

Educação Pós-Graduada em Inteligência Artificial: Proposta da Comissão para a Inteligência Artificial da Ordem dos Médicos

Postgraduate Education in Artificial Intelligence: A Proposal from the Artificial Intelligence Commission of the Portuguese Medical Association

João FRUTUOSO ^{1,2,3}, Ana Rita MARIA ^{1,4,5}, Helena DONATO ^{1,6,7}, António VAZ CARNEIRO ^{1,8,9}
Acta Med Port (In Press) • <https://doi.org/10.20344/amp.25177>

RESUMO

A inteligência artificial (IA) está a entrar na prática clínica através de sistemas de apoio à decisão, ferramentas preditivas, modelos generativos e soluções de documentação clínica. O Regulamento Europeu de Inteligência Artificial impõe, desde fevereiro de 2025, obrigações de literacia em IA aos fornecedores e responsáveis pela implantação de sistemas de IA, incluindo a necessidade de assegurar formação adequada aos funcionários e a outras pessoas que operem ou utilizem esses sistemas em seu nome. Esta evolução cria uma exigência formativa nova: os médicos precisam de adquirir competências mínimas para usar, avaliar, supervisionar e recusar, quando necessário, os *outputs* de sistemas de IA. Esta revisão do estado da arte examinou as competências em IA relevantes para a formação médica pós-graduada, centrando-se na literatura publicada desde 2022. A literatura analisada sugere uma convergência temática em seis domínios nucleares: literacia fundamental em IA, avaliação crítica de ferramentas, aplicação clínica segura, ética/direito/governança, comunicação com o doente e literacia de dados em saúde. Outros domínios, como a implementação institucional, a colaboração multidisciplinar e a liderança em IA, surgem como competências intermédias ou avançadas. Propõe-se uma organização curricular em três patamares: competências basais para todos os médicos, competências proficientes para médicos envolvidos na avaliação e implementação local de sistemas de IA e competências avançadas para clínicos-investigadores, líderes institucionais e profissionais com responsabilidade formal em governação de IA. No contexto português, esta estrutura pode apoiar o desenvolvimento de formação transversal para internos e médicos especialistas, alinhada com a evolução tecnológica, os requisitos regulatórios europeus e a necessidade de preservar a responsabilidade clínica humana. A proposta deve ser entendida como base conceptual para validação por consenso multidisciplinar.

Palavras-chave: Competência Clínica; Currículo; Educação Médica; Inteligência Artificial; Internato e Residência

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is entering clinical practice through decision-support systems, predictive tools, generative models, and clinical documentation solutions. Since February 2025, the European AI Act has required providers and deployers of AI systems to ensure that staff and other people operating or using such systems on their behalf have an adequate level of AI literacy. This creates a new educational requirement: physicians need to acquire minimum competencies to use, appraise, supervise, and reject AI outputs when appropriate. This state-of-the-art review examined AI competencies relevant to postgraduate medical training, focusing on literature published since 2022. The reviewed literature suggests thematic convergence around six core domains: foundational AI literacy, critical appraisal of AI tools, safe clinical application, ethics/law/governance, patient communication, and health data literacy. Other domains, such as institutional implementation, multidisciplinary collaboration, and AI leadership, appear as intermediate or advanced competencies. We propose a three-tier curricular organization: baseline competencies for all physicians; proficient competencies for physicians involved in local appraisal and implementation of AI systems; and advanced competencies for clinician-scientists, institutional leaders, and professionals with formal responsibilities in AI governance. In the Portuguese context, this structure may support the development of transversal training for residents and specialists, aligned with technological change, European regulatory requirements, and the need to preserve human clinical responsibility. This proposal should be understood as a conceptual basis for multidisciplinary consensus validation.

