

A Inteligência Artificial nas ciências da saúde: oportunidades, desafios e perspectivas futuras

Artificial Intelligence in Health Sciences: opportunities, challenges, and future perspectives

Hugo Santos^{1*} , António Alves Lopes¹ 

¹Escola Superior de Saúde do Alcoitão, Fisioterapia, Santa Casa da Misericórdia de Lisboa, Cascais, Portugal

*Autor correspondente/Corresponding author: hugo.santos@scml.pt

Recebido/Received: 11-09-2023; Revisto/Revised: 18-04-2024; Aceite/Accepted: 09-05-2024

Resumo

O presente artigo explora o impacto e as implicações da Inteligência Artificial (IA) nas Ciências da Saúde e na Educação associada. Com foco em diagnósticos médicos, personalização de tratamentos, e gestão hospitalar, o artigo destaca como a IA tem o potencial de revolucionar a prática e a investigação na saúde. Paralelamente, o texto analisa o papel crescente da IA na educação das Ciências da Saúde, abordando a sua contribuição para a personalização da aprendizagem, simulações realísticas e avaliações automatizadas. No entanto, o artigo também chama a atenção para os desafios inerentes à implementação da IA, incluindo questões de precisão, ética, privacidade e igualdade de acesso. As considerações finais oferecem uma visão ambivalente, reconhecendo tanto as oportunidades transformadoras quanto os desafios éticos e técnicos da IA nas Ciências da Saúde. O artigo antecipa a realização de um estudo subsequente, um levantamento de necessidades de formação, que visará explorar como os professores têm utilizado a IA nas Ciências da Saúde. Com base nesses *insights*, será desenvolvido um programa de formação direcionado para professores na área das ciências da saúde, cujo impacto e eficácia serão cuidadosamente avaliados.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, ciências da saúde, educação, desafios éticos, aprendizagem.

Abstract

This article explores the impact and implications of Artificial Intelligence (AI) on Health Sciences and related education. With a focus on medical diagnostics, treatment personalisation, and hospital management, the article highlights how AI has the potential to revolutionize both practice and research in healthcare. Concurrently, the text examines the increasing role of AI in Health Sciences education, addressing its contribution to the personalisation of learning, realistic simulations, and automated assessments. However, the article also draws attention to the inherent challenges of AI implementation, including issues of accuracy, ethics, privacy, and equal access. The concluding remarks offer an ambivalent view, recognizing both the transformative opportunities and the ethical and technical challenges of AI in Health Sciences. The article anticipates the undertaking of a subsequent study, a training needs survey, aimed at exploring how teachers have been utilizing AI in Health Sciences. Based on these insights, a targeted training programme for teachers in the field of health sciences will be developed, whose impact and effectiveness will be carefully evaluated.

Keywords: Artificial Intelligence, health sciences, education, ethical challenges, learning.

1. INTRODUÇÃO

No domínio das Ciências da Saúde, deparamo-nos todos os dias com desafios inéditos, mas, em contrapartida, somos contemplados com descobertas revolucionárias. Recentemente no contexto educativo português um tópico tem emergido com destaque nas discussões entre pares e especialistas: a Inteligência Artificial (IA) (Donato et al., 2023; Oliveira & Pinto, 2023).

A IA pode ser definida como uma subárea da informática que procura criar sistemas capazes de realizar tarefas que, até então, necessitariam da inteligência humana para serem

1. INTRODUCTION

In the realm of Health Sciences, we face unprecedented challenges daily, but conversely, we are met with revolutionary discoveries. Recently, within the Portuguese educational context, one topic has prominently emerged in discussions among peers and experts: Artificial Intelligence (AI) (Donato et al., 2023; Oliveira & Pinto, 2023).

AI can be defined as a subfield of computer science that seeks to create systems capable of performing tasks that, until now, would require human intelligence to execute. This definition encompasses functions as simple as pattern recognition to complex operations such as medical diagnostics and clinical decision-making (Buabbas et al., 2023).



executadas. Esta definição engloba desde funções simples, como reconhecimento de padrões, até operações complexas como diagnósticos médicos e tomada de decisões clínicas (Buabbas et al., 2023).

Em termos globais, a IA está a revolucionar o campo das Ciências da Saúde, transformando tanto a prática clínica quanto a educação (Ray, 2023). Equipamentos que fazem uso de IA para interpretar resultados de exames, algoritmos que ajudam na deteção precoce de doenças e sistemas de gestão hospitalar mais eficientes são apenas alguns exemplos de como esta tecnologia tem ajudado os profissionais da saúde a nível mundial (Dave et al., 2023).

Não se trata apenas de uma inovação tecnológica passageira. Está-se diante da oportunidade de revolucionar a forma como se cuida dos utentes, como se ensina os estudantes e como se aprende. Imagine-se ter ao alcance ferramentas que se adaptam ao ritmo e às necessidades de cada estudante, ou que otimizam processos clínicos que até então eram morosos e pouco precisos.

