (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021).

Este capítulo propõe um roteiro em três etapas — mapeamento de conteúdos-chave, definição de rotas conversacionais e integração de casos clínicos — para construção de *chatbots* aplicados à Semiologia. A escolha da disciplina se justifica por sua natureza basilar, que exige articulação entre conhecimento teórico, comunicação e raciocínio clínico. Nesse contexto, a ferramenta atua como mediadora de prática deliberada, oferecendo ciclos curtos de *feedback* sem sobrecarregar preceptores nem expor pacientes a riscos.

Revisões sistemáticas dos últimos cinco anos indicam que, quando associados a metodologias como *flipped classroom*, *problem-based learning* (PBL) e *team-based learning* (TBL), esses recursos promovem até 20% de ganho em testes cognitivos, além de melhorias na autorregulação, como planejamento e monitoramento metacognitivo (Han; Park; Lee, 2022). Ensaios clínicos com jogos conversacionais também apontam melhor desempenho em avaliações teóricas de Pneumologia e redução da ansiedade durante a anamnese (Al Kahf *et al.*, 2023). Esses dados reforçam que a prática deliberada, aliada a *feedback* imediato, consolida habilidades clínicas.

Porém, persistem limitações. A literatura é marcada por heterogeneidade metodológica e foco em métricas de curto prazo, sem clareza sobre a transferência de habilidades para o ambiente clínico real. Além disso, são raros os estudos que detalham a engenharia instrucional dos *chatbots*, dificultando replicação e escalabilidade (Torres *et al.*, 2024).

MAPEAMENTO DE CONTEÚDOS-CHAVE: DA COMPETÊNCIA CURRICULAR AO DADO CONVERSACIONAL

Antes da programação, o *chatbot* de Semiologia exige traduzir as competências definidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) e avaliadas no OSCE (Exame Clínico Objetivo Estruturado) em unidades semânticas que o motor de Processamento de Linguagem Natural (PLN) compreenda (Li; Lam; See, 2021). Os conteúdos organizam-se em três macrodomínios alinhados ao raciocínio clínico:

1. História clínica – anamnese dirigida, antecedentes, sintomas principais e cronologia;
2. Exame físico – inspeção, palpação, percussão e ausculta, com manobras padronizadas;
3. Interpretação de sinais – correlação semiológica, hipóteses iniciais e indicação de exames.

Essa estrutura viabiliza *sprints* paralelos: enquanto o time de conteúdo aprofunda, por exemplo, dor torácica, o time de PLN treina *intents* ligadas ao exame cardiovascular (Co; Yuen; Cheung, 2022). Cada subtópico gera *intents* e *entities* vinculadas a ontologias como SNOMED CT, garantindo granularidade—distinguir “pontada”, “opressão” ou “queimação”—e reduzindo ambiguidades (Li; Lam; See, 2021).

O corpus é revisado por docentes e testado por estudantes; métricas de cobertura e satisfação guiam ajustes dentro de um design instrucional ágil (Al Kahf *et al.*, 2023). O resultado é uma base cognitiva que conecta sinais, sintomas e diagnósticos, permitindo inferências e futuros algoritmos adaptativos (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021).

Ao mapear cada nó às DCNs e aos itens do OSCE, obtêm-se rastreabilidade para (i) avaliação formativa, (ii) atualização ágil de conteúdo e (iii) pesquisa sobre uso e desempenho (Han; Park; Lee, 2022). Assim, o mapeamento transforma diretrizes em diálogo computável e eleva o *chatbot* de repositório de respostas a ambiente de aprendizagem com *feedback* imediato e análise em escala (Nehme *et al.*, 2024).

FERRAMENTAS E PLATAFORMAS PARA CONSTRUÇÃO DE *CHATBOTS* EDUCACIONAIS

A definição da plataforma que hospedará o *chatbot* de semiologia afeta diretamente custos operacionais, aderência curricular, governança de dados e qualidade pedagógica. Mesmo que ferramentas *low-code* (baixo código) tenham reduzido barreiras técnicas para docentes da área da saúde, fatores como suporte linguístico, privacidade e integração com ambientes virtuais de aprendizagem mantêm-se decisivos (Laymouna *et al.*, 2024).

