



O PAPEL DA INTELIGENCIA ARTIFICIAL NA DESCOBERTA E DESENVOLVIMENTO DE FÁRMACOS

Camila Andrade de Souza¹, Layla Gabriela Kamouh Sainça¹, Vanessa Caroline Guimarães Cortes¹, Natalia Filardi Tafuri².



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p650-663>

Artigo recebido em 30 de Agosto e publicado em 02 de Novembro de 2024

REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

RESUMO

A pesquisa e produção de medicamentos são processos complexos e custosos, historicamente baseados em métodos empíricos e experimentais. Recentemente, avanços na inteligência artificial (IA) têm prometido transformar a indústria farmacêutica, permitindo processos mais eficientes e econômicos por meio de análises de dados, aprendizado de máquina e *deep learning*. Este estudo utilizou uma revisão integrativa de literatura, incluindo 20 artigos selecionados através de buscas em bases como BVS, SciELO, PubMed, EbscoHost e Google Scholar. Os critérios de inclusão consideraram artigos publicados nos últimos 4 anos, em português, inglês ou espanhol, que abordassem o uso de IA na descoberta e produção de fármacos. A análise destacou que a IA está acelerando significativamente a descoberta de medicamentos, melhorando a eficiência, reduzindo custos e otimizando o tempo de produção. Exemplos incluem a análise de grandes conjuntos de dados, modelagem molecular avançada e prevenção de toxicidade. A pandemia de COVID-19 evidenciou o papel crucial da IA na resposta rápida e eficaz através de colaborações interdisciplinares e modelos de aprendizado profundo. Em síntese, a IA está revolucionando a farmacologia ao acelerar a descoberta de novos tratamentos e personalizar a medicina. No entanto, é essencial enfrentar desafios como a adaptação dos profissionais de saúde, a implementação de regulamentações adequadas e a garantia de ética no uso da IA. Colaborações amplas e compartilhamento transparente de dados são fundamentais para maximizar os benefícios dessa tecnologia emergente.

Palavras-chave: Inteligência artificial, medicamentos novos, indústria farmacêutica.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DISCOVERY AND DEVELOPMENT OF DRUGS

ABSTRACT

Medicine research and production are complex and costly processes, historically based on empirical and experimental methods. Recently, advances in artificial intelligence (AI) have promised to transform the pharmaceutical industry, enabling more efficient and cost-effective processes through data analysis, machine learning and deep learning. This study used an integrative literature review, including 20 articles selected through searches in databases such as BVS, SciELO, PubMed, EbscoHost and Google Scholar. The inclusion criteria considered articles published in the last 4 years, in Portuguese, English or Spanish, that addressed the use of AI in the discovery and production of drugs. The analysis highlighted that AI is significantly accelerating drug discovery, improving efficiency, reducing costs and optimizing production time. Examples include the analysis of large data sets, advanced molecular modeling, and toxicity prevention. The COVID-19 pandemic has highlighted the crucial role of AI in responding quickly and effectively through interdisciplinary collaborations and deep learning models. In short, AI is revolutionizing pharmacology by accelerating the discovery of new treatments and personalizing medicine. However, it is essential to face challenges such as adapting healthcare professionals, implementing appropriate regulations and ensuring ethics in the use of AI. Broad collaborations and transparent data sharing are key to maximizing the benefits of this emerging technology.

Keywords: Artificial intelligence, new medicines, pharmaceutical industry.

Autor correspondente: *Camila Andrade de Souza*

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A pesquisa e o desenvolvimento de medicamentos representam um processo prolongado, complexo e custoso, caracterizado por inúmeras tentativas e erros ao longo de extensos períodos de investigação (Deore et al., 2019). Inicialmente, a farmacologia se baseava em abordagens empíricas e experimentais para identificar e aprimorar medicamentos. Contudo, o avanço tecnológico das últimas décadas possibilitou a integração da inteligência artificial (IA) em várias áreas da saúde e pesquisa, prometendo transformar profundamente a indústria farmacêutica (Rashid, 2021).