Keywords: Artificial Intelligence; Clinical Competence; Curriculum; Education, Medical; Internship and Residency

INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é hoje uma realidade na prática clínica. Vários algoritmos apoiam a interpretação da imagem médica, modelos de linguagem de grande dimensão geram documentação clínica e assistem à decisão terapêutica, e ferramentas preditivas estratificam o risco do doente em tempo real.^{1,2} A integração da IA na prática clínica parece improvável de reverter a curto prazo, e a velocidade de adoção tem superado a capacidade de resposta da formação médica.^{3,4}

Em vigor desde 1 de agosto de 2024, o Regulamento de Inteligência Artificial da União Europeia (UE) (Regulamento (UE) 2024/1689)⁵ classifica como de alto risco os sistemas de IA que sejam produtos, ou componentes de segurança de

1. Comissão para a Inteligência Artificial. Ordem dos Médicos. Lisboa. Portugal.
2. Serviço de Medicina Intensiva. Unidade Local de Saúde de Lisboa Ocidental. Lisboa. Portugal.
3. NOVA Medical School. Lisboa. Portugal.
4. Medicina Geral e Familiar. Unidade Local de Saúde de Lisboa Ocidental. Lisboa. Portugal.
5. Comissão de Health Technology Assessment. INFARMED. Lisboa. Portugal.
6. Serviço de Documentação e Informação Científica. Unidade Local de Saúde de Coimbra. Coimbra. Portugal.
7. Faculdade de Medicina. Universidade de Coimbra. Coimbra. Portugal.
8. Instituto de Saúde Baseada na Evidência. Lisboa. Portugal.
9. Choosing Wisely Portugal. Lisboa. Portugal.

✉ **Autor correspondente:** João Frutuoso. jfrutuoso@ulslo.min-saude.pt

Revisão por/Reviewed by: Paulo Simões Peres

Recebido/Received: 15/06/2026 - **Aceite/Accepted:** 18/08/2026 - **Publicado Online/Published Online:** 28/08/2026

Copyright © Ordem dos Médicos 2026



produtos, abrangidos pela legislação de harmonização da UE constante do Anexo I, do próprio regulamento, e sujeitos a avaliação de conformidade por terceiros, incluindo determinados dispositivos médicos com IA. O artigo 4.º impõe aos fornecedores e responsáveis pela implantação de sistemas de IA o dever de assegurar um nível adequado de literacia em IA aos funcionários e a outras pessoas que operem ou utilizem estes sistemas em seu nome. Esta obrigação aplica-se desde 2 de fevereiro de 2025, encontrando-se, contudo, em revisão: a proposta *Digital Omnibus on AI* (COM(2025) 836),⁶ objeto de acordo político provisório entre Conselho e Parlamento Europeu em maio de 2026, prevê a substituição desta responsabilidade pela promoção de iniciativas de literacia em IA pela Comissão e Estados-Membro, bem como o adiamento para 2027-2028 de algumas obrigações relativas a sistemas de alto risco. A literacia em IA conserva, ainda assim, relevância prática enquanto condição necessária para a utilização segura destes sistemas, nomeadamente no que respeita à supervisão humana, interpretação de *outputs*, reconhecimento de *automation bias* (a tendência para aceitar *outputs* sem verificação crítica) e capacidade de recusar recomendações algorítmicas.

A formação médica tem respondido de forma fragmentada e heterogênea a este desafio. Estudos realizados em múltiplos países relatam que os médicos usam ferramentas de IA no quotidiano, sem preparação formal para avaliar os seus resultados ou reconhecer as suas limitações.^{3,7} A exposição passiva a ferramentas de IA, sem enquadramento pedagógico, pode favorecer a dependência acrítica e o *automation bias*.⁴ Recentemente, foi também definido o conceito de *never-skilling* induzido por IA, em que a ausência de estrutura formativa impede a aquisição de competências.⁸

Não falta apenas formação, falta uma estrutura. Os currículos existentes são fragmentados, concentrados na área de Radiologia, lecionados em instituições isoladas, e raramente integrados em programas de pós-graduação.^{9,10} Múltiplas revisões independentes identificaram domínios relevantes, mas nenhum modelo curricular transversal foi ainda estabelecido para o internato médico.^{4,11}

Em Portugal, não identificámos um referencial nacional publicado que defina competências em IA para a formação médica pós-graduada. Os poucos estudos portugueses publicados centram-se no desempenho de modelos de linguagem em processos de avaliação académica, incluindo a Prova Nacional de Acesso à Formação Especializada, e a questões médicas em português europeu,^{12,13} sem trabalho equivalente sobre competências formativas. As instituições e entidades que implantem sistemas de IA em contexto clínico em Portugal estão sujeitas ao enquadramento regulatório europeu, o que cria uma necessidade formativa concreta para os médicos que operam, supervisionam ou utilizam estes sistemas na prática clínica. Não identificámos, até à data, qualquer documento institucional nacional que defina o que deve constituir a formação médica pós-graduada nesta área.