No *SaaS* (*Software as a Service*) e *PaaS* (*Platform as a Service*), que são plataformas de uso e criação de projetos conversacionais, destacam-se:

- Azure Bot Framework, da Microsoft, com reconhecimento de fala, amplamente empregado em fluxos médicos automatizados;
- Dialogflow CX, do Google, multilíngue, integrado a Google Classroom, mas com cobrança por sessão e guarda de dados no provedor.

Soluções *low-code*, como o Landbot.io, facilitam a prototipagem de sistemas conversacionais, mas apresentam validação científica limitada, uma vez que são plataformas comerciais que raramente passam por estudos acadêmicos rigorosos (Patel, 2021). Já os *frameworks* são conjuntos de ferramentas e bibliotecas de código que servem como base para que desenvolvedores construam uma aplicação do zero. Por serem *open source* (código aberto) — Rasa (*Python*), Botpress (*Node.js*) e Bot Framework Composer — oferecem soberania total sobre os dados, favorecendo conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Diante disso, literatura propõe cinco critérios de avaliação (Pérez Soler *et al.*, 2021):

1. Suporte ao português médico, muitas vezes nativo em SaaS e dependente de curadoria nos *open-source*;
2. Usabilidade para docentes, privilegiando interfaces visuais;

3. Integração com LMS (Moodle, Canva) e padrões de saúde;
4. Escalabilidade versus custo, comparando cobrança por sessão e despesas de infraestrutura própria;
5. Análítica de aprendizagem, com *dashboards* que monitorem engajamento e erros.

Em termos de segurança e privacidade, a hospedagem deve ocorrer em território nacional — ou sob cláusulas contratuais robustas — e contemplar: consentimento granular, anonimização para pesquisas, criptografia em trânsito e em repouso, além de auditorias periódicas contra vieses algorítmicos (Aldergham; Alfouri; Al Madat, 2024).

Para adoção bem-sucedida, recomenda-se (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021):

- elaborar matriz de decisão ponderando os critérios supracitados;
- conduzir projeto-piloto (p. ex. anamnese respiratória) a fim de testar fluxo de dados e conformidade;
- instituir comitê de governança com representantes de TI, jurídico e corpo docente;
- realizar *sprints* trimestrais para revisar *intents*, *entities* e *logs*.

Assim, equilibrar conveniência de SaaS, baixo custo inicial de soluções *low-code* e soberania de dados de frameworks *open-source* é essencial para que o *chatbot* se mantenha sustentável, seguro e pedagogicamente eficiente.

DESENHO INSTRUCIONAL E INTERAÇÃO ALUNO-CHATBOT

Um *chatbot* eficaz em semiologia deve integrar motivação, prática deliberada e metacognição. A gamificação — por meio de “missões clínicas”, pontos, distintivos e rankings anônimos — eleva a motivação intrínseca e já demonstrou ganhos de desempenho acadêmico e satisfação discente (Hicke *et al.*, 2025). Alternar papéis (paciente, preceptor e colega) aprofunda a empatia e o raciocínio colaborativo (Zhang *et al.*, 2024).

O *feedback* imediato e adaptativo corrige omissões ou interpretações incorretas, oferecendo confirmações, justificativas semiológicas e microaulas; essas métricas permitem intervenções personalizadas dos tutores (Labrague; Al Sabei, 2024).

A modalidade de interação condiciona a aprendizagem:

- Texto – acessível e fácil de analisar, porém menos imersivo;
- Voz – simula consultas reais e treina escuta ativa, mas exige ambiente silencioso;

- Realidade virtual/aumentada – permite inspeção tridimensional, embora demande alto investimento e atualização contínua (Devi, 2024).

A implantação segue: definir competências (OSCE), selecionar mecânicas de jogo, formular rubricas de *feedback*, escolher a modalidade, executar piloto e ajustar segundo métricas de usabilidade e aprendizagem. *Chatbots* multimodais, que combinam texto, voz e realidade estendida com análise emocional, ampliam o potencial pedagógico, mas requerem atualização clínica constante e vigilância ética (Nehme *et al.*, 2024).