A inteligência artificial é um campo de pesquisa multidisciplinar, caracterizado pela capacidade das máquinas em simular comportamentos cognitivos humanos, como aprendizado e resolução de problemas. Através de sistemas e softwares que analisam dados para identificar padrões, aprender soluções e tomar decisões com o objetivo de alcançar metas específicas, a IA possibilita a implementação de processos mais econômicos e eficientes (Roda, 2022). No campo da IA, são destacadas as redes neurais artificiais de *machine learning* e *deep learning*. A *machine learning* desenvolve algoritmos que podem aprender com dados, sem necessidade de programação explícita para isso. Esses algoritmos ajustam seus parâmetros com base nos conjuntos de dados de treinamento, melhorando seu desempenho com a prática. Suas características permitem sua aplicação na previsão da atividade biológica de compostos e na análise de grandes conjuntos de dados químicos, otimizando formulações e antecipando efeitos adversos. Já o *deep learning* é uma ramificação do *machine learning* que utiliza redes neurais artificiais com múltiplas camadas para representar de maneira complexa os dados. Essas redes são eficazes na análise de grandes volumes de dados não estruturados, facilitando a modelagem de estruturas moleculares, a descoberta de novos medicamentos e previsão de toxicidade (Alonso et al., 2024).

Em consequência disso, indústrias farmacêuticas e startups de biotecnologia estão cada vez mais utilizando a IA para acelerar a descoberta e o refinamento de medicamentos. Embora esses avanços sejam vistos por alguns como uma ameaça ao emprego, eles são reconhecidos pelo potencial de melhorar a sociedade, desde que sejam aplicados de maneira ética e interpretados de forma



adequada (Salivar-González; Gortari; Medina-Franco, 2023).

Diante disso, este estudo procurou investigar o impacto da inteligência artificial (IA) na descoberta e desenvolvimento de novos medicamentos, comparando seus resultados com os métodos tradicionais.

METODOLOGIA

O presente estudo consistiu em uma revisão exploratória integrativa de literatura. A revisão integrativa foi realizada em seis etapas: 1) identificação do tema e seleção da questão norteadora da pesquisa; 2) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos e busca na literatura; 3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; 4) categorização dos estudos; 5) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa e interpretação e 6) apresentação da revisão.

Na etapa inicial, para definição da questão de pesquisa utilizou-se da estratégia PICO (Acrônimo para *Patient, Intervention, Comparison e Outcome*). Assim, definiu-se a seguinte questão central que orientou o estudo: “Para a indústria farmacêutica, como o uso da inteligência artificial na descoberta e desenvolvimento de fármacos se compara aos métodos tradicionais em termos de eficiência, custo, tempo de desenvolvimento e sucesso na identificação de novos fármacos? ” Nela, observa-se o P: Indústria farmacêutica ou cientistas e pesquisadores envolvidos na descoberta e desenvolvimento de fármacos; I: Uso de inteligência artificial; C: Métodos tradicionais de descoberta e desenvolvimento de fármacos sem o uso de inteligência artificial; O: Eficiência, custo, tempo de desenvolvimento e sucesso na identificação de novos fármacos.

Para responder a esta pergunta, foi realizada a busca de artigos envolvendo o desfecho pretendido utilizando as terminologias cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) criados pela Biblioteca Virtual em Saúde, desenvolvido a partir do *Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine*, que permite o uso da terminologia comum em português, inglês e espanhol. Os descritores utilizados foram: inteligência artificial, descoberta de medicamentos e indústria farmacêutica. Para o cruzamento das palavras chaves utilizou-se os operadores booleanos “and”, “or” e

“not”.

Realizou-se um levantamento bibliográfico por meio de buscas eletrônicas nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), *Scientif Eletronic Library Online (SciELO)*, *National Library of Medicine (PubMed)*, *EbscoHost* e *Google Scholar*.

A busca foi realizada nos meses de maio e junho de 2024. Como critérios de inclusão, limitou-se a artigos escritos em português, inglês e espanhol, publicados nos últimos 4 anos (2020 a 2024), que abordassem o tema pesquisado e que estivessem disponíveis eletronicamente em seu formato integral, sendo excluídos os artigos que não obedeceram a esses critérios.

Após a etapa de levantamento das publicações, encontrou-se 34 artigos, sendo realizada a leitura do título e resumo considerando o critério de inclusão e exclusão definidos. Em seguida, realizou a leitura na íntegra das publicações, atentando-se novamente aos critérios de inclusão e exclusão, sendo que 14 artigos não foram utilizados devido aos critérios de exclusão. Foram selecionados 20 artigos para análise final e construção da revisão.

Posteriormente à seleção dos artigos, realizou-se um fichamento das obras selecionadas a fim de selecionar a coleta e análise dos dados. Os dados coletados foram disponibilizados em um quadro, possibilitando ao leitor a avaliação da aplicabilidade da revisão integrativa elaborada, de forma a atingir o objetivo desse método.