Em paralelo, existem já exemplos públicos de utilização e avaliação institucional de soluções de IA no ecossistema da saúde em Portugal, ainda que com graus distintos de maturidade clínica e organizacional. Os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS) analisaram três soluções nacionais de IA – o Modelo de Acompanhamento do Desperdício do Sistema Nacional de Saúde (SNS) (MODE), a Codificação Previsional e a aplicação *Detect SNS 24 - Avaliar Pele* – no âmbito do seu *white paper* sobre implementação integrada, segura e ética da IA nas organizações de saúde.¹⁴ Estes exemplos ilustram que a necessidade de literacia médica em IA é já operacional, envolvendo validação, segurança, governação, contratação pública e responsabilidade profissional.

A Comissão para a Inteligência Artificial (CPIA) da Ordem dos Médicos propõe-se dar resposta a esta lacuna, procurando definir o que deve conter um programa de formação pós-graduada em IA, e como deve ser estruturado. Embora a formação em IA deva ser iniciada no ensino pré-graduado, a presente proposta centra-se deliberadamente na formação pós-graduada, por corresponder ao âmbito de atuação da Ordem dos Médicos e dos colégios de especialidade

METODOLOGIA

Este trabalho constitui uma revisão narrativa do estado da arte. Foram pesquisadas as bases de dados PubMed/MEDLINE e Scopus, complementadas por pesquisa manual nas listas de referências dos artigos incluídos, com o objetivo de identificar referenciais de competência em inteligência artificial dirigidos à formação médica pós-graduada, publicados entre 2022 e 2026. A estratégia de pesquisa combinou termos relativos a inteligência artificial, educação médica, competências e currículo. Foram incluídos referenciais que propunham domínios ou estruturas de competência em IA aplicáveis à formação médica, e excluídos trabalhos centrados exclusivamente no desempenho de modelos ou sem componente formativa. Da triagem resultaram nove referenciais internacionais, cujos domínios de competência foram extraídos, harmonizados e sintetizados na Tabela 1, classificando-se a força do consenso pela frequência com que cada domínio surgia nos nove referenciais (Forte: $\geq 5/9$; Moderado: $3 - 4/9$; Emergente: $\leq 2/9$). Esta classificação constitui uma convenção heurística baseada em contagem de frequências, e não uma medida formal de consenso. Os referenciais incluídos não são independentes entre si, citam-se mutuamente e utilizam metodologias heterogêneas (Delphi, *scoping review*, *opinion*

paper, position statement). Esta limitação é reconhecida na interpretação dos resultados.

A NECESSIDADE DE FORMAÇÃO EM IA NA MEDICINA

Os modelos de linguagem são usados para pesquisa de informação clínica e apoio à formulação de hipóteses diagnósticas; os sistemas de IA para a documentação clínica geram documentação durante a consulta; os sistemas de suporte à decisão estão presentes em múltiplas especialidades.^{15,16} A formação não acompanhou este ritmo de adoção. Em estudos recentes, 95% dos internos de Radiologia reconheciam a necessidade de formação em IA, mas 20% dos programas não ofereciam ensino formal. Em oncologia, 88% dos internos nunca tinham recebido formação estruturada na área.³ Em todos os momentos da carreira, clínicos exercem em locais onde ferramentas de IA são introduzidas sem que tenham sido preparados para as avaliar, supervisionar ou recusar as suas indicações.^{17,18}

