

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MÉDICA: evidências dos estudos latino-americanos***ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICAL EDUCATION: evidence from latin american studies***

Adriel Vitor Sabino da Costa Neves¹ - UFPB 
Wânia Cristina Morais de Macêdo² - FAMENE 
Lia Machado Fiuza Fialho³ - UECE 

RESUMO

Ferramentas de Inteligência Artificial (IA) estão cada vez mais presentes nas atividades humanas. Este artigo objetivou compreender padrões e tendências das pesquisas científicas latino-americanas sobre IA na educação médica. Realizou-se um estudo cientométrico que, utilizando o software VOSviewer®, analisou 51 artigos publicados entre 2003 e 2024 registrados na base de dados Scopus. As publicações intensificaram-se a partir de 2021, e o Brasil liderou com 17 artigos. Países latino-americanos colaboraram com pesquisadores de todos os continentes, mas a África foi sub-representada. Quatro eixos temáticos emergiram: ChatGPT na educação médica, Gamificação e IA no ensino de Medicina, Aprendizagem médica por máquinas inteligentes e Telemedicina e IA. As pesquisas ponderam sobre limites e possibilidades das tecnologias de IA, enquanto refletem sobre a necessidade de capacitação para o manejo crítico e ético das tecnologias ancoradas na IA e sobre o futuro da profissão médica.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Superior; Formação Médica; Inteligência Artificial; Tecnologia.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) tools are increasingly present in human activities. This article aimed to understand the patterns and trends of Latin American scientific research on AI in medical education. A scientometric study was conducted, using the VOSviewer® software, analyzing 51 articles published between 2003 and 2024 and registered in the Scopus database. Publications intensified from 2021 onwards, with Brazil leading with 17 articles. Latin American countries collaborated with researchers from all continents, but Africa was underrepresented. Four thematic categories emerged: "ChatGPT in medical education", "Gamification and AI in medical education", "Medical learning through intelligent machines", and "Telemedicine and AI". The research considers the limits and possibilities of AI technologies, while reflecting on the need for training in the critical and ethical management of AI-based technologies and the future of the medical profession.

KEYWORDS: Higher Education; Medical Training; Artificial Intelligence; Technology.

¹ Acadêmico de Medicina pela Universidade Federal da Paraíba. Extensionista no projeto: Educação permanente em saúde: implementando a vigilância epidemiológica dos casos de hanseníase na região metropolitana de João Pessoa.

E-MAIL: adrielsabino.med@gmail.com.

² Acadêmica de Medicina pela Faculdade de Medicina Nova Esperança. Mestra em Enfermagem pela Universidade Federal da Paraíba. E-MAIL: waniamacedojp@gmail.com.

³ Professora permanente do Pós-Graduação em Educação (PPGE/UECE). Pesquisadora Produtividade em Pesquisa CNPQ 2. Pós-doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba e pela Universidad de Cádiz.

E-MAIL: lia_fialho@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

Desde que foi criada na década de 1950, a Inteligência Artificial (IA) passou por avanços e retrocessos na intenção de recriar, em máquinas, a inteligência humana. Se, de início, os progressos eram lentos, a constância e o incremento nas pesquisas vinculadas à Ciência da Computação atualmente mostram conquistas acadêmicas aplicáveis ao mundo real (Lee, 2019).

Nas Ciências da Saúde, as ferramentas baseadas em IA estão cada vez mais presentes (Funk et al., 2024; Mayta-Tovalino et al., 2024), incitando questionamentos acerca do futuro da Medicina e da educação médica (Lobo, 2018). No campo educacional, em geral, é premente a necessidade de reflexões contínuas e atualizações das aprendizagens de professores e estudantes para o uso proficiente dessas tecnologias (Neves; Machado; Fialho, 2022; Neves; Assis; Aragão, 2023; Rodríguez; Oliva; Ponce, 2024).

Os estudos documentam benefícios educacionais variados como a rapidez nas respostas dos professores às demandas discentes e um processo de ensino-aprendizado personalizado (Su; Yang, 2023), por intermédio de interação imediata através das tecnologias de IA (Cotton, D.; Cotton, P.; Shipway, 2023).

Entre as IA, o Chat Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT) é um dos mais utilizados (Mayta-Tovalino et al., 2024) e revoluciona a educação médica, a redação científica e a assistência aos pacientes, possibilitando uma prática médica mais individualizada e precisa (Gutierrez-Cirlos et al., 2023). No entanto, Lee (2019) adverte que a história diante da IA não é apenas sobre máquinas, mas sobre seres humanos em um mundo impactado, no qual o desenvolvimento do aprendizado profundo implementa uma revolução que aumenta a produtividade e causa grandes efeitos sociopsicológicos nas pessoas.

Importa esclarecer que o aprendizado de máquina é um termo genérico que inclui o aprendizado profundo, o qual, baseado na recriação de redes neurais, é o responsável pela explosão atual da IA. Isto é, esse aprendizado é uma inteligência que “coleta dados de um conjunto específico e os aplica à otimização de um resultado específico” nas áreas do conhecimento para as quais é designada (Lee, 2019, s/p). Todavia, as pesquisas nesse âmbito ainda carecem de evidências (Posadas-Martinez et al., 2024; Reverón, 2024), sobretudo diante da rapidez com que o aprendizado profundo expande-se e aprimora. A exemplo disso, Pucchio et al. (2022) comprovaram que, não obstante, a IA seja uma realidade concreta a reverberar sobre o exercício profissional, os currículos dos estudantes de Medicina ainda são lacunosos quanto às potencialidades e limitações das ferramentas baseadas em IA.

Dessa forma, interroga-se o que veiculam os pesquisadores afiliados à América Latina a respeito da IA aplicada à educação médica? Com o objetivo de compreender os padrões e as tendências das pesquisas científicas latino-americanas acerca da IA na educação médica, uma pesquisa ancorada na cientometria foi desenvolvida conforme a metodologia a seguir detalha.