RESULTADOS

O Quadro 1 evidencia os principais achados retirados dos artigos utilizados como base para o presente artigo. Entre os achados encontrados observa-se aspectos relacionados ao uso da inteligência artificial e novas tecnologias tanto na descoberta, quanto desenvolvimento de fármacos.

Quadro 1: Caracterização dos artigos selecionados para estudo.

Autor/Ano	Estudo	Achados principais
Rashid, 2021	Artificial Intelligence: Effecting a Paradigm Shift in Drug Development.	A integração da inteligência artificial em várias etapas do pipeline de desenvolvimento de medicamentos possibilita a análise de grandes volumes de

			<p>dados, a identificação de padrões e a previsão de respostas com base em novas situações. Isso está resultando em avanços significativos na descoberta de novos medicamentos, na identificação de biomarcadores precisos e na estratificação eficaz dos pacientes. Esses avanços têm o potencial de impulsionar a medicina de precisão e personalizada a taxas sem precedentes.</p>
Zhavoronko; Vanhaelen; Oprea, 2020	Will Intelligence for Drug Discovery Clinical Pharmacology?	Artificial Impact	<p>Tendências recentes em Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina têm o potencial de impactar significativamente a área da farmacologia clínica. Apesar de essas tecnologias não substituírem os farmacologistas clínicos na próxima década, é fundamental que os profissionais se adaptem e acompanhem essas tendências. Assim, existe a necessidade de esforços comunitários e regulatórios para compartilhar dados abertos e disponibilizar mais informações para a comunidade de IA/ML, a fim de acelerar o progresso nessa área.</p>
Arshadi et al., 2020	Artificial Intelligence for COVID-19 drug discovery and vaccine development.		<p>O uso da inteligência artificial (IA) na descoberta de medicamentos e no desenvolvimento de vacinas para combater a COVID-19 acelera significativamente o processo de pesquisa e desenvolvimento, permitindo uma resposta rápida e eficaz à pandemia. A colaboração multidisciplinar e o uso de modelos de aprendizado profundo são fundamentais para impulsionar a descoberta de terapias virais eficazes, destacando a importância da IA na identificação de terapias eficazes e na resposta oportuna a crises sanitárias.</p>
Raúl et al., 2021	Identificación de Fármacos Mediante Técnicas de Visión e Inteligencia Artificial	de	<p>Propõe o desenvolvimento de um algoritmo utilizando técnicas de visão e inteligência artificial para detectar, classificar e localizar diversos fármacos com alta eficiência. A proposta visa contribuir para a identificação precisa de medicamentos, o que pode ter aplicações significativas na área da saúde e farmacologia.</p>



- Fernandes et al., 2023
Inteligência Artificial e Nanotecnologia no Desenvolvimento de Novos Fármacos
- A nanotecnologia pode melhorar a biodisponibilidade dos fármacos por meio do encapsulamento e liberação controlada, enquanto a inteligência artificial (IA) acelera o desenvolvimento de novas formulações e sistemas de administração de medicamentos ao identificar padrões e tendências em grandes volumes de dados. A IA também cria modelos preditivos para selecionar candidatos promissores, otimizando a formulação e liberação de fármacos, economizando tempo e recursos e contribuindo para avanços significativos na área.
- Campos; Vasconcelos, 2021
Appliance of machine learning algorithm in the pharmaceutical sector: a review.
- A utilização de algoritmos e tecnologias da informação na indústria farmacêutica está impulsionando a inovação, aumentando a agilidade no desenvolvimento de medicamentos, e melhorando a previsibilidade e resolução de problemas em várias etapas do processo, desde a previsão de problemas e estabilidade até a avaliação de toxicidade. A colaboração entre empresas é destacada como uma estratégia eficaz para ampliar o alcance e obter melhores resultados econômicos.
- Matsingos et al., 2021
Aplicaciones de la inteligencia artificial en la farmacología básica y clínica.
- A descoberta de novos medicamentos é um processo complexo, caro e demorado, com uma alta taxa de falhas. No entanto, a inteligência artificial tem se mostrado uma ferramenta valiosa para gerenciar grandes volumes de dados, acelerar o desenvolvimento de medicamentos e tornar o processo mais eficiente em termos de custo e tempo.
- Jiménez-Luna, et al., 2021
Artificial intelligence in drug discovery: recent advances and future perspectives
- O papel crescente da inteligência artificial, na área da descoberta de medicamentos é destacado. Avanços recentes e perspectivas futuras dessa tecnologia na aceleração do processo de descoberta de novos fármacos são discutidos, abordando temas como modelagem QSAR, design molecular de novo, previsão de síntese química e outras aplicações relevantes. A importância da colaboração interdisciplinar, do



compartilhamento de dados abertos e do desenvolvimento de modelos explicáveis para impulsionar ainda mais a aceitação e o avanço da inteligência artificial na descoberta de medicamento