Em Portugal, o sistema de saúde enfrenta desafios únicos que são moldados por fatores regionais específicos, incluindo o envelhecimento da população e a baixa taxa de natalidade. Estes fatores contribuem significativamente para a pressão sobre os serviços de saúde, exigindo soluções inovadoras e adaptativas (Instituto Nacional de Estatística (INE), 2023). Assim, o cenário atual da saúde em Portugal tem testemunhado um crescente interesse pela integração da IA. Esta tendência emergente é reflexo do reconhecimento da importância que a tecnologia pode desempenhar na melhoria dos cuidados de saúde e no avanço da investigação médica. No que diz respeito à implementação estratégica da IA, no seguimento das indicações da União Europeia (European Parliament, 2023), o governo português delineou uma "Estratégia Nacional de Inteligência Artificial", promovendo o uso das tecnologias de IA em áreas críticas, incluindo a saúde (República Portuguesa, 2023). Além disso, no final de 2023, Portugal apresentou a primeira Estratégia Nacional de Territórios Inteligentes (ENTI), que complementa a estratégia de IA ao focar-se na transformação dos dados em conhecimento e na promoção de um desenvolvimento económico, inclusivo e sustentável. Esta nova estratégia destaca o papel crucial da IA na otimização dos recursos, na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e na promoção de uma sociedade mais informada e conectada. Com estas iniciativas, Portugal reafirma o seu posicionamento na vanguarda da inovação tecnológica e na implementação de soluções inteligentes que respondem aos desafios contemporâneos, mantendo-se alinhado com as melhores práticas e tendências globais na área da IA (Administração Pública Digital, 2023).

Toda a inovação traz consigo desafios inerentes. Nas Ciências da Saúde, tais desafios ganham contornos ainda mais profundos, especialmente quando consideramos as implicações éticas, nomeadamente no que diz respeito à relação com o outro e a vida humana. Embora muitas instituições educativas e de saúde estejam a adotar esta tecnologia, ainda há espaço para expansão e para superar desafios inerentes à sua implementação. Estes desafios incluem a aceitação pelos profissionais de saúde, integração com sistemas existentes,

Globally, AI is revolutionizing the field of Health Sciences, transforming both clinical practice and education (Ray, 2023). Equipment that uses AI to interpret test results, algorithms that assist in the early detection of diseases, and more efficient hospital management systems are just a few examples of how this technology has been aiding healthcare professionals worldwide (Dave et al., 2023).

This is not just a fleeting technological innovation. We are before an opportunity to revolutionize how we care for patients, how we teach students, and how we learn. Imagine having access to tools that adapt to the pace and needs of each student, or that optimize clinical processes that until now were time-consuming and imprecise.

In Portugal, the health system faces unique challenges shaped by specific regional factors, including an aging population and a low birth rate. These factors significantly contribute to the pressure on healthcare services, demanding innovative and adaptive solutions (Instituto Nacional de Estatística (INE), 2023). Thus, the current health scenario in Portugal has witnessed a growing interest in the integration of AI. This emerging trend reflects the recognition of the importance that technology can play in improving healthcare and advancing medical research. Regarding strategic implementation of AI, following guidelines from the European Union (European Parliament, 2023), the Portuguese government has outlined a "National Artificial Intelligence Strategy," promoting the use of AI technologies in critical areas, including health (República de Portugal, 2023). Additionally, at the end of 2023, Portugal presented the first National Strategy for Intelligent Territories (ENTI), which complements the AI strategy by focusing on transforming data into knowledge and promoting economic, inclusive, and sustainable development. This new strategy highlights the crucial role of AI in optimizing resources, improving citizens' quality of life, and promoting a more informed and connected society. With these initiatives, Portugal reaffirms its position at the forefront of technological innovation and the implementation of intelligent solutions that address contemporary challenges, remaining aligned with the best practices and global trends in the field of AI (Administração Pública Digital, 2023).

All innovation brings with it inherent challenges. In Health Sciences, these challenges take on even deeper contours, especially when considering ethical implications, namely in relation to others and human life. Although many educational and health institutions are adopting this technology, there is still room for expansion and overcoming challenges inherent in its implementation. These challenges include acceptance by healthcare professionals, integration with existing systems, ethical issues, and guarantees of privacy and security of patient data (Gerke et al., 2020; Rigby, 2019).

Thus, in this opinion article, we explore AI applied to Health Sciences. We discuss the benefits, potential pitfalls, and necessary reflections. The goal is to navigate together in this sea of possibilities, preparing ourselves for a future that is already shaping the present.

2. AI IN HEALTH SCIENCES

One of the most significant applications of AI in Health

questões éticas e garantias de privacidade e segurança dos dados dos utentes (Gerke et al., 2020; Rigby, 2019).

Assim, neste artigo de opinião, exploramos a IA aplicada às Ciências da Saúde. Abordamos os benefícios, as potenciais armadilhas e as reflexões necessárias. O objetivo é navegarmos juntos neste mar de possibilidades, preparando-nos para um futuro que já está a moldar o presente.

2. A IA NAS CIÊNCIAS DA SAÚDE

Uma das aplicações mais relevantes da IA nas Ciências da Saúde é a sua capacidade de suportar o profissional de saúde na identificação mais precisa de doenças. Aproveitando a sua capacidade em analisar vastos conjuntos de dados, a IA emerge como uma ferramenta indispensável no processo diagnóstico, onde os algoritmos melhoram significativamente a precisão ao desvendar padrões complexos nos dados dos utentes. Esta capacidade única, além de enriquecer o processo diagnóstico, também facilita intervenções mais oportunas e ajustadas às necessidades individuais dos utentes (Klumpp et al., 2021).

Através de técnicas de aprendizagem de máquina, a IA aperfeiçoa as suas capacidades de diagnóstico ao longo do tempo, levando a melhores resultados de saúde para os utentes e redução de erros diagnósticos (Bohr & Memarzadeh, 2020; Dave et al., 2023).

O potencial de analisar e adaptar tratamentos com base em grandes conjuntos de dados coloca a IA como uma força transformadora na personalização de tratamentos. A IA pode ainda contribuir para uma abordagem centrada no utente ao personalizar planos de tratamento de acordo com dados individuais de saúde (Docles, 2023). Esta capacidade pode ser especialmente importante no tratamento de doenças crónicas e condições complexas, onde intervenções personalizadas podem levar a resultados terapêuticos otimizados (Long et al., 2023).