A excelência de um agente conversacional em semiologia decorre da articulação entre gamificação, *feedback* formativo em tempo real e escolha de mídia. Com esse desenho instrucional, o *chatbot* converte-se em um preceptor virtual, promovendo aprendizagem ativa, segura e engajadora (Aldergham; Alfouri; Al Madat, 2024).

VANTAGENS, LIMITAÇÕES E EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

Chatbots educacionais oferecem um ambiente interativo e personalizado, permitindo a prática segura de habilidades clínicas com *feedback* imediato, fundamental para o desenvolvimento competencial. Além disso, são acessíveis a qualquer momento, favorecendo o aprendizado autodirigido e a revisão conforme a necessidade, aumentando motivação e engajamento dos estudantes (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021).

Contudo, enfrentam desafios como a necessidade de uma arquitetura pedagógica alinhada aos objetivos educacionais e a preocupação com a precisão das informações, especialmente em contextos clínicos complexos. A falta de padronização na avaliação da eficácia dificulta comparações e generalizações (Wang *et al.*, 2023).

Estudos e revisões sistemáticas indicam que *chatbots* podem melhorar o desempenho em avaliações teóricas e práticas. Por exemplo, o ChatGPT teve desempenho comparável a estudantes do terceiro ano no USMLE, destacando seu potencial como tutor virtual (Kung *et al.*, 2023). Metodologias ativas, como sala de aula invertida e TBL, mostram sinergia positiva com essas tecnologias, promovendo ganhos acadêmicos (Zaman *et al.*, 2022).

Há também questões éticas e de segurança, relativas à privacidade dos dados e confiabilidade das informações. É essencial garantir mecanismos robustos de segurança e basear o conteúdo em evidências atualizadas. O papel do professor deve ser preservado como mediador para que o *chatbot* complemente, e não substitua, a interação humana (Wang *et al.*, 2023).

Para maximizar benefícios, recomenda-se integrar *chatbots* a metodologias ativas, além de investir em pesquisas que avaliem sua eficácia em variados contextos. A colaboração entre educadores, desenvolvedores e profissionais de saúde é fundamental para criar *chatbots* alinhados às necessidades do ensino de semiologia médica (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021).

APLICAÇÃO PRÁTICA NO ENSINO DE SEMIOLOGIA

Após a exploração dos fundamentos teóricos, etapas de desenvolvimento e considerações gerais sobre o uso de *chatbots* no ensino da saúde, este capítulo dedica-se à aplicação prática dessa tecnologia especificamente no contexto da semiologia. Detalha-se como um *chatbot* pode ser integrado ao currículo médico com o objetivo de otimizar o aprendizado da anamnese e de outras habilidades semiológicas cruciais, apresentando exemplos concretos de interação e discutindo estratégias para sua implementação eficaz.

O CHATBOT COMO SIMULADOR INTERATIVO DE ANAMNESE

A anamnese, etapa fundamental do encontro clínico, exige do estudante não apenas o conhecimento das perguntas relevantes para cada condição, mas também a habilidade de conduzir a entrevista de forma empática, criando conexão com o paciente e interpretando suas respostas para construir de modo fidedigno a história da doença atual e pregressa (Silverman *et al.*, 2021). Tradicionalmente, essa habilidade é desenvolvida por meio da observação de entrevistas conduzidas por preceptores e da prática supervisionada com pacientes reais ou simulados. No entanto, a disponibilidade de pacientes com quadros clínicos variados e o tempo limitado para supervisão podem restringir a oportunidade de prática para os estudantes (Vergel; Galindo-Rodrigo, 2020).

É nesse contexto que o *chatbot* se apresenta como uma ferramenta valiosa, ao ser programado com roteiros de entrevistas clínicas para diversas condições médicas, conforme exemplificado em guias de prática clínica e livros de semiologia (Kung *et al.*, 2023). O *chatbot* permite que o estudante pratique a anamnese quantas vezes forem necessárias, em um ambiente livre de julgamentos e com a possibilidade de repetir perguntas ou explorar diferentes abordagens (Han; Park; Lee, 2022).