- Canal-Alonso et al., 2021 Revolucionando la farmacéutica: aplicaciones y potencial de la Inteligencia Artificial Generativa en el descubrimiento de medicamentos. A integração da Inteligência Artificial Generativa na indústria farmacêutica representa um avanço paradigmático que promete acelerar o ritmo de descobertas, reduzir custos, aumentar a precisão e melhorar as chances de sucesso na busca por tratamentos mais eficazes e seguros. Além disso, enfatiza-se a importância de desenvolver marcos regulatórios e éticos para garantir o uso adequado e seguro da IA na pesquisa farmacêutica
- Kalayil et al., 2022 Artificial Intelligence in Pharmacy Drug Design A integração da IA no processo de design de medicamentos está acelerando a descoberta de novos compostos, melhorando a eficiência e a precisão, e possibilitando uma abordagem mais automatizada e inovadora para o desenvolvimento de fármacos. A aplicação da IA está revolucionando a forma como os medicamentos são descobertos e desenvolvidos, abrindo novas possibilidades e otimizando todo o processo de descoberta de medicamentos.
- Canal-Alonso et al., 2022 Inteligencia Artificial Generativa en Farmacología: Revolucionando la Interacción Fármaco-Proteína. Os benefícios da IA generativa, como a capacidade de identificar e melhorar interações entre medicamentos e proteínas alvo, prever interações cruzadas entre fármacos e, conseqüentemente, criar terapias mais seguras, eficientes e personalizadas. Destaca a importância de validar os resultados da IA com ensaios clínicos e testes no mundo real, enfatizando a sinergia entre a IA e a pesquisa farmacológica tradicional para alcançar avanços terapêuticos significativos.
- Roda, 2022 A inteligência artificial na descoberta de novos medicamentos A introdução de estratégias inovadoras, como a inteligência artificial (IA), é destacada como necessária para tornar o processo menos dispendioso, mais eficaz e ágil, acompanhando os avanços tecnológicos de



		outros setores e promovendo a descoberta de novos tratamentos e medicamentos.
Nogueira; Colli, 2023	Ferramentas digitais na atuação do farmacêutico	o uso de ferramentas digitais pode ser um grande aliado na otimização das atividades farmacêuticas, tornando a prática mais precisa, eficiente e segura. ↑ necessidade de esforços conjuntos para o aprimoramento das tecnologias digitais na prática farmacêutica, visando uma atuação mais ética, segura e efetiva.
Zucolotto et al., 2023	A inteligência artificial na medicina: aplicações atuais e potenciais	A inteligência artificial (IA) tem um potencial significativo para transformar a medicina. No campo da pesquisa, a IA está acelerando as descobertas científicas e o desenvolvimento de novos medicamentos e terapias. Com o avanço da IA, espera-se a identificação de novos biomarcadores e o surgimento de tratamentos inovadores, resultantes de uma compreensão mais profunda das complexidades biológicas humanas. Além disso, a IA pode revolucionar os ensaios clínicos, tornando-os mais eficientes e precisos, e acelerar a aplicação das descobertas de pesquisa na prática clínica
Urbano, 2023	La farmacia en la nueva era de la inteligencia artificial la farmacia y la inteligencia artificial.	A IA tem sido aplicada com sucesso em várias áreas da farmácia, incluindo terapia farmacológica, gestão de inventário, assistência ao farmacêutico, detecção de doenças, suporte em vendas e análise de opinião de avaliações online em farmácias. um maior envolvimento de pesquisadores e profissionais farmacêuticos na área de IA pode acelerar o desenvolvimento tecnológico e trazer benefícios significativos para o setor farmacêutico colombiano, que apresenta dificuldades nessa interseção entre IA e farmácia.
Lemos et al., 2023	A significância da inteligência artificial na medicina: aplicações e perspectivas.	A Inteligência Artificial (IA) na medicina moderna está revolucionando a gestão de dados de saúde, diagnósticos, tratamentos personalizados, prevenção de doenças, pesquisa e educação médica. A aliança entre tecnologia e humanização é essencial para



proporcionar um cuidado de alta qualidade e compassivo aos pacientes.