A exposição passiva a ferramentas de IA sem enquadramento pedagógico incrementa o risco de *automation bias*.^{3,4} Estudos incluídos em revisões recentes sugerem que a assistência por IA pode melhorar temporariamente o desempenho em tarefas específicas, mas esse efeito não equivale necessariamente a uma aprendizagem sustentada, nem substitui formação estruturada.³ Há médicos jovens que relataram incapacidade para contestar raciocínios algorítmicos e incerteza sobre a atribuição de responsabilidade quando um *output* de IA contribuía para um erro clínico.⁷ Médicos seniores enfrentam os mesmos dilemas, frequentemente sem um enquadramento conceptual adequado para os identificar e discutir.¹⁷

A formação em IA deve ser encarada como um processo longitudinal, integrado desde a formação médica pré-graduada, estruturado durante o internato e mantido ao longo da vida profissional através de desenvolvimento profissional contínuo adaptado às ferramentas usadas em cada contexto clínico.¹⁸ As escolas médicas asseguram a formação médica pré-graduada, mas a responsabilidade pela manutenção e desenvolvimento da competência clínica ao longo da carreira tem sido tradicionalmente atribuída às ordens profissionais e colégios de especialidade.^{18,19}

O QUE DEVE SER ENSINADO: DOMÍNIOS DE COMPETÊNCIA

A questão do que ensinar tem sido abordada de forma independente por diferentes investigadores. O resultado é um conjunto de propostas com sobreposição parcial, tendo sido identificados nove referenciais relevantes para a formação médica pós-graduada em IA, produzidos entre 2022 e 2026 (Tabela 1).

A análise comparativa destes nove trabalhos apresenta concordância em seis domínios:

- (i) Literacia fundamental em IA: compreender os tipos de aprendizagem automática, como os modelos são treinados, que dados usam e o enquadramento regulatório em que operam, incluindo o Regulamento IA da UE.
- (ii) Avaliação crítica de ferramentas: avaliar a evidência que suporta uma ferramenta, identificar viés, compreender limitações de generalização e degradação de desempenho ao longo do tempo.
- (iii) Aplicação clínica segura: integrar os *outputs* de IA na decisão clínica com as indicações adequadas e reconhecer erros.
- (iv) Ética, direito e governação: o único domínio presente em todos os referenciais analisados, privacidade de dados, consentimento informado, viés algorítmico, responsabilidade distribuída e obrigações legais.
- (v) Comunicação com o doente sobre IA: explicar o uso de ferramentas de IA, gerir discrepâncias entre *outputs* algorítmicos e julgamento clínico, e preservar a autonomia do doente.
- (vi) Literacia de dados em saúde: compreender a proveniência, a qualidade e a representatividade dos dados clínicos, reconhecer o risco de enviesamento dos dados e a sua influência no desempenho e na generalização dos modelos.

Dos domínios acima descritos, quatro apresentam consenso moderado, presentes em três a quatro referenciais. O profissionalismo adaptativo corresponde à capacidade de manter responsabilidade clínica, julgamento independente, transparência e aprendizagem contínua quando sistemas de IA alteram papéis profissionais, fluxos de trabalho e distribuição de responsabilidade. A avaliação e a implementação institucional incluem validação local, monitorização de desempenho, gestão de risco e integração em circuitos clínicos. A colaboração multidisciplinar implica trabalho estruturado com profissionais de Engenharia, Ciência de Dados, Informática, Direito, Ética e Gestão. A ciência avançada de dados em saúde corresponde a uma compreensão mais aprofundada da proveniência dos dados, métricas de desempenho, validação externa e monitorização pós-implementação, sobretudo para médicos envolvidos na avaliação técnica de ferramentas. Dois domínios – inovação e liderança em IA, e conhecimento técnico avançado de aprendizagem automática – são menos consensuais.