A título de exemplo, uma interação hipotética, baseada em critérios de diagnóstico (Mcdonagh *et al.*, 2021), para praticar a anamnese de um paciente com suspeita de insuficiência cardíaca pode ser apresentada da seguinte forma:

| |
|--|
| <i>Chatbot:</i> "Olá! Sou seu paciente virtual. Meu nome é João e tenho sentido falta de ar." |
| Estudante: "Boa tarde, João. Poderia me dizer quando essa falta de ar começou?" |
| <i>Chatbot:</i> "Começou há cerca de duas semanas e tem piorado gradualmente." |
| Estudante: "Você sente essa falta de ar em alguma situação específica, como ao deitar?" |
| <i>Chatbot:</i> "Sim, sinto bastante quando me deito e preciso usar mais travesseiros para conseguir respirar melhor (ortopneia)." |

Ao longo da interação, o *chatbot* responderia às perguntas do estudante de acordo com um roteiro predefinido, simulando as respostas que um paciente real poderia fornecer (Al Kahf *et al.*, 2023). O sistema poderia ser programado para fornecer *feedback* imediato sobre a pertinência das perguntas, alertando para omissões importantes ou sugerindo linhas de investigação mais aprofundadas, como a investigação, por exemplo, de dispneia paroxística noturna, um sintoma associado à insuficiência cardíaca. Caso o estudante não perguntasse sobre edema nos membros inferiores, o *chatbot* poderia, em momento oportuno, inserir essa informação ou sugerir a investigação desse sintoma (Holderried *et al.*, 2024).

DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES SEMIOLÓGICAS ALÉM DA ANAMNESE

A aplicação prática do *chatbot* não se limita à simulação da anamnese. Ele pode ser adaptado para auxiliar no desenvolvimento de outras habilidades semiológicas essenciais, como a descrição de achados do exame físico e a interpretação de sinais e sintomas. Após a simulação da anamnese, o *chatbot* poderia apresentar ao estudante um cenário com achados do exame físico (Rodrigues *et al.*, 2023), por exemplo.

| |
|---|
| <i>Chatbot:</i> "Ao exame físico, observei os seguintes sinais: frequência cardíaca de 110 bpm (taquicardia), pressão arterial de 150/90 mmHg, estertores crepitantes em bases pulmonares e edema maleolar bilateral." |
| Estudante: "Com base nesses achados e na história que você me contou, quais são suas principais hipóteses diagnósticas?" |
| <i>Chatbot:</i> "Considerando a falta de ar que piora ao deitar, o edema e os estertores pulmonares, a insuficiência cardíaca congestiva é uma possibilidade importante (Mann <i>et al.</i> , 2022). A hipertensão arterial também parece relevante." |

Nesse tipo de interação, o *chatbot* estimula o estudante a correlacionar os dados da anamnese com os achados do exame físico, desenvolvendo o raciocínio clínico e a capacidade de formular hipóteses diagnósticas. O sistema poderia, ainda, solicitar que o estudante justificasse suas hipóteses, oferecendo *feedback* sobre a plausibilidade de suas associações (Delavari, 2023).

INTEGRAÇÃO, DESAFIOS E AVALIAÇÃO DO CHATBOT NO ENSINO

A aplicação do *chatbot* se torna mais rica quando integrada a metodologias ativas de ensino, como a sala de aula invertida, na qual os estudantes o utilizam para praticar antes das aulas e a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), em que funciona como ferramenta de apoio na resolução de casos (Maia; Feitosa; Rolim Neto, 2020). As interações podem, ainda, gerar dados para a avaliação formativa, permitindo que os preceptores ofereçam *feedback* personalizado (Landim; Moreno-Neto; Soares, 2021).