Esta pesquisa tem o potencial de esclarecer os direcionamentos e indicadores do conhecimento científico sobre a aplicação da IA na formação e na profissão médica. A análise contextualizada de textos científicos elaborados pelos pesquisadores ligados à América Latina pode apoiar pesquisas futuras, como também as decisões institucionais e políticas na alcançada interdisciplinar do ensino superior e do exercício profissional médico.

METODOLOGIA

A análise cientométrica recaiu sobre as publicações registradas na base de dados Scopus. Consoante Silva, C. Hayashi e M. Hayashi (2011), embora a bibliometria e a

cientometria analisem estatisticamente as publicações científicas, tais métodos não se confundem. O foco dos estudos bibliométricos são as informações mais gerais dos diferentes tipos de publicações, mas a cientometria é específica para a ciência enquanto disciplina, correlacionando-a com diversos outros contextos, como o socioeconômico e o educativo (Spinak, 1998).

O estudo cumpriu as seguintes etapas: formulação da pergunta de pesquisa; definição dos descritores de busca; determinação da base de dados para a recolha dos documentos; procura na base de dados; tratamento e análise dos resultados.

A busca foi efetuada em 30 de julho de 2024 mediante os termos *artificial intelligence* AND *medical education*. O operador booleano AND e as aspas duplas visaram a localizar documentos contendo esses termos sem segmentação nos títulos, resumos e palavras-chave.

Optou-se pela Scopus porque dissemina, em escala global, mais de 91 milhões de registros de áreas multidisciplinares e procedentes de periódicos de alto impacto (Elsevier, 2024). Além disso, o formato dos metadados que retorna é compatível com o software bibliométrico empregado, o VOSviewer® versão 1.6.20. Esse programa cria mapas como os de coautoria de países e de coocorrência de palavras-chave, possibilitando aos pesquisadores importá-los e interpretá-los (van Eck; Waltaman, 2022).

Os critérios de inclusão foram: artigos primários ou de revisão publicados em língua inglesa, espanhola ou portuguesa, nos quais, ao menos, um dos pesquisadores fosse afiliado à América Latina. Excluíram-se todos os registros que não atenderam cumulativamente esses requisitos.

Não se estabeleceu limite temporal de publicação, e a seleção foi otimizada por meio do refinamento disponível na interface da base. A aplicação desses parâmetros gerou o roteiro: (TITLE-ABS-KEY ("artificial intelligence") AND TITLE-ABS-KEY ("medical education")) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Brazil") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY,"Mexico") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY,"Peru") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Chile") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Colombia") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Ecuador") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Costa Rica") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Venezuela") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Uruguay") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Dominican Republic") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Cuba") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Argentina")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE,"re")).

Os metadados estão disponíveis no endereço: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13209173>. As discussões processaram-se por meio da leitura integral dos textos selecionados e referenciados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na base de dados Scopus, em 30 de julho de 2024, havia 2.295 registros que tratavam acerca da Inteligência Artificial na educação médica. Entretanto, 51 artigos atenderam aos critérios de elegibilidade.

Indicadores cientométricos

Quanto ao idioma, 44 artigos estavam em inglês, 11 em espanhol e dois em português. Os dois artigos em língua portuguesa e quatro textos na língua espanhola também se encontravam em inglês.

O interesse pela temática é multidisciplinar, porquanto os estudos estão classificados em 15 diferentes áreas da Scopus, sendo mais presentes na Medicina (n=35), nas Ciências Sociais (n=11), na Bioquímica, Genética e Biologia Molecular (n=6) e na Saúde Profissional (n=4). Na comunhão informática educacional, engenharia biomédica e realidade virtual, Melo et al. (2011), pesquisadores da Universidade de Brasília (UNB), validaram um modelo para o ensino de anatomia humana. Não obstante certas limitações, como a instabilidade do sistema quando acessado por muitos usuários simultaneamente, o sistema disseminou e aprimorou, a contento, a aprendizagem médica.

Foi possível conhecer a temporalidade da produção. O texto mais antigo foi publicado em 2003 (n=1). Até 2020, poucos artigos estavam registrados na base: 2011 (n=1), 2014 (n=1), 2018 (n=1), 2020 (n=1), mas a partir de 2021, com sete textos, a produção alavancou nas seguintes cifras: 2022 (n=6), 2023 (n=10) e 2024 (n=23). Esse achado aponta para o advento da pandemia da Covid-19, a qual, com o isolamento social, intensificou o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), muitas delas justapostas à IA aplicada ao campo educativo. Diversos estudos atuais (Fialho; Neves; Nascimento; 2024a; 2024b; Fialho; Neves, 2024) corroboram que, de fato, com a suspensão de aulas e outras atividades laborais presenciais, em todo o mundo, o uso das TDIC e das aprendizagens ativas mediadas por ferramentas baseadas em IA foram enfatizadas.