Costa et al., 2024, Farmacologia do futuro: avanços tecnológicos transformando o tratamento de doenças crônicas. As inovações tecnológicas, como inteligência artificial, nanotecnologia, medicina de precisão, análise de big data e manufatura aditiva (impressão 3D), estão transformando fundamentalmente a maneira como os medicamentos são desenvolvidos, testados e administrados na farmacologia. Essas avançadas técnicas têm o potencial de oferecer terapias mais eficazes e personalizadas. Surgem, então, desafios éticos, regulatórios e de segurança que precisam ser cuidadosamente abordados para garantir a implementação responsável dessas novas abordagens, sempre com foco no bem-estar dos pacientes.

Fonte: autoria própria.

DISCUSSÃO

Para Rashid (2020), a integração da IA no desenvolvimento de medicamentos está possibilitando avanços significativos, como a análise de grandes volumes de dados, identificação de padrões e previsão de respostas, impulsionando a medicina de precisão e personalizada. Zhavoronkov, Vanhaelen, e Oprea (2020) abordam o impacto da IA na farmacologia clínica, enfatizando que, embora ela não deva substituir os farmacologistas clínicos na próxima década, é crucial que os profissionais se adaptem às tecnologias. Eles também destacam a necessidade de esforços comunitários e regulatórios para promover o compartilhamento de dados abertos como uma maneira de acelerar o progresso nesta área.

Durante a pandemia de COVID-19, Keshavarzi Arshadi et al. (2020) demonstraram que o uso da IA acelerou significativamente o processo de descoberta de medicamentos e desenvolvimento de vacinas, possibilitando uma resposta rápida e eficaz. A colaboração multidisciplinar e a aplicação de modelos de aprendizado profundo foram cruciais para impulsionar a descoberta de terapias virais eficazes.

Raúl et al. (2021) apresentaram um algoritmo desenvolvido utilizando técnicas avançadas de visão computacional e IA para detectar, classificar e localizar diversos fármacos com alta eficácia. Fernandes et al. (2021) enfatizam a integração da IA com

nanotecnologia visando melhorar a biodisponibilidade de medicamentos, o que acelera o desenvolvimento de novas formulações e sistemas de administração.

Campos e Vasconcelos (2021) conduziram uma revisão sistemática sobre a implementação de algoritmos de machine learning na indústria farmacêutica, evidenciando os avanços tecnológicos e a agilidade proporcionada por essa abordagem. Eles destacam a colaboração entre empresas como uma estratégia eficaz para ampliar o alcance e alcançar melhores resultados econômicos.

No contexto das aplicações da IA na farmacologia básica e clínica, Matsingos et al. (2021) enfatizam a tecnologia é capaz de gerenciar grandes volumes de dados, acelerando o desenvolvimento de medicamentos e tornando o processo mais eficiente em termos de custo e tempo. Jiménez-Luna et al. (2021) exploram os avanços recentes e as perspectivas futuras da IA na descoberta de medicamentos, destacando a importância da colaboração interdisciplinar e do compartilhamento de dados abertos.

Canal-Alonso et al. (2021) discutem a implementação da IA Generativa na indústria farmacêutica, uma subespecialidade da IA focada no desenvolvimento de modelos computacionais que criam dados replicando aqueles presentes em um conjunto de treinamento específico. Ao contrário da IA tradicional, que apenas analisa e processa dados, a IA generativa busca gerar novos dados que reflitam a essência da informação com a qual foi treinada, ressaltando seu potencial para acelerar descobertas, reduzir custos e aumentar a precisão na busca por tratamentos mais eficazes e seguros. Kalayil et al. (2022) afirmam que a integração da IA no design de medicamentos está transformando a maneira como novos compostos são descobertos e desenvolvidos, abrindo novas possibilidades e otimizando todo o processo. Costa et al. (2024) enfatizam como as inovações tecnológicas, incluindo a IA, estão transformando a farmacologia ao oferecer terapias mais eficazes e personalizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, esta revisão de literatura enfatizou a importância da IA na pesquisa e desenvolvimento de medicamentos, destacando sua habilidade de inovar a área da farmacologia. As pesquisas analisadas mostram que a IA não só acelera a descoberta de novos compostos terapêuticos e melhora a eficácia dos testes clínicos, mas também



favorece a adaptação dos tratamentos, impulsionando a medicina personalizada. No entanto, não se pode ignorar os desafios que envolvem a adaptação dos profissionais de saúde, a implementação de regulamentos apropriados e a garantia de ética no uso dessa tecnologia emergente.