Apesar do potencial dos *chatbots* na educação em semiologia (Wang *et al.*, 2023), sua implementação prática exige a consideração de desafios multifacetados. Entre eles, destacam-se a garantia da acurácia clínica e atualização do conteúdo, a progressiva complexidade dos casos simulados, a observância de preceitos éticos e de privacidade dos dados (Warrier; Warrier; Khandelwal, 2023), a integração curricular estratégica e o treinamento adequado do corpo docente. Adicionalmente, a avaliação sistemática do impacto pedagógico, mediante a análise de métricas de engajamento, desempenho acadêmico (incluindo OSCEs) e *feedback* dos atores envolvidos, configura-se essencial para otimizar a efetividade da ferramenta (Cecilio-Fernandes *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

Este capítulo explorou o crescente papel dos *chatbots* educacionais como ferramentas inovadoras na remodelação das práticas pedagógicas para o ensino da medicina, com foco especial na semiologia médica. Demonstra-se que novas tecnologias fundamentadas em inteligência artificial, processamento de linguagem natural e *feedbacks* instantâneos, oferecem um ambiente interativo, personalizado e seguro para o desenvolvimento de habilidades clínicas essenciais, como a anamnese.

A análise dos conceitos e da base teórica evidenciam o potencial dos *chatbots* para facilitar a aprendizagem ativa, ao promover a prática deliberada, favorecendo uma estruturação organizada da anamnese e assim, permitir a adaptação ao ritmo individual do estudante. Desse modo, as práticas adotadas para o desenvolvimento e a implementação de um *chatbot* educacional em semiologia — incluindo o mapeamento de conteúdos-chave, a seleção criteriosa de plataformas e um design instrucional engajador — evidenciaram a complexidade do processo e a necessidade de uma fundamentação teórica e metodológica sólida.

A discussão sobre os pontos positivos, limitações e evidências científicas revelou-nos que, apesar dos desafios relacionados à precisa padronização e questões éticas, os estudos apontam para resultados promissores no que tange à melhoria do desempenho acadêmico, da motivação e do desenvolvimento de habilidades de comunicação e direcionamento diagnóstico. A integração estratégica de *chatbots* com metodologias ativas e a colaboração multidisciplinar surgem como vertentes fundamentais para maximizar os benefícios dessas tecnologias no ensino de diversas áreas da saúde.

Fundamentalmente, a efetividade dos *chatbots* educacionais no ensino da Semiólogia transcende a mera aplicação tecnológica, dependendo antes, de um planejamento pedagógico cuidadoso, da escolha de ferramentas adequadas e de uma avaliação contínua de seu impacto no processo de formação médica. Ao mesmo tempo que se deve reconhecer seu potencial e abordar suas limitações de forma proativa, fica a cargo das instituições de ensino aproveitar os *chatbots* como valiosos aliados na preparação de profissionais da saúde, capazes de enfrentar complexos desafios da prática clínica contemporânea.

REFERÊNCIAS

AL KAHF, S. *et al.* Chatbot based serious games: a useful tool for training medical students? **PLOS ONE**, v. 18, n. 3, e0278673, 2023.

ALDERGHAM, M.; ALFOURI, A.; AL MADAT, R. Artificial Intelligence in Medicine. **SEEJPH (South Eastern European Journal of Public Health)**, p.774-790, 2024.

CECILIO-FERNANDES, D. *et al.* Advancing Simulation-Based Education in Brazil: Bridging Research and Practice for Healthcare Excellence. **Einstein**, São Paulo, v. 21, suppl. 3, 2023.

CHANDRAN, V. P. *et al.* Mobile applications in medical education: a systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 17, n. 3, e0265927, 2022.

CO, M.; YUEN, T. H. J.; CHEUNG, H. H. Using clinical history-taking chatbot mobile app for bedside teaching. **Heliyon**, v. 8, e09751, 2022.

DELAVARI, S. *et al.* Teaching and learning clinical reasoning skill in undergraduate medical students: a scoping review. **PLOS ONE**, v. 18, n. 11, e0309606, 2023.

DEVI, S. Artificial Intelligence in Medicine. **International Journal for Multidisciplinary Research**, v. 6, n. 1, p. 1-12, jan./fev. 2024.

HAN, J. W.; PARK, J.; LEE, H. Analysis of the effect of an artificial-intelligence chatbot educational program on non-face-to-face classes. **BMC Medical Education**, v. 22, art. 830, 2022.