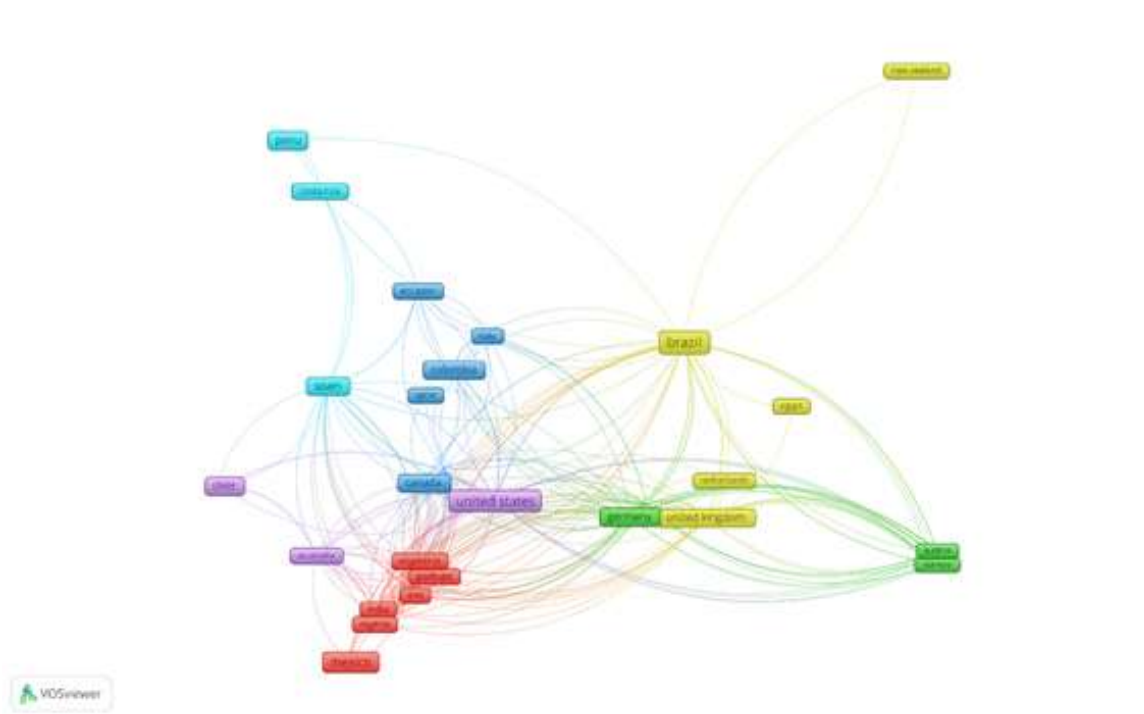
O trabalho mais remoto, o de Vicari et al. (2003), frutificou de uma parceria entre o Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o Departamento de Ciências da Computação da UNB. Em 2003, esse texto já apresentava o AMPLIA que se consistiu em um ambiente inteligente de computador para a aprendizagem médica. Nele, o aluno elaborava o próprio modelo de conhecimento em interação com o software que dava suporte às ações e decisões humanas, havia um feedback contínuo e oportunizava a revisão do modelo.

A colaboração de países

Os artigos foram produzidos por pesquisadores de 40 diferentes países. Embora a seleção tenha considerado os países latino-americanos, vários estudos procedentes de outros continentes apresentaram-se em coautoria com pesquisadores afiliados à América Latina. Mas, por outro lado, dez países latino-americanos: El Salvador, Honduras, Nicarágua, Panamá, Porto Rico, Bolívia, Cuba, República Dominicana, Uruguai e Paraguai não foram representados.

Os países que estabeleceram coautoria organizaram-se em seis clusters diferenciados por cores conforme a Figura 1.

Figura 1 - Rede de coautoria de países da produção científica latino-americana sobre IA e educação médica

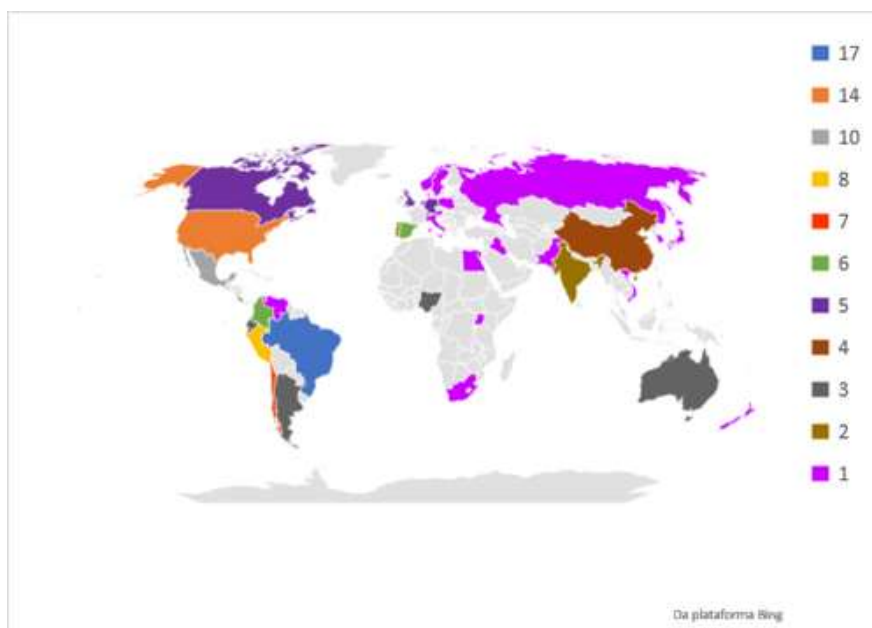


Fonte: Dados da pesquisa em elaboração do programa VOSviewer (2024).

Por ordem de número de países e afinidade temática, o maior cluster 1 (cor vermelha) reuniu 11 países: Argentina, Dinamarca, Índia, Iraque, Japão, México, Nigéria, Polônia, Portugal, Singapura e Uganda. O cluster 2 (cor verde) agregou nove países: Áustria, China, Alemanha, Hong Kong, Noruega, Paquistão, Rússia, Suécia e Vietnã. O Cluster 3 (cor azul-escuro) agrupou sete países: Canadá, Colômbia, Equador, Itália, Catar, Coreia do Sul e Suíça. O Cluster 4 (cor amarela) uniu seis países: Brasil, Egito, Países Baixos, Nova Zelândia, África do Sul e Reino Unido. O cluster 5 (cor roxa) juntou quatro países: Austrália, Chile, Granada e Estados Unidos. Por último, o cluster 3 (cor azul-clara) conectou Costa Rica, Peru e Espanha.