Assim, com a quantidade crescente de informações geradas por exames médicos, registos de utentes e outros dados de saúde, a IA tem a capacidade de extrair informações valiosas que podem ajudar os profissionais de saúde a tomar decisões informadas (Dash et al., 2019). Através da análise profunda, a IA pode identificar relações complexas entre variáveis que podem não ser facilmente perceptíveis pelos humanos, permitindo uma abordagem mais precisa e eficaz no diagnóstico e no tratamento (Dave et al., 2023).

A capacidade da IA vai para além do cuidado com os utentes e é também utilizada na otimização da gestão e da logística hospitalar. A integração de tecnologias de IA consegue otimizar o agendamento, a alocação de recursos e até a logística de medicamentos. A IA tem o potencial de conseguir melhorar a eficiência dos cuidados de saúde ao gerir eficazmente os recursos humanos e materiais, assim como os horários do pessoal (Yang et al., 2022). Isto não reduz apenas as cargas administrativas, mas também garante um fluxo de trabalho contínuo, beneficiando tanto os utentes quanto os profissionais de saúde.

A investigação e o desenvolvimento de medicamentos são áreas que têm beneficiado significativamente da IA. A análise de grandes conjuntos de dados clínicos e moleculares consegue identificar alvos terapêuticos potenciais, acelerando o processo

Sciences is its ability to support healthcare professionals in the more accurate identification of diseases. By leveraging its capability to analyze vast data sets, AI emerges as an indispensable tool in the diagnostic process, where algorithms significantly improve accuracy by unraveling complex patterns in patient data. This unique capability not only enriches the diagnostic process but also facilitates more timely and tailored interventions to individual patients' needs (Klumpp et al., 2021).

Through machine learning techniques, AI enhances its diagnostic capabilities over time, leading to better health outcomes for patients and a reduction in diagnostic errors (Bohr & Memarzadeh, 2020; Dave et al., 2023).

The potential to analyze and adapt treatments based on large data sets positions AI as a transformative force in treatment personalization. AI can also contribute to a patient-centered approach by customizing treatment plans according to individual health data (Docles, 2023). This ability can be especially significant in the treatment of chronic diseases and complex conditions, where personalized interventions can lead to optimized therapeutic outcomes (Long et al., 2023).

Thus, with the growing amount of information generated by medical examinations, patient records, and other health data, AI has the capability to extract valuable insights that can assist healthcare professionals in making informed decisions (Dash et al., 2019). Through deep analysis, AI can identify complex relationships between variables that may not be easily perceptible by humans, allowing for a more precise and effective approach in diagnosis and treatment (Dave et al., 2023).

AI's capabilities extend beyond patient care and are also used in optimizing hospital management and logistics. The integration of AI technologies can optimize scheduling, resource allocation, and even the logistics of medication. AI has the potential to improve the efficiency of healthcare by effectively managing human and material resources, as well as staff schedules (Yang et al., 2022). This not only reduces administrative burdens but also ensures a continuous workflow, benefiting both patients and healthcare professionals.

Research and development in pharmaceuticals are areas that have significantly benefited from AI. Analysis of large sets of clinical and molecular data can identify potential therapeutic targets, accelerating the drug discovery process (Paul et al., 2021). Furthermore, AI can be used to model molecule interactions and predict the efficacy of new chemical compounds, reducing the need for extensive physical laboratory testing. Besides saving time and resources, it increases the likelihood of finding effective treatments for complex and rare diseases (Chen et al., 2021). AI can also be used in identifying suitable patients for clinical trials, contributing to the advancement of medical research and the rapid introduction of new therapies to the market (Cascini et al., 2022).

In summary, the integration of AI in Health Sciences is redefining not only the paradigms of diagnosis and treatment with its unprecedented analytical and personalization capabilities, but also the optimization of hospital management and the accelerated development of new therapies. This convergence of technology and health promises to radically transform patient care, operational efficiency, and the frontier

de descoberta de medicamentos (Paul et al., 2021). Além disso, a IA pode ser usada para modelar a interação de moléculas e prever a eficácia de novos compostos químicos, reduzindo a necessidade de testes extensivos em laboratórios físicos. Além de economizar tempo e recursos, aumenta a probabilidade de encontrar tratamentos eficazes para doenças complexas e raras (Chen et al., 2021). A IA também pode ser usada na identificação de utentes adequados para ensaios clínicos, contribuindo para o avanço da investigação médica e a rápida introdução de novas terapias no mercado (Cascini et al., 2022).

Em suma, a integração da IA nas Ciências da Saúde está a redefinir não apenas os paradigmas de diagnóstico e tratamento com sua capacidade de análise e personalização sem precedentes, mas também a otimização da gestão hospitalar e o desenvolvimento acelerado de novas terapias. Esta convergência de tecnologia e saúde promete transformar radicalmente o cuidado ao utente, a eficiência operacional e a fronteira da pesquisa médica, consolidando a IA como uma aliada indispensável na evolução contínua dos cuidados de saúde.

3. A IA NA EDUCAÇÃO DAS CIÊNCIAS DA SAÚDE

Na área educacional, particularmente em cursos relacionados às Ciências da Saúde, percebe-se a influência da revolução promovida pela IA. O potencial da IA na transformação da forma como os futuros profissionais de saúde são educados é significativa e, nos últimos anos, temos assistido a mudanças relevantes na pedagogia e nas práticas de ensino.