HICKE, Y. *et al.* MedSimAI: simulation and formative feedback generation to enhance deliberate practice in medical education. **ArXiv preprint arXiv**, 2503.05793, 2025.

HOLDERRIED, F. *et al.* A Generative Pretrained Transformer (GPT)-Powered Chatbot as a Simulated Patient to Practice History Taking: Prospective, Mixed Methods Study. **JMIR Medical Education**, v. 10, p. e53961, 16 jan. 2024.

KUNG, T. H. *et al.* Performance of ChatGPT on USMLE: potential for AI-assisted medical education using large language models. **JMIR Medical Education**, v. 9, 2023.

LABRAGUE, L. J.; AL SABEL, S. D. Integration of AI-powered chatbots in nursing education: a scoping review of their utilization, outcomes, and challenges. **Teaching and Learning in Nursing**, v. 20, n. 8, p. 1-9, 2024.

LANDIM, D. M. P.; MORENO-NETO, J. L.; SOARES, J. F. de S. Raciocínio clínico: percepções e práticas de estudantes de medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 45, n. 1, p. e032, 2021.

LAYMOUNA, M. *et al.* Roles, Users, Benefits, and Limitations of Chatbots in Health Care: Rapid Review. **Journal of Medical Internet Research**, Montreal, v. 26, p. e56930, 2024.

LI, Y. S.; LAM, C. S. N.; SEE, C. Using a machine-learning architecture to create an AI-powered chatbot for anatomy education. **Medical Science Educator**, v. 31, p. 1729-1730, 2021.

MAIA, M. A. G.; FEITOSA, P. W. G.; ROLIM NETO, M. L. Aprendizagem baseada em problemas na educação médica brasileira: uma revisão sistemática da literatura. **Revista interfaces**, v. 8, n. 2, p. 571-580, 2020.

MANN, D. L. *et al.* **Doença cardíaca de Braunwald**: um livro didático de medicina cardiovascular. 12. ed. Philadelphia: Elsevier, 2022.

MCDONAGH, T. A. *et al.* 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. **European Heart Journal**, v. 42, n. 36, 2021.

NEHME, M. *et al.* Chatbots in medicine: certification process and applied use case. **Swiss Medical Weekly**, v. 154, p. 3954, 2024.

OKONKWO, C. W.; ADE-IBIJOLA, A. Chatbots applications in education: a systematic review. **Computers & Education: Artificial Intelligence**, v. 2, 100033, 2021.

PATEL, S. Aspects of Artificial Intelligence. In: KARTHIKEYAN, J.; TING, Su-Hie; NG, Yu-Jin (ed.). **Learning Outcomes of Classroom Research. India: L' Ordine Nuovo Publication**, 2021. p. 48-55.

PÉREZ SOLER, S. *et al.* Choosing a chatbot development tool. **IEEE Software**, v. 38, n. 4, p. 94-103, 2021.

RÄDEL-ABLASS, K. *et al.* Teaching opportunities for anamnesis interviews through AI-based teaching role plays: a survey with online learning students from health study programs. **BMC Medical Education**, v. 25, n. 1, art. 259, 2025.

RODRIGUES, N. D. *et al.* O impacto das simulações realísticas com pacientes virtuais na formação dos alunos de medicina do CESUPA. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 8, p. e12412842981, 2023.

SILVERMAN, D. **Doing qualitative research**. 6. ed. Los Angeles: SAGE, 2021.

TORRES, J. E. *et al.* El chatbot aplicado a salud: una revisión bibliométrica. **Revista de Comunicação e Saúde**, n. 15, p. 1-18, dez. 2024.

VERGEL, C.; GALINDO-RODRIGO, M. O impacto da simulação na prática clínica na educação em enfermagem: uma revisão sistemática. **Journal of Nursing Education and Practice**, v. 10, n. 7, p. 86-93, 2020.

WANG, C. *et al.* Ethical considerations of using ChatGPT in health care. **Journal of Medical Systems**, v. 47, n. 1, p. 1-9, 2023.

WARRIER, U.; WARRIER, A.; KHANDELWAL, K. Ethical considerations in the use of artificial intelligence in mental health. **The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery**, v. 59, p. 139, 2023.