Especificamente aos países da América Latina, o maior número de artigos foi do Brasil (n=17), seguido pelo México (n=10), Peru (n=8) e Colômbia (n=6). Porém, os Estados Unidos participaram de 14 coautorias e a Espanha de seis. O Gráfico 1 detalha a distribuição geográfica e o quantitativo de artigos publicados individual e coletivamente pelos 40 países.

Gráfico 1 - Distribuição geográfica das pesquisas sobre IA e educação médica



Fonte: Dados da pesquisa em gráfico elaborado na ferramenta Excel (2024).

Como se observa, apesar de a busca considerar os artigos inscritos nos países da América Latina, todos os continentes foram alcançados, mas com uma escassez verificada na África. Essa lacuna apresenta-se como sugestão para pesquisas futuras com o escopo de confirmar a razão da pequena cifra de coautorias com os países africanos, possivelmente devido às múltiplas vulnerabilidades intervenientes nos avanços tecnológicos. Aliás, Lee (2019) aponta que as ferramentas de IA, atualmente, são mais intensivas na China e nos Estados Unidos, as maiores economias mundiais e com grande investimento em pesquisas de IA.

Colômbia e Estados Unidos, utilizando o modelo de linguagem do GPT-4, criaram 45 vídeos educacionais com duração de 3 a 8 minutos alinhados à Organização Mundial da Saúde (OMS) para treinar médicos de multinacionalidades na atenção pediátrica (Benboujja et al., 2024). Os conteúdos de micro aprendizagem geralmente são bem aceitos por estudantes adultos porque permitem conciliar, em curtos intervalos de tempo, os estudos com as tarefas cotidianas ou de lazer. Nesses casos, a micro aprendizagem por meio de metodologias ativas baseadas em TDIC facilita o aprendizado em diferentes campos do conhecimento (Fialho; Neves, Nascimento, 2024a).

Brasil, Estados Unidos, Colômbia, Alemanha, Brasil, China, Suíça, Equador, Coreia do Sul e Itália focalizaram nas inovações tecnológicas na pós-graduação em cirurgia ortopédica e neurocirurgia. Perfilados às nacionalidades dos coautores desta ampla coalização investigativa, a maioria chefes de programas de residência médica, ponderaram sobre a relevância de adequar os currículos às tecnologias emergentes, cuja tendência mundial é substituir as técnicas pedagógicas tradicionais (Lewandrowski et al., 2023).

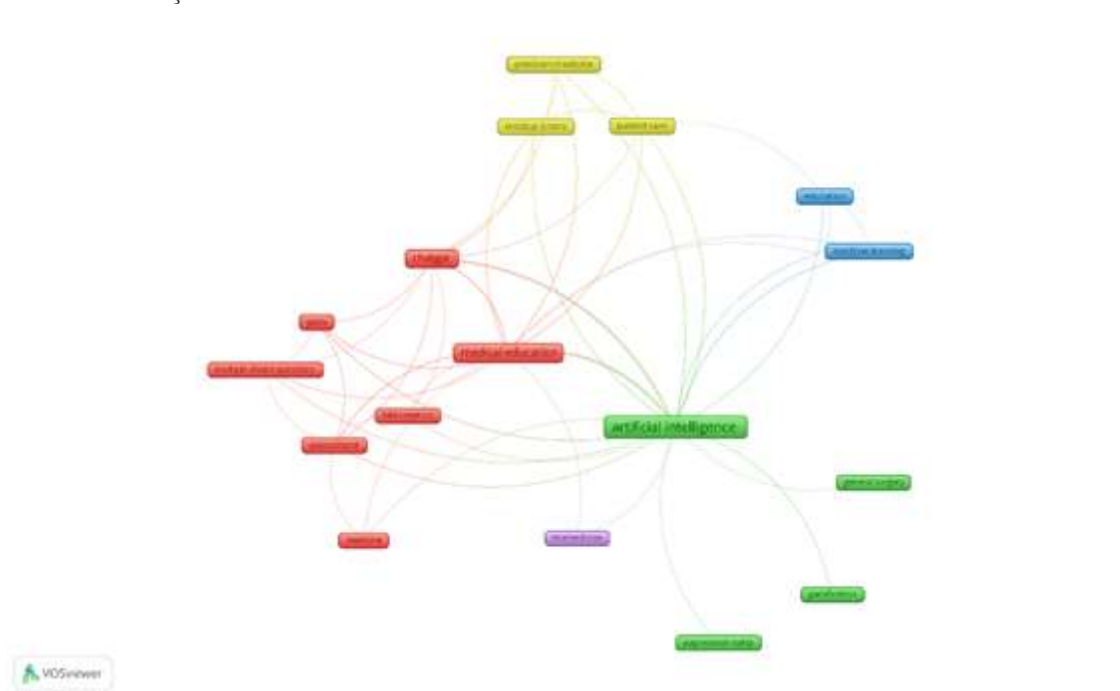
No cluster 2 (cor verde) não foi agregado nenhum país latino-americano, entretanto os pesquisadores foram coautores com investigadores da América-Latina. O trabalho de Jha et al. (2021) juntou médicos e cientistas da Computação do Brasil, China, Hong Kong, Noruega, Reino Unido, Alemanha, Vietnã, Estados Unidos, Paquistão, Áustria e Rússia para relatar o desempenho de 21 equipes que durante três anos utilizaram a IA e aprendizagem de máquina para interpretar os achados na endoscopia gastrointestinal. A melhoria dos algoritmos foi gradativa e dependente da incorporação de um conjunto maior de dados, ainda assim, em

conclusão, constatarem a necessidade de maior integração dos dados multimodais e feedback dos endoscopistas para maior robustez dos sistemas de IA.

A síntese das evidências em categorias temáticas apontados pelas palavras-chave

Na rede de palavras-chave, as cores idênticas refletem a semelhança temática dos estudos analisados. De um total de 168 palavras-chave, 18 atenderam ao critério de, no mínimo, duas ocorrências para ser incluída na rede, consoante a Figura 2.