Em primeiro lugar, a IA tem sido aplicada para personalizar as metodologias de ensino-aprendizagem, adaptando o conteúdo, o ritmo e os métodos pedagógicos às necessidades individuais de cada estudante, visando otimizar a eficácia da aprendizagem como resultado. Os sistemas de IA utilizados nalgumas plataformas de ensino avançam para além da simples entrega de conteúdo, empregando algoritmos sofisticados capazes de analisar o comportamento de aprendizagem dos estudantes em tempo real. Esses sistemas identificam padrões de interação, respostas a questionários e exercícios, e até mesmo o tempo gasto em cada tópico, para inferir as necessidades individuais dos estudantes. Com base nesta análise, a IA é capaz de detetar áreas de dificuldade, não apenas através de erros, mas também avaliando a confiança e a eficiência na absorção de conhecimento. Por exemplo, se um estudante de medicina ou de enfermagem demonstra dificuldade em compreender um conceito específico, seja pela repetição de erros em questões relacionadas ou pela hesitação em avançar para tópicos subsequentes, as plataformas baseadas em IA prontamente adaptam o conteúdo, oferecendo materiais adicionais, exercícios de reforço ou abordagens alternativas de ensino. Isto pode incluir a apresentação de conteúdo visual adicional, simulações interativas ou estudos de caso contextualizados para facilitar a compreensão do conceito. Assim, a personalização alcançada pelas tecnologias de IA não se limita a ajustar o ritmo de aprendizagem; ela constrói ativamente caminhos de aprendizagem diversificados que se moldam às necessidades únicas de cada estudante, promovendo um ambiente de ensino mais inclusivo e eficaz (Buchanan et al., 2021; Kuleto et al., 2021).

of medical research, consolidating AI as an indispensable ally in the continuous evolution of healthcare.

3. AI IN HEALTH SCIENCES EDUCATION

In the educational arena, particularly in courses related to Health Sciences, the influence of the revolution spurred by AI is evident. The potential of AI to transform how future healthcare professionals are educated is significant, and in recent years, we have witnessed relevant changes in pedagogy and teaching practices.

Firstly, AI has been applied to personalize teaching and learning methodologies, adapting content, pace, and educational methods to the individual needs of each student, aiming to optimize learning effectiveness as a result. AI systems used in some educational platforms go beyond mere content delivery, employing sophisticated algorithms capable of analyzing students' learning behavior in real-time. These systems identify patterns of interaction, responses to quizzes and exercises, and even the time spent on each topic, to infer the individual needs of students. Based on this analysis, AI can detect areas of difficulty, not just through errors but also by assessing confidence and efficiency in knowledge absorption. For instance, if a medical or nursing student shows difficulty in understanding a specific concept, whether by repeating mistakes in related questions or hesitating to move on to subsequent topics, AI-based platforms readily adapt the content, offering additional materials, reinforcement exercises, or alternative teaching approaches. This may include presenting additional visual content, interactive simulations, or contextualized case studies to facilitate the understanding of the concept. Thus, the personalization achieved by AI technologies is not limited to adjusting the learning pace; it actively builds diversified learning pathways that shape to the unique needs of each student, promoting a more inclusive and effective teaching environment (Buchanan et al., 2021; Kuleto et al., 2021).

Furthermore, AI-based simulation is emerging as a fundamental component in the curricula of many Health Sciences courses, becoming a common and essential practice in the training of future healthcare professionals. AI-based simulation, in this context, goes beyond being merely an educational option; it is increasingly seen as a crucial element—or 'gold standard'—for providing practical and interactive learning experiences. These advanced simulators allow students to practice technical procedures in virtual environments, receiving real-time feedback on their technique and clinical decisions. This not only reduces the risks associated with practical training but also enables students to face a wider variety of clinical scenarios than would be possible in a traditional clinical environment (Koukourikos et al., 2021; Dai & Ke, 2022).

Another significant innovation is the role of AI in optimizing assessment. By analyzing responses and monitoring student progress, AI-based systems can objectively assess individual performance, covering everything from the understanding of specific concepts to the practical application of technical skills. This process is especially relevant in health professions such as medicine, physiotherapy, nursing, and dentistry, among others,

Além disso, a simulação baseada em IA está a emergir como uma componente fundamental nos currículos de muitos cursos das Ciências da Saúde, transformando-se numa prática comum e essencial na formação de futuros profissionais de saúde. A simulação baseada em IA, neste contexto, vai além de ser apenas uma opção educativa; ela é vista cada vez mais como um elemento crucial – ou 'gold standard' – para proporcionar experiências de aprendizagem práticas e interativas. Estes simuladores avançados permitem que os estudantes pratiquem procedimentos técnicos em ambientes virtuais, recebendo *feedback* em tempo real sobre a sua técnica e as suas decisões clínicas. Isto reduz os riscos associados ao treino prático, mas também permite que os estudantes enfrentem uma variedade maior de cenários clínicos do que seria possível num ambiente clínico tradicional (Koukourikos et al., 2021; Dai & Ke, 2022).

Outra inovação significativa é o papel da IA na otimização da avaliação. Ao analisar as respostas e monitorizar o progresso dos estudantes, os sistemas baseados em IA podem avaliar objetivamente o desempenho individual, abrangendo desde a compreensão de conceitos específicos até a aplicação prática de competências técnicas. Este processo é especialmente relevante em profissões de saúde como medicina, fisioterapia, enfermagem e odontologia, entre outras, onde a precisão diagnóstica, a reflexão crítica e a capacidade de navegar por cenários clínicos complexos são essenciais. Além de facilitar um retorno informativo aos estudantes, a IA desempenha um papel crucial na identificação de lacunas e áreas de melhoria nos currículos e estratégias pedagógicas, permitindo aos educadores ajustar e enriquecer os conteúdos e métodos de ensino de acordo com as necessidades identificadas. Assim, a IA contribui não apenas para a avaliação da aprendizagem dos estudantes, mas também para a avaliação contínua da qualidade e eficácia dos currículos e abordagens pedagógicas nas Ciências da Saúde (Cavalcanti et al., 2021).

4. DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA IA NA EDUCAÇÃO E NAS CIÊNCIAS DA SAÚDE

Como vimos, a integração da IA nas ciências da saúde e na formação académica desta área tem uma perspetiva promissora, mas não está isenta de desafios.

Um dos principais obstáculos é garantir a precisão e a fidedignidade dos sistemas de IA. Dada a natureza crítica da saúde, um erro, mesmo que mínimo, pode ter consequências devastadoras. Apesar dos avanços tecnológicos recentes, a IA ainda está suscetível a erros e interpretações inadequadas, tornando a validação rigorosa essencial, especialmente em aplicações diagnósticas e terapêuticas. Isso levanta dilemas éticos significativos sobre a atribuição de responsabilidade em caso de falhas: seria do médico, do criador do software ou da própria IA? Neste contexto, a responsabilidade de refletir e regular a utilização da IA na saúde não recai apenas sobre os profissionais e as organizações de saúde, mas também sobre entidades reguladoras nacionais e internacionais. Organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a União Europeia têm iniciado discussões e estabelecido diretrizes para assegurar que a implementação da IA na saúde seja realizada de maneira ética e responsável (Madiaga, 2021; World Health Organization, 2021). A incorporação segura e eficaz da IA nos sistemas de saúde é destacada como um objetivo crucial,

where diagnostic accuracy, critical reflection, and the ability to navigate complex clinical scenarios are essential. Besides facilitating informative feedback to students, AI plays a crucial role in identifying gaps and areas for improvement in curricula and pedagogical strategies, allowing educators to adjust and enrich teaching contents and methods according to identified needs. Thus, AI contributes not only to the assessment of student learning but also to the continuous evaluation of the quality and effectiveness of curricula and pedagogical approaches in Health Sciences (Cavalcanti et al., 2021).

4. CHALLENGES OF IMPLEMENTING AI IN EDUCATION AND HEALTH SCIENCES

As we have seen, the integration of AI in health sciences and academic training in this field holds a promising outlook, but it is not without challenges.

One of the primary obstacles is ensuring the accuracy and reliability of AI systems. Given the critical nature of healthcare, even a minimal error can have devastating consequences. Despite recent technological advancements, AI is still prone to errors and inappropriate interpretations, making rigorous validation essential, especially in diagnostic and therapeutic applications. This raises significant ethical dilemmas about assigning responsibility in case of failures: should it be the physician, the software developer, or the AI itself? In this context, the responsibility to reflect on and regulate the use of AI in healthcare does not fall solely on professionals and health organizations but also on national and international regulatory bodies. Organizations such as the World Health Organization (WHO) and the European Union have initiated discussions and established guidelines to ensure that AI's implementation in healthcare is conducted ethically and responsibly (Madiaga, 2021; World Health Organization, 2021). The safe and effective incorporation of AI into healthcare systems is highlighted as a crucial goal, emphasizing the importance of global standards for validating AI technologies, protecting patient privacy, and clarifying the assignment of responsibilities. These guidelines and discussions are fundamental for navigating the practical challenges that AI presents, ensuring that its transformative potential in healthcare is realized responsibly and safely (Prakash et al., 2022).

Ethics and privacy are other pressing concerns. At its core, AI depends on vast datasets for training and operation. In the realm of healthcare, this translates into the use of personal medical data, which is highly sensitive. Additionally, AI's dependence on large volumes of data for machine learning and response improvement highlights the issue of data quality. In many cases, datasets may not be representative or may be biased, affecting the accuracy of AI models. This issue is particularly critical when considering the diversity of populations and clinical conditions, where AI may fail to generalize its learnings, resulting in less accurate diagnoses or inappropriate treatment recommendations for certain patient groups (Abramoff et al., 2023; Mittermaier et al., 2023).

Technological dependence is a double-edged sword. While AI can optimize processes and provide valuable insights, there is the latent danger of healthcare professionals and students becoming overly dependent on these tools, which can

ênfase na importância de padrões globais para a validação de tecnologias de IA, a proteção da privacidade dos usuários e a clareza na atribuição de responsabilidades. Estas diretrizes e discussões são fundamentais para navegar os desafios práticos que a IA apresenta, garantindo que o seu potencial transformador na saúde seja realizado de forma responsável e segura (Prakash et al., 2022).

A ética e a privacidade são outras das preocupações prementes. A IA, na sua essência, depende de vastos conjuntos de dados para treino e operação. No domínio da saúde, isso traduz-se na utilização de dados médicos pessoais, logo altamente sensíveis. Adicionalmente, a dependência da IA em grandes volumes de dados para a aprendizagem da máquina e melhoria das respostas coloca em destaque a problemática da qualidade dos dados. Em muitos casos, os conjuntos de dados podem não ser representativos ou podem estar enviesados, afetando a precisão dos modelos de IA. Esta questão é particularmente crítica quando consideramos a diversidade de populações e condições clínicas, onde a IA pode falhar em generalizar as suas aprendizagens, resultando em diagnósticos menos precisos ou recomendações de tratamento inadequadas para certos grupos de usuários (Abràmoff et al., 2023; Mittermaier et al., 2023).