Assim, é fundamental dedicar esforços constantes para reduzir tais obstáculos e incentivar um ambiente favorável ao uso responsável e eficiente da inteligência artificial na área farmacêutica. É essencial colaborar entre diferentes áreas e compartilhar informações de forma clara para garantir que a inteligência artificial seja benéfica para a saúde pública global.

REFERÊNCIAS

ALONSO, T. R. et al. Uso Da Inteligência Artificial na medicina contemporânea - Uma revisão integrativa. **Revista de Epidemiologia e Saúde Pública**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2024.

ARSHADI, A. K. et al. Artificial intelligence for COVID-19 drug discovery and vaccine development. **Frontiers in artificial intelligence**, v. 3, p. 65, 2020.

CAMPOS, T. C. de; VASCONCELOS, T. C. L. de . Appliance of machine learning algorithm in the pharmaceutical sector: a review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 15, p. e140101522862, 2021.

CANAL-ALONSO, Á. et al. Inteligencia Artificial Generativa en Farmacología: Revolucionando la Interacción Fármaco-Proteína. **Repositorio Documental GREDOS**, [s.l: s.n.], 2022.

CANAL-ALONSO, Á. et al. Revolucionando la farmacéutica: aplicaciones y potencial de la Inteligencia Artificial Generativa en el descubrimiento de medicamentos. **Repositorio Documental GREDOS**, [s.l: s.n.], 2021.

COSTA, C. N. et al. Farmacologia do futuro: avanços tecnológicos transformando o tratamento de doenças crônicas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades**, n. 10, p. 1643–1652, 2024.

DEORE, A. B. et al. The stages of drug discovery and development process. **Asian journal of**



pharmaceutical research and development, v. 7, n. 6, p. 62–67, 2019.

FERNANDES, F. Inteligência Artificial e Nanotecnologia no Desenvolvimento de Novos Fármacos. **Mostra de Inovação e Tecnologia São Lucas**. p. 2763–5953, 2023.

JIMÉNEZ-LUNA, J. et al. Artificial intelligence in drug discovery: recent advances and future perspectives. **Expert opinion on drug discovery**, v. 16, n. 9, p. 949–959, 2021.

KALAYIL, N., V. et al. Artificial intelligence in pharmacy drug design. **Asian journal of pharmaceutical and clinical research**, p. 21–27, 2022.

LEMOS, J. et al. A significância da inteligência artificial na medicina: aplicações e perspectivas. **Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica**, n. 2, 2023.

MATSINGOS, C. et al. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la farmacología básica y clínica. **Medicina**, n. 4, p. 652–667, 2021.

NOGUEIRA, T. C. C.; COLLI, L. F. M. Ferramentas digitais na atuação do farmacêutico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 4, p. 1643–1668, 2023.

RASHID, M. B. M. A. Artificial intelligence effecting a paradigm shift in drug development. **SLAS technology**, v. 26, n. 1, p. 3–15, 2021.

RAUL, V. L. et al. Identificación de Fármacos Mediante Técnicas de Visión e Inteligencia Artificial. **Jornada de Ciencia y Tecnología Aplicada**, v. 4, n. 2, 2021.

RODA, C. I. A inteligência artificial na descoberta de novos medicamentos. **Repositório da Universidade de Lisboa** [s.l.: s.n.], 2022.

SALDIVAR-GONZÁLEZ, F. I.; GORTARI, E. F.; MEDINA-FRANCO, J. L. Inteligencia artificial en el diseño de fármacos: hacia la inteligencia aumentada. **Educación Química** [s.l.] v. 34, n. 2, 2023.

URBANO, M. D. O. La farmacia en la nueva era de la inteligencia artificial: La farmacia y la



inteligencia artificial. **TECHNO REVIEW: International Technology, Science and Society Review**, v. 13, n.3, 2023.

ZHAVORONKOV, A.; VANHAELEN, Q.; OPREA, T. I. Will artificial intelligence for drug discovery impact Clinical Pharmacology? **Clinical pharmacology and therapeutics**, v. 107, n. 4, p. 780–785, 2020.

ZUCOLOTTO, T. A inteligência artificial na medicina: aplicações atuais e potenciais. **Brazilian Journal of Health Review**, n. 6, p. 31237–31247, 2023.