Figura 2 - Rede de palavras-chave da produção científica latino-americana sobre inteligência artificial e educação médica



Fonte: Dados da pesquisa em elaboração do programa VOSviewer (2024).

Foi possível estabelecer cinco categorias temáticas que resumiram as evidências identificadas nos artigos.

O Cluster 1 (cor vermelha) com sete palavras-chave: avaliação, bibliometria, chatgpt, educação médica, Medicina, perguntas de múltipla escolha e Peru indicou a categoria: ChatGPT na educação médica que agregou estudos que discutiram a educação médica ante às possibilidades e limitações do ChatGPT.

A questão ética e a utilização de ferramentas de IA percorreram todas as reflexões. Reverón (2024) argumentou que, embora cada vez mais presente na educação médica, é fulcral que os estudantes estejam conscientes de que, para explorar com responsabilidade toda a fertilidade da IA, devem considerar que a competência não prescinde da criticidade ética. Na opinião de Mayta-Tovalino et al. (2024), o uso da IA requer colaboração interdisciplinar que não se limita ao aprendizado e à prática da Medicina via ferramentas tecnológicas, mas se volta para os usuários dos serviços médicos a quem cabe o diagnóstico preciso e o tratamento no menor tempo possível.

No ensino de cirurgia, vídeos, realidade aumentada e plataformas virtuais têm sido promissoras para treinar alunos, tornando-os mais confiantes para o desempenho cirúrgico (Alonso-Silverio et al., 2018). Todavia, requisitam-se professores hábeis para usarem as ferramentas que também estejam conscientes das limitações e potencialidades dos modelos de linguagem avançada, como o GPT (Varas et al., 2023).

Nesse cenário em modificação com uma velocidade inimaginável, Gutierrez-Cirlos et al. (2023) advogam que, em busca de competências, os professores do ensino superior médico devem conceber as ferramentas como coadjuvante e não substitutas de uma docência integrativa do ensino e da pesquisa particularizada aos seus alunos.

Os estudos típicos ao ChatGPT avaliam o desempenho do chatbot na educação médica e no apoio ao diagnóstico e à tomada de decisão terapêutica. Funk et al. (2024) averiguaram estatisticamente a precisão do ChatGPT 3.5 e do ChatGPT 4.0. No teste aplicado, o primeiro alcançou apenas 57,7% de precisão e o segundo 85,7%, ainda assim, os autores reputaram como ferramentas promissoras. A esse respeito, Fialho, Neves e Nascimento (2024b) informam que outras investigações compararam o desempenho da versão preliminar e gratuita (ChatGPT 3.5) e da versão sob pagamento e mais aprimorada (ChatGPT 4.0). Esta última obteve maior índice de acertos às respostas que forneceu.

O cluster 2 (cor verde), com quatro itens: inteligência artificial, realidade aumentada, gamificação e cirurgia geral, indicou a categoria A gamificação e IA no ensino de Medicina. As pesquisas alocadas nesse conjunto ponderam sobre a gamificação com IA aplicada à formação médica.

Tecnologias de IA e gamificação apoiam o ensino de anatomia para universitários chilenos do primeiro ano de Medicina. O monitoramento e a avaliação do desempenho dos alunos foram incumbidos aos professores, e a edição dos recursos móveis por intermédio do World Wide Web (WEB) foi realizada por um administrador. Dois grupos de discentes foram comparados, e o progresso dos alunos ocorreu consoante o índice de acertos. As melhores pontuações foram alcançadas pela equipe que utilizou o software de jogo baseado na IA (Castellano et al., 2024). Na disciplina de neurologia, Paiva et al. (2019) comprovaram que a gamificação, como uma das metodologias ativas, consegue ultrapassar o ensino médico tradicional, favorecendo a aprendizagem de temas complexos como a neurologia, tornando a experiência lúcida e participativa. Não somente no ensino de Medicina, mas são múltiplos os benefícios da gamificação em outros campos da educação universitária (Fialho; Neves; Nascimento, 2024a; Oliva et al., 2024).

O cluster 3 (cor azul) com três itens: currículo, educação e aprendizado por máquina endereçou ao tema Aprendizagem médica por máquinas inteligentes. Os estudos que veiculam essas evidências destacaram a revolução que a aprendizagem por máquina tem causado na Medicina nos últimos anos.

Shinde e Shah (2018) lecionam que a “machine learning” é um subcampo da IA derivado dos esforços dos cientistas da computação que, desde a década de 1950, ocupam-se dos sistemas inteligentes capazes de realizar tarefas comumente atribuídas aos seres humanos.

Nessa categoria, igualmente aventado por Pucchio et al. (2022) e Pataleo et al. (2024), a maior ênfase foi dada à importância de adequar os currículos e a profissionalização médica à nova conjuntura desafiadora (Nuñez et al., 2024). Não se pode negar que dados médicos perscrutados por IA, como o aprendizado de máquina, contribuem para a tomada de decisões mais conscientes e precisas (Posadas-Martinez et al., 2024). No entanto, esse cenário é “emocionante e incerto ao mesmo tempo”. Os avanços incorporados favorecem à qualidade e

à eficácia da educação médica, mas preocupam quanto ao formato do currículo e da carreira médica adequada (Nuñez et al., 2024, p. 19).

Várias especialidades da Medicina estão povoadas pelas TDIC baseadas em IA em uma tendência a intensificarem-se e esmerarem-se cada vez mais, causando um misto de admiração e preocupação nos pesquisadores e médicos (Rositch et al., 2020). Na histopatologia, as ferramentas de IA mediam a aprendizagem e diminuem a exaustão profissional decorrente das análises repetitivas. O SmartPath, baseada na linguagem de programação Python, ao ser utilizado por professores e alunos, apresentou um nível de acerto de 89,47% nas análises das lâminas de biopsias de glomerulopatias. Favoravelmente, a ferramenta permite a adição de novos casos sem a necessidade de programas adicionais (Aldeman et al., 2021).