Um dado transversal é a exclusão do conhecimento técnico avançado do currículo geral. Um estudo Delphi canadiano excluiu por consenso, em rondas sucessivas, competências como programação em Python, gradiente descendente

(método de optimização utilizado para minimizar o erro de um modelo), retropropagação (método de cálculo utilizado para ajustar os parâmetros de uma rede neuronal com base no erro obtido) e construção de modelos de *deep learning*.²³ Schubert *et al* propõem explicitamente que a maioria dos clínicos não necessita de codificar, mas de compreensão conceptual combinada com apreciação crítica.¹⁷

UMA PROPOSTA CURRICULAR EM TRÊS PATAMARES

O tipo de formação necessária em IA varia com o papel clínico. Schubert *et al* propõem três patamares de competência médica em IA com base no modelo *Technical Understanding, Critical Appraisal e Practical Application* (TUCAPA).¹⁷ O primeiro patamar, competências básicas, corresponde à capacidade prática de utilizar as ferramentas de IA adequadas ao contexto clínico e à especialidade. O segundo, competências proficientes, inclui a capacidade de avaliar criticamente a utilidade dos *outputs* de sistemas de IA e as suas implicações éticas. O terceiro, competências de perito, combina compreensão técnica aprofundada de aprendizagem automática com componentes clínicas, permitindo liderar inovação.

O Patamar 1 dirige-se a todos os médicos em formação pós-graduada e em prática clínica, e constitui a base mínima de competência transversal a todas as especialidades. Cobre cinco dos seis domínios de forte consenso identificados na Tabela 1: literacia fundamental em IA, avaliação crítica de ferramentas, aplicação clínica segura, ética/direito/governança e comunicação com o doente. O formato descrito na literatura inclui módulos assíncronos *online* combinados com sessões de caso clínico.^{18,20} Um programa-piloto de certificação administrado a 42 internos de Radiologia, em seis módulos *online* ao longo de quatro meses, registou uma subida da pontuação média na avaliação de conhecimentos de 37% para 73%, independentemente do ano de formação ou da familiaridade prévia com IA.²⁵ Este ganho de conhecimento, obtido num currículo estruturado de seis módulos, distingue-se da exposição passiva a ferramentas de IA, descrita anteriormente, que não produz a aquisição de competências. Importa reconhecer que ganhos em avaliação de conhecimentos não equivalem necessariamente a competências comportamentais validadas, uma limitação reconhecida pelos próprios autores. Um estudo pré- e pós-intervenção multi-institucional sobre a integração curricular de IA generativa na formação em informática em saúde demonstrou ganhos significativos em competências aplicadas.²⁶ A avaliação descrita na literatura inclui um questionário de escolha múltipla, reflexão estruturada sobre um caso clínico com IA e supervisão pedagógica intencional.^{15,16,20}

O Patamar 2 acrescenta ao Patamar 1 a literacia de dados em saúde, domínio de forte consenso, mas dirigido sobretudo a quem avalia e implementa sistemas de IA, e os domínios de consenso moderado: ciência avançada de dados em saúde, avaliação e implementação institucional, colaboração multidisciplinar e profissionalismo adaptativo.²⁷ A avaliação inclui a apreciação crítica de uma ferramenta de IA em uso real e uma proposta de implementação institucional.^{18,21} Cao *et al* propõem que apenas aos Patamares 2 e 3 seja atribuído suporte institucional estruturado e tempo protegido, devendo ser integrados em currículos existentes como Medicina Baseada na Evidência ou Qualidade e Segurança.¹⁹

O Patamar 3 corresponde a um percurso pós-internato para clínicos-investigadores e líderes institucionais. Cobre os domínios emergentes de inovação, liderança e conhecimento técnico avançado, e pressupõe parcerias com faculdades de Engenharia ou Ciência de Dados.^{17,28} Schubert *et al* propõem que este patamar seja atingido por duas vias: competência dual autónoma, com formação técnica aprofundada, ou colaboração estruturada entre clínicos proficientes e cientistas de aprendizagem automática.¹⁷

IMPLEMENTAÇÃO: ANÁLISE SWOT

A transição da proposta curricular para a prática clínica requer uma análise das condições de implementação. A literatura identifica fatores internos e externos relevantes para contextos como o português, sistematizados na Tabela 2.

A implementação sustentável da formação em IA exige estratégias adaptativas e integradas. Em vez de criar estruturas paralelas, a literatura sugere o reforço da capacitação de formadores, a integração transversal nos currículos existentes, a utilização de modelos digitais e modulares e a promoção da aprendizagem contínua ao longo da carreira médica (Tabela 3). Estas abordagens permitem transformar limitações estruturais em oportunidades de inovação educativa e modernização da formação médica.

DISCUSSÃO