ZAMAN, A. *et al.* Effectiveness of flipped classroom and team-based learning in teaching biochemistry to medical students. **Pakistan Armed Forces Medical Journal**, v. 72, n. 3, p. 1018-1022, 2022.

ZHANG, F. *et al.* Evolution of chatbots in nursing education: narrative review. **JMIR Medical Education**, v. 10, art. e54987, 2024.

SOBRE OS PREFACIANTES

Dr. Juan Andrés Fulla Ortiz

Urologista – Subespecialista em Endourologia e Cirurgia Robótica

Professor Associado, Universidade do Chile
Diretor de Cirurgia Robótica, Hospital San Borja Arriarán



Formação Acadêmica

- Médico Cirurgião, Universidade do Chile
- Mestrado em Ciências Biomédicas, Universidade do Chile
- Especialização em Urologia, Universidade do Chile
- Fellowship em Cirurgia Robótica, Mount Sinai Hospital, Nova Iorque, EUA
- Fellowship em Endourologia, Cleveland Clinic, Ohio, EUA

Áreas de Especialização

- Cirurgia robótica urológica
- Endourologia e tratamento da litíase urinária
- Hiperplasia prostática benigna (HPB)
- Inteligência artificial aplicada à medicina
- Ensino médico e treinamento de residentes

Projetos em Destaque

- Implementação do primeiro sistema Da Vinci no sistema público chileno
- Desenvolvimento do UroAssist, plataforma digital com IA para acompanhamento de pacientes urológicos
- Coordenação de programas de treinamento cirúrgico com simuladores de enucleação prostática
- Pesquisas multicêntricas sobre preditores de resultados em cirurgias prostáticas e litíase urinária

Dra. Frances Débora Ferreira de Deus

- Graduação em farmácia pelo Centro Universitário de Patos de Minas (2003).
- Especialização em análises clínicas (UNIPAM, 2004).
- Graduação em Medicina (UNIPAM, 2021).
- Residência Médica em Radiologia e Diagnóstico por Imagem (Hospital Universitário Antônio Pedro 2025).
- Programa Fellow Músculo Esquelético pelo grupo Fleury (em andamento).



SOBRE OS ORGANIZADORES

Dr. ÉLCIO MOREIRA ALVES, Médico, pelo Centro Universitário de Patos de Minas (2015), especialista em Clínica Médica, Terapia Intensiva e Cuidados Paliativos. Mestrando em Ensino em Saúde pelo Hospital Israelita Albert Einstein. Responsável Técnico dos CTIs da Santa Casa de Misericórdia de Patos de Minas. Professor coordenador do curso de Medicina do UNIPAM. Presidente da Associação Médica Regional de Patos de Minas.

<http://lattes.cnpq.br/1366276214363143>



Ms. JULIANA LILIS DA SILVA, Graduada em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP (2002), mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU (2003) e doutoranda em Administração pela UFU. Docente do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) desde 2005.

<http://lattes.cnpq.br/8844417691814809>



Dra. KARINE CRISTINE DE ALMEIDA, Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU, 2002), mestre em Ciências da Saúde (2005) e doutora em Imunologia e Parasitologia Aplicadas pela UFU (2010). Pós-doutorado em Imunologia com ênfase em Alergia (2012) e em Histologia (2013). É docente do Curso de Medicina e membro do Comitê de Ética em Pesquisa do UNIPAM.

<http://lattes.cnpq.br/7540906145248715>







Dra. NATÁLIA DE FÁTIMA GONÇALVES AMÂNCIO Fisioterapeuta, graduada pelo Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM (2010), Pós-Doutora em Promoção da Saúde pela Universidade de Franca- UNIFRAN (2020), especialista em Fisioterapia na Saúde da Mulher e do Homem pela FCMMG (2014) e em Saúde Pública com ênfase em Saúde da Família pelo UNIPAM (2013). É docente do Curso de Medicina do UNIPAM, e membro do Conselho Curador do UNIPAM.

<http://lattes.cnpq.br/3797112138697912>



O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO E NA PRÁTICA MÉDICA

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO E NA PRÁTICA MÉDICA

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br