O cluster 4 (cor lilás) com uma única palavra-chave telemedicina sugeriu a categoria Telemedicina e IA. O mote dos estudos dessa categoria são as reverberações sociais a partir da Medicina exercida remotamente por meio das TDIC ancoradas na IA. É o que Pataleo et al. (2024) denominam de “saúde digital”, caracterizada pelo uso das TDIC para melhorar a saúde, mas que estão subvalorizadas nos currículos universitários das graduação e pós-graduação brasileiras.

Sem limite espacial, caso possuam recursos tecnológicos, as distâncias são encurtadas por meio da telemedicina. Para ilustrar as possibilidades da telemedicina, Rositch et al. (2020) veiculam os proveitos da consulta, do diagnóstico e da tomada de decisão diante de câncer de cavidade oral. Imagens capturadas por celulares, ou digitalizadas, são enviadas por meio das plataformas on-line para profissionais remotos que as decifram, emitem os relatórios e os devolvem para os profissionais assistenciais nas linhas de frente de várias partes do mundo tratarem os doentes com acurácia. Julià-Sapé et al. (2014) estudaram o desempenho de um software na classificação de tumores cerebrais em imagens de ressonância magnética. O sistema pode favorecer a interpretação eletromagnética dos tumores por radiologistas com pouca experiência.

Mas, há de se acautelar que, apesar da união telemedicina e IA propiciar diagnóstico e tratamento precoces (Posadas-Martinez et al., 2024), graves índices de exclusão digital acometem os países mais empobrecidos, interferindo na educação em todos os níveis. Esses malefícios tornaram-se mais graves com a devastação em razão da pandemia da Covid-19, que prejudicou maiormente as classes menos abastadas (Barroso et al., 2023; Fialho; Neves, 2022; Neves; Machado; Fialho, 2022; Oliveira; Pontes, 2022).

Em todas as hipóteses de aplicação das ferramentas de IA na educação médica, seja na formação de base e nas pós-graduações, os desafios éticos incluem a segurança dos registros de modo a evitar o acesso não autorizado e o uso para fins ilegais, além da garantia da confiabilidade e da confidencialidade do paciente. É necessário, contudo, fomentar o debate nas instituições de ensino superior, de pesquisa e hospitalares, formular e implementar as políticas que se debrucem sobre a questão dos bancos de dados e das pesquisas diante da IA (Nuñez et al., 2024; Posadas-Martinez et al., 2024).

A integração das ferramentas de IA, embora cause preocupações quanto às competências pedagógicas e profissionais, os estudos apontaram que pode tornar a formação médica mais interativa e eficaz. Simulações realistas, perguntas e respostas instantâneas, aprendizado personalizado com recomendações de conteúdo para o aprendente, suporte às pesquisas e à tomada de decisão, além do monitoramento de pacientes a distância são algumas das possibilidades já em andamento.

A discussão sobre a substituição nos postos de trabalho deve ser continuada e aprofundada. Elucidou-se que são necessárias novas competências para o exercício profissional

em colaboração com sistemas de IA em diversas especialidades médicas. Enquanto alguns campos podem-se tornar obsoletos, outras novas oportunidades podem surgir em interação com a IA, que não dispensam um currículo atualizado e o compromisso político e institucional para usufruir dos benefícios da IA e diminuir os possíveis danos à força de trabalho médico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo inquiriu o que veiculam os pesquisadores da América Latina a respeito da IA aplicada à educação médica. Para responder a essa inquietação e com o escopo de compreender os padrões e as tendências das pesquisas científicas latino-americanas em relação à IA na educação médica, uma investigação, baseada na cientometria, analisou um portfólio de 51 artigos registrados na base de dados Scopus no período de 2003 a 30 de julho de 2024.

Os documentos são de origem multiprofissional, em maior parte da Medicina. Foram publicados a partir de 2003, mas com hiatos anuais. Unicamente em 2021 as publicações tornaram-se mais numerosas, simultaneamente ao uso massivo das TDIC na travessia da pandemia da Covid-19 e no cenário pós-pandêmico.

O Brasil é o país com a maior quantidade de artigos (n=17). Apesar da busca ter enfatizado países latino-americanos, representantes de todos os continentes participaram da rede de coautoria, e a África foi a menos participativa, possivelmente devido às vulnerabilidades sociais e tecnológicas daquele continente, que podem interditar os avanços das ferramentas baseadas em IA.

A rede de coocorrência de palavras-chave em escrutínio com o inteiro teor dos textos revelou quatro categorias temáticas: ChatGPT na educação médica; A gamificação e IA no ensino de Medicina; A aprendizagem médica por máquinas inteligentes e Telemedicina e IA.

Metodologias ativas de gamificação por meio de TDIC fundamentadas em IA apresentaram-se como capazes de favorecer a formação médica na graduação e nas pós-graduações. Mas, de todas as ferramentas baseadas em IA, o ChatGPT foi a mais enfática. Os estudos dessa pertença ponderam sobre os limites e possibilidades do Chatbot em confronto com as questões éticas. O currículo médico, as competências de docentes e alunos amparadas na criticidade no ensino teórico-prático e nas pesquisas perpassaram todas as discussões, sempre articuladas à atenção à saúde.

Em específico, a telemedicina despontou como uma possibilidade para a saúde digital, consubstanciada no emprego das ferramentas inteligentes para melhorar a saúde das populações.