A dependência tecnológica é uma faca de dois gumes. Enquanto a IA pode otimizar processos e fornecer informações valiosas, há o perigo latente de profissionais de saúde e estudantes se tornarem excessivamente dependentes destas ferramentas, o que pode comprometer o julgamento clínico e impedir o desenvolvimento de competências técnicas e interpessoais essenciais. Paralelamente, a crescente automação nas áreas da saúde introduzida pela IA apresenta um desafio duplo: enquanto tem o potencial de personalizar o cuidado ao adaptar tratamentos e intervenções às necessidades individuais dos usuários, existe também o risco de despersonalização do cuidado. Este risco emerge quando a tecnologia é utilizada de forma que substitui o contato humano e a empatia, aspetos importantes para a recuperação e o bem-estar dos usuários. No entanto, é crucial reconhecer que a implementação eficaz da IA no setor da saúde depende do seu uso como uma ferramenta que complementa e enriquece a interação entre profissionais de saúde e usuários, e não que a substitua. Ao equilibrar cuidadosamente a automação com a intervenção humana, é possível assegurar que a IA contribua para a personalização do cuidado mantendo a empatia e o toque humano como componentes centrais do processo de recuperação (Farhud & Zokaei, 2021).

Tendo isto em consideração a UNESCO publicou o documento *AI and Education: Guidance for Policy Makers*, onde apresenta indicações sobre a aplicação da IA na gestão educacional, no processo de aprendizagem e avaliação, assim como no apoio aos professores e na otimização das práticas pedagógicas. Além disso, publicou um guia introdutório sobre o ChatGPT no contexto do ensino superior que oferece uma análise profunda do papel desta tecnologia avançada na educação. Entre as conclusões principais, o documento sublinha a capacidade do ChatGPT de personalizar a aprendizagem, adaptando-se às necessidades individuais dos estudantes e promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e acessível. No entanto, enfatiza também a

compromisso do julgamento clínico e impedir o desenvolvimento de competências técnicas e interpessoais. Concomitantemente, o aumento da automação em áreas de saúde introduzida pela IA apresenta um desafio duplo: enquanto tem o potencial de personalizar o cuidado ao adaptar tratamentos e intervenções às necessidades individuais dos usuários, existe também o risco de despersonalização do cuidado. Este risco surge quando a tecnologia é utilizada de forma que substitui o contato humano e a empatia, aspetos importantes para a recuperação e o bem-estar dos usuários. No entanto, é crucial reconhecer que a implementação eficaz da IA no setor da saúde depende do seu uso como uma ferramenta que complementa e enriquece a interação entre profissionais de saúde e usuários, e não que a substitua. Ao equilibrar cuidadosamente a automação com a intervenção humana, é possível assegurar que a IA contribua para a personalização do cuidado mantendo a empatia e o toque humano como componentes centrais do processo de recuperação (Farhud & Zokaei, 2021).

Tendo isto em consideração a UNESCO publicou o documento *AI and Education: Guidance for Policy Makers*, que fornece orientação sobre a aplicação da IA na gestão educacional, nos processos de aprendizagem e avaliação, bem como no apoio aos professores e na otimização das práticas pedagógicas. Além disso, publicou um guia introdutório sobre o ChatGPT no contexto do ensino superior que oferece uma análise aprofundada do papel desta tecnologia avançada na educação. Entre as principais conclusões, o documento destaca a capacidade do ChatGPT de personalizar a aprendizagem, adaptando-se às necessidades individuais dos estudantes e promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e acessível. No entanto, também enfatiza a necessidade de abordar desafios e implicações éticas, como garantir a equidade e a justiça no acesso às tecnologias de IA e a importância de desenvolver competências digitais críticas tanto para estudantes quanto para professores para navegar eficazmente neste novo paradigma educacional (Miao et al., 2021).

Desafios económicos são também significativos. Implementar sistemas de IA pode exigir investimentos substanciais, potencialmente criando disparidades no acesso a cuidados de saúde de alta qualidade. Instituições com mais recursos financeiros podem desenvolver e ganhar acesso mais rápido às últimas inovações, enquanto outras com menos recursos podem ficar para trás. Além disso, a natureza em evolução da IA e da tecnologia em geral requer formação contínua para profissionais de saúde e revisão constante dos currículos educacionais, o que pode implicar um investimento maior na formação.

Integrar a IA com sistemas de informação já estabelecidos em hospitais e outras instituições de saúde pode ser tecnicamente desafiador. Assim como em qualquer revolução tecnológica, a resistência à mudança é inevitável, seja devido à desconfiança, falta de compreensão ou preocupações relacionadas com a segurança do emprego. A adoção da IA nas Ciências da Saúde requer uma abordagem cuidadosa e responsável.

Finalmente, a falta de transparência e explicabilidade dos algoritmos constitui outra limitação fundamental. Muitas técnicas de IA, especialmente as redes neurais profundas, são frequentemente criticadas como "caixas pretas", onde os processos de tomada de decisão não são facilmente compreendidos pelos utilizadores. Esta opacidade pode erodir a confiança dos profissionais de saúde e dos clientes nas soluções de IA, além de complicar a tarefa de validação científica dos resultados fornecidos por estes sistemas (Singh, 2023).

necessidade de abordar desafios e implicações éticas, tais como a garantia de justiça e equidade no acesso às tecnologias de IA e a importância de desenvolver competências digitais críticas tanto em estudantes como em professores, para que possam navegar eficazmente neste novo paradigma educacional (Miao et al., 2021).

Os desafios económicos também são significativos. A implementação de sistemas de IA pode exigir investimentos substanciais, criando potencialmente disparidades no acesso a cuidados de saúde de alta qualidade. Instituições com mais recursos financeiros podem desenvolver e ter um acesso mais rápido às inovações mais recentes, enquanto outras, com menos recursos, podem ser deixadas à margem. Além disso, a natureza evolutiva da IA e da tecnologia em geral exige uma formação contínua dos profissionais de saúde e uma revisão constante dos currículos educacionais, o que pode acarretar um maior investimento na formação.

A integração da IA com sistemas de informação já estabelecidos em hospitais e outras instituições de saúde pode ser tecnicamente desafiadora. Como em qualquer revolução tecnológica, a resistência à mudança é inevitável, seja por desconfiança, falta de compreensão ou receios relacionados à segurança no emprego, a adoção da IA nas Ciências da Saúde requer uma abordagem cuidadosa e responsável.

Por fim, a falta de transparência e explicabilidade dos algoritmos de IA constitui outra limitação fundamental. Muitas técnicas de IA, especialmente as redes neurais profundas, são frequentemente criticadas por serem "caixas pretas", onde os processos de decisão não são facilmente compreendidos pelos usuários. Esta opacidade pode erodir a confiança dos profissionais de saúde e clientes nas soluções de IA, além de complicar a tarefa de validar cientificamente os resultados fornecidos por esses sistemas (Singh, 2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, a integração da IA nas Ciências da Saúde revela-se um campo de dualidades. Por um lado, os benefícios tais como a personalização da aprendizagem, a otimização de diagnósticos e dos tratamentos, e a implementação de simulações avançadas demonstram o potencial transformador da IA. Estas vantagens refletem o papel essencial da IA em melhorar a eficiência e a eficácia da educação e dos cuidados de saúde, possibilitando abordagens mais adaptadas às necessidades individuais. Por outro lado, esta evolução traz consigo desafios significativos, incluindo a necessidade de assegurar a precisão e a fidedignidade dos sistemas de IA, além de enfrentar questões éticas profundas e preocupações com a privacidade. Adicionalmente, a potencial despersonalização dos cuidados de saúde suscita debate; embora a IA possa personalizar a aprendizagem e os cuidados de saúde, é imperativo que a sua aplicação nestas áreas não substitua o elemento humano essencial, mas sim que complemente a empatia e a compreensão que definem a essência dos cuidados de saúde, assim como da educação. Assim, a jornada para integrar plenamente a IA nas Ciências da Saúde é complexa, exigindo um equilíbrio cuidadoso entre capitalizar as suas vantagens inovadoras e mitigar os riscos inerentes para manter a centralidade no cuidado humano.

5. FINAL CONSIDERATIONS

In conclusion, the integration of AI in Health Sciences presents a field of dualities. On one hand, the benefits such as personalized learning, optimization of diagnostics and treatments, and the implementation of advanced simulations demonstrate the transformative potential of AI. These advantages reflect the essential role of AI in improving the efficiency and efficacy of education and healthcare, enabling approaches that are more tailored to individual needs. On the other hand, this evolution carries significant challenges, including the need to ensure the accuracy and reliability of AI systems, as well as addressing deep ethical issues and concerns about privacy. Additionally, the potential depersonalization of healthcare sparks debate; while AI can personalize learning and healthcare, it is imperative that its application in these areas does not replace the essential human element, but rather complements the empathy and understanding that define the essence of healthcare and education. Thus, the journey to fully integrate AI into Health Sciences is complex, requiring a careful balance between capitalizing on its innovative advantages and mitigating inherent risks to maintain a focus on human care.

Recognizing the importance of appropriate training to navigate this landscape, the authors are developing and will implement, in the academic year 2023/2024, a specific training plan for teachers at the Department of Physiotherapy at the Escola Superior de Saúde do Alcoitão, based on a prior needs assessment. This plan will have a workload of approximately 20 hours and will be implemented over the first semester. The intention is that this program will be subject to subsequent research, with the aim of evaluating its impact. The authors look forward to the opportunity to share the results of this research in future publications, thus contributing to the body of knowledge on AI training in Health Sciences.

CONFLICT OF INTEREST

No conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization, H.S. and A.A.L.; original draft preparation, H.S.; review and editing, A.A.L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Reconhecendo a importância de uma formação adequada para navegar neste cenário, os autores estão a desenvolver e irão implementar, no ano letivo de 2023/2024, um plano de formação específico para professores do Departamento de Fisioterapia na Escola Superior de Saúde do Alcoitão, baseado num levantamento de necessidades prévio. Este plano terá uma carga horária de aproximadamente 20 horas e será implementado ao longo do primeiro semestre. A intenção é que este programa seja alvo de investigação subsequente, com o objetivo de avaliar o seu impacto. Os autores antecipam com entusiasmo a oportunidade de partilhar os resultados dessa investigação em futuras publicações, contribuindo assim para o corpo de conhecimento sobre a formação em IA nas Ciências da Saúde.

CONFLITO DE INTERESSES

Sem conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÕES AUTORAIS

Conceptualização, H.S. e A.A.L.; redação - preparação do draft original, H.S.; redação - revisão e edição, A.A.L. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- Abrahamoff, M. D., Tarver, M. E., Loyo-Berrios, N., Trujillo, S., Char, D., Obermeyer, Z., Eydeman, M. B., Maisel, W. H., & Foundational Principles of Ophthalmic Imaging and Algorithmic Interpretation Working Group of the Collaborative Community for Ophthalmic Imaging Foundation, W., D. C. Considerations for addressing bias in artificial intelligence for health equity. *npj Digital Medicine*, 6(1), 170. 2023. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00913-9>
- Administração Pública Digital. Estratégia Nacional de Territórios Inteligentes. *Agência para a Modernização Administrativa*. 2023.
- Bohr, A., & Memarzadeh, K. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. Em *Artificial Intelligence in healthcare* (pp. 25–60). Elsevier. 2020.
- Buchanan, C., Howitt, M. L., Wilson, R., Booth, R. G., Risling, T., & Bamford, M. Predicted Influences of Artificial Intelligence on Nursing Education: Scoping Review. *JMIR Nursing*, 4(1), e23933. 2021. <https://doi.org/10.2196/23933>
- Cascini, F., Beccia, F., Causio, F. A., Melnyk, A., Zaino, A., & Ricciardi, W. Scoping review of the current landscape of AI-based applications in clinical trials. *Frontiers in Public Health*, 10, 949377. 2022.
- Cavalcanti, A. P., Barbosa, A., Carvalho, R., Freitas, F., Tsai, Y.-S., Gašević, D., & Mello, R. F. Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100027. 2021.
- Chen, Z., Liu, X., Hogan, W., Shenkman, E., & Bian, J. Applications of artificial intelligence in drug development using real-world data. *Drug discovery today*, 26(5), 1256–1264. 2021.
- Dai, C.-P., & Ke, F. Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100087. 2022.
- Dash, S., Shakyawar, S. K., Sharma, M., & Kaushik, S. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of big data*, 6(1), 1–25. 2019.
- Dave, T., Athaluri, S. A., & Singh, S. ChatGPT in medicine: an overview of its applications, advantages, limitations, future prospects, and ethical considerations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1169595. 2023.
- Docles, E. Healthcare Artificial Intelligence: Transforming the Future of Medicine. *Health Science Journal*, 17(6), 1–3. 2023.
- Donato, H., Escada, P., & Villanueva, T. A Transparência da Ciência com o ChatGPT e as Ferramentas Emergentes de Inteligência Artificial: Como se Devem Posicionar as Revistas Científicas Médicas? The Transparency of Science with ChatGPT and the Emerging Artificial Intelligence Language Models: Where Should Medical Journals Stand? *The Transparency of Science with ChatGPT and the Emerging Artificial Intelligence Language Models: Where Should Medical Journals Stand*. 2023.
- European Parliament. Parlamento negoceia primeiras regras para inteligência artificial mais segura. 2023. <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/press-room/20230609IPR96212/parlamento-negocia-primeiras-regras-para-inteligencia-artificial-mais-segura>
- Farhud, D. D., & Zokaie, S. Ethical issues of artificial intelligence in medicine and healthcare. *Iranian Journal of Public Health*, 50(11), i. 2021.
- Gerke, S., Minssen, T., & Cohen, G. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. Em *Artificial intelligence in healthcare* (pp. 295–336). Elsevier. 2020.
- Instituto Nacional de Estatística (INE). Estimativas de população residente em Portugal 2022. (<https://www.ine.pt/>). 2023.
- Klumpp, M., Hintze, M., Immonen, M., Ródenas-Rigla, F., Pilati, F., Aparicio-Martínez, F., Çelebi, D., Liebig, T., Jirstrand, M., & Urbann, O. *Artificial intelligence for hospital health care: Application cases and answers to challenges in European hospitals*. 9(8), 961. 2021.
- Koukourikos, K., Tsaloglidou, A., Kourkouta, L., Papatheanasiou, I. V., Iliadis, C., Fratzana, A., & Panagiotou, A. Simulation in clinical nursing education. *Acta Informatica Medica*, 29(1), 15. 2021.
- Kuleto, V., Ilić, M., Dumangiu, M., Ranković, M., Martins, O. M., Păun, D., & Mihoreanu, L. Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence

- and machine learning in higher education institutions. *Sustainability*, 13(18), 10424. 2021.
- Long, H., Li, S., & Chen, Y. Digital health in chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Diseases and Translational Medicine*. 2023.
- Madiega, T. Artificial intelligence act. *European Parliament: European Parliamentary Research Service*. 2021.
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. AI and education: A guidance for policymakers. UNESCO Publishing. 2021.
- Mittermaier, M., Raza, M. M., & Kvedar, J. C. Bias in AI-based models for medical applications: challenges and mitigation strategies. *npj Digital Medicine*, 6(1), 113. 2023. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00858-z>
- Oliveira, L., & Pinto, M. *A inteligência artificial na educação: ameaças e oportunidades para o ensino-aprendizagem*. 2023.
- Paul, D., Sanap, G., Shenoy, S., Kalyane, D., Kalia, K., & Tekade, R. K. Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug discovery today*, 26(1), 80. 2021.
- Prakash, S., Balaji, J. N., Joshi, A., & Surapaneni, K. M. Ethical Conundrums in the application of artificial intelligence (AI) in healthcare—a scoping review of reviews. *Journal of Personalized Medicine*, 12(11), 1914. 2022.
- Ray, P. P. ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. 2023.
- República Portuguesa. ESTRATÉGIA NACIONAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. 2023. <https://www.incode2030.gov.pt/aip-2030/#>
- Rigby, M. J. Ethical dimensions of using artificial intelligence in health care. *AMA Journal of Ethics*, 21(2), 121–124. 2019.
- Singh, P. Systematic review of data-centric approaches in artificial intelligence and machine learning. *Data Science and Management*, 6(3), 144–157. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2023.06.001>
- World Health Organization. WHO issues first global report on Artificial Intelligence (AI) in health and six guiding principles for its design and use. *World Health Organization*, 28. 2021.
- Yang, Y., Siau, K., Xie, W., & Sun, Y. Smart health: Intelligent healthcare systems in the metaverse, artificial intelligence, and data science era. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 34(1), 1–14. 2022.