Pesquisadores, professores e estudantes estão surpresos com as possibilidades da IA aplicada à formação médica e ao exercício profissional. Estão impregnados por um misto de admiração e apreensão, alguns se perguntam sobre o futuro de seus postos de trabalho, ainda sem respostas precisas. Todavia, estão convictos que precisam capacitar-se em uma atitude transdisciplinar. Eles têm ensinado as máquinas a aprenderem, testam a adequação do aprendizado profundo delas, mas também entendem que precisam de competências para manejar tais ferramentas,

Como limitação do estudo elenca-se ter sido realizada a partir da literatura registrada em uma única base de dados, que, apesar de ser uma robusta base, de abrangência mundial, multidisciplinar e com registros de documentos que atenderam a rigorosos parâmetros de qualidade, não se recomenda generalizações. Disso desponta a sugestão para estudos futuros, que repliquem a metodologia aqui empregada em outras bases para comparar os resultados e

manter esse debate atualizado, principalmente diante da crescente incorporação das novas funcionalidades da IA em vários segmentos sociais.

REFERÊNCIAS

ALDEMAN, Nayze Lucena Sangreman *et al.* Smartpathk: a platform for teaching glomerulopathies using machine learning. **BMC medical education**, v. 21, n. 1, p. 248, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02680-1>. Acesso em: 02 ago. 2024.

ALONSO-SILVERIO, Gustavo Adolfo *et al.* Development of a laparoscopic box trainer based on open source hardware and artificial intelligence for objective assessment of surgical psychomotor skills. **Surgical Innovation**, v. 25, n. 4, p. 380-388, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1553350618777045>. Acesso em: 02 ago. 2024.

BARROSO, Felipe dos Reis *et al.* Ensino remoto emergencial em Fortaleza (CE): desempenho e ambiente de estudos de alunos do nível médio. **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades - Rev. Pemo**, /S. I./, v. 5, p. e11566, 2023. DOI: 10.47149/pemo.v5.e11566. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/11566>. Acesso em: 03 ago. 2024.

BENBOUJJA, Fouzi *et al.* Overcoming language barriers in pediatric care: a multilingual, AI-driven curriculum for global healthcare education. **Frontiers in Public Health**, v. 12, p. 1337395, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1337395>. Acesso em: 01 ago. 2024.

CASTELLANO, Mónica Stambuk *et al.* Empowering human anatomy education through gamification and artificial intelligence: An innovative approach to knowledge appropriation. **Clinical Anatomy**, v. 37, n. 1, p. 12-24, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ca.24074>. Acesso em: 01 ago. 2024.

COTTON, Debby; COTTON, Peter; SHIPWAY, Reuben. Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. **Innovations in Education and Teaching International**, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>. Acesso em: 05 ago. 2024.

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. **VOSviewer manual** Leiden: Universiteit Leiden, 2022.

ELSEVIER. **Scopus**: banco de dados de resumos e citações multidisciplinar, abrangente e confiável, 2024. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/products/scopus>. Acesso em: 30 jul. 2024.

FIALHO, Lia Machado Fiuza; NEVES, Vanusa Nascimento Sabino. Professores em meio ao ensino remoto emergencial: repercussões do isolamento social na educação formal. **Educação e Pesquisa**, v. 48, e260256, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202248260256por>. Acesso em: 30 jul. 2024.

FIALHO, Lia Machado Fiuza; NEVES, Vanusa Nascimento Sabino. Tecnologias digitais da informação e comunicação para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável: a

educação atravessada pela pandemia. **Revista Lusófona de Educação**, v. 61, n. 61, 2024. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/9325>. Acesso em: 03 ago. 2024.

FIALHO, Lia Machado Fiuza; NEVES, Vanusa Nascimento Sabino; NASCIMENTO, Karla Angélica Silva do. The use of microlearning in the educational field: an overview of worldwide scientific production. **EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa**, n. 88, p. 7-23, 2024a. Disponível em: <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/3123>. Acesso em: 03 ago. 2024.

FIALHO, Lia Machado Fiuza; NEVES, Vanusa Nascimento Sabino; NASCIMENTO, Karla Angélica Silva. Microcreativity with chat generative pre-trained transformer: Learnings in virtual space. **JOTSE**, v. 14, n. 1, p. 95-108, 2024b. Disponível em: <https://doi.org/10.3926/jotse.2338>. Acesso em: 03 ago. 2024.

FUNK, Paul *et al.* ChatGPT's response consistency: A study on repeated queries of medical examination questions. **European journal of investigation in health, psychology and education**, v. 14, n. 3, p. 657-668, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ejihpe14030043>. Acesso em: 03 ago. 2024.

GUTIERREZ-CIRLOS, Carlos *et al.* ChatGPT: oportunidades y riesgos en la asistencia, docencia e investigación médica. **Gac. Méd. Méx**, Ciudad de México, v. 159, n. 5, p. 382-389, 2023. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132023000500382&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 31 jul. 2024.

JHA, Debesh *et al.* A comprehensive analysis of classification methods in gastrointestinal endoscopy imaging. **Medical image analysis**, v. 70, p. 102007, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.media.2021.102007>. Acesso em: 06 ago. 2024.

JULIÀ-SAPÉ, Margarida *et al.* Multicentre evaluation of the INTERPRET decision support system 2.0 for brain tumour classification. **NMR in Biomedicine**, v. 27, n. 9, p. 1009-1018, 2014. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25042391/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**: como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos relacionamos e vivemos. Tradução: Marcelo Barbão. 1. ed. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019. (Recurso eletrônico).

LEWANDROWSKI, Kai-Uwe *et al.* The changing environment in postgraduate education in orthopedic surgery and neurosurgery and its impact on technology-driven targeted interventional and surgical pain management: Perspectives from Europe, Latin America, Asia, and the United States. **Journal of Personalized Medicine**, v. 13, n. 5, p. 852, 2023.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial: o futuro da Medicina e a Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica** [online], v. 42, n. 3, p. 308, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v42n3RB20180115EDITORIAL1>. Acesso em: 05 ago. 2024.

MAYTA-TOVALINO, Frank *et al.* Scientometric analysis on the use of ChatGPT, artificial intelligence, or intelligent conversational agent in the role of medical training. **Educación Médica**, v. 25, n. 2, p. 100873, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100873>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MELO, Jairo Simão Santana *et al.* Integração da interface phantom ao sistema tutor inteligente para o ambiente de simulação médica. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 27, n. 2, p. 98-109, jun. 2011. Disponível em: <http://www.rbejournal.org/doi/10.4322/rbeb.2011.009>. Acesso em: 31 jul. 2024.

NEVES, Vanusa Nascimento Sabino; ASSIS, Daniel Valdegil.; ARAGÃO, Wilson Honorato. Um balanço da produção científica brasileira sobre trabalho docente (2008-2023). **Educação & Formação, /S. I./**, v. 8, p. e11805, 2023. DOI: 10.25053/redufor.v8.e11805. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/11805>. Acesso em: 04 ago. 2024.

NEVES, Vanusa Nascimento Sabino; MACHADO, Charliton José dos Santos; FIALHO, Lia Machado Fiuza. Competencias digitales docentes para la educación a distancia en tiempos de aislamiento social derivado de la Covid-19. **Hachetetepe. Revista científica de Educación Y Comunicación**, n. 24, p. 1106, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2022.i24.1106>. Acesso em: 31 jul. 2024.

NUÑEZ, Agustín *et al.* Machine Learning: a training need today for tomorrow's physicians. **Ver. Chil. Anest.**, n. 53, v.1, p.16-20, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ua autonom a.cl/handle/20.500.12728/10343>. Acesso em: 3 ago. 2024.

OLIVA, Manuel Francisco Romero *et al.* Metodologias e tecnologias emergentes aplicadas ao ensino universitário. **Revista de Tecnologia e Educação Científica**, v. 14, n. 1, p. 1-3, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3926/jotse.2643>. Acesso em: 03 ago. 2024.

OLIVEIRA, Marcos Antônio de; PONTES, Verônica Maria de Araújo. O letramento digital e o ensino remoto: a percepção dos estudantes sobre a aprendizagem. **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades - Rev. Pemo, /S. I./**, v. 4, p. e47212, 2022. DOI: 10.47149/pemo.v.4.7212. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/7212>. Acesso em: 03 ago. 2024.

PAIVA, José Hícaro Hellano Gonçalves Lima *et al.* O Uso da Estratégia Gamificação na Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica [online]**, v. 43, n. 1, p. 147-156, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v43n1RB20170140>. Acesso em: 01 ago. 2024.

PANTALEAO, Alexandre Negrão *et al.* Fostering Digital Health in Universities: An Experience of the First Junior Scientific Committee of the Brazilian Congress of Health Informatics. **Healthcare Informatics Research**, v. 30, n. 1, p. 83-89, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4258/hir.2024.30.1.83>. Acesso em: 02 ago. 2024.

POSADAS-MARTINEZ, Maria Lourdes *et al.* The role of registries in improving health and bridging healthcare, research, education, innovation and development: a research department

perspective. **Journal of International Medical Research**, v. 52, n. 3, p. 03000605241233140, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/030006052412331>. Acesso em: 01 ago. 2024.

PUCCHIO, Aidan *et al.* Exploration of exposure to artificial intelligence in undergraduate medical education: a Canadian cross-sectional mixed-methods study. **BMC medical education**, v. 22, n. 1, p. 815, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03896-5>. Acesso em: 01 ago. 2024.

REVERÓN, Rafael Romero. Artificial intelligence in current undergraduate medical education. **Gaceta Médica de Caracas**, /S. I./, v. 132, n. 2, 2024. Disponível em: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_gmc/article/view/28559. Acesso em: 31 jul. 2024.

RODRÍGUEZ, Victor Amar; OLIVA, Manuel Francisco Romero; PONCE, Hugo Heredia. Apresentação da seção especial: microlearning e tecnologia. **EduTec, Revista Eletrônica de Tecnologia Educacional**, /S. eu./, n. 88, pág. 1-6, 2024. DOI: 10.21556/edutec.2024.88.3313. Disponível em: <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/3313>. Acesso em: 04 ago. 2024.

ROSITCH, Anne *et al.* NCI Abstracts: Creative Approaches to Global Cancer Research and Control. **JCO global oncology**, v. 6, p. 4-7, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7846070/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

SILVA, Márcia Regina da; HAYASHI, Carlos Roberto Massao; HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. Bibliometric and scientometric analyses: challenges for specialists working in the field. **Ci. Inf. e Doc.**, v. 2, n. 1, p. 110-129, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/42337>. Acesso em: 05 ago. 2024.

SHINDE, Pramila; SHAH, Seema. A review of machine learning and deep learning applications. In: **2018 Fourth international conference on computing communication control and automation (ICCUBEA)**. IEEE, 2018. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8697857>. Acesso em: 05 ago. 2024.

SPINAK, Ernesto. Indicadores cientiométricos. **Ciência da Informação** [online], v. 27, n. 2, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200006>. Acesso em: 04 ago. 2024.

SU, Jiahong; YANG, Weipeng. Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education. **ECNU Review of Education**, p. 20965311231168423, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/20965311231168423>. Acesso em: 05 ago. 2024.

VARAS, Julian *et al.* Innovations in surgical training: exploring the role of artificial intelligence and large language models (LLM). **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 50, p. e20233605, 2023. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37646729/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

VICARI, Rosa Maria *et al.* A multi-agent intelligent environment for medical knowledge. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 27, n. 3, p. 335-366, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0933-3657\(03\)00009-5](https://doi.org/10.1016/S0933-3657(03)00009-5). Acesso em: 03 ago. 2024.

| Submetido em: 14/10/2024
| Aprovado em: 20/12/2024
| Publicado em: 31/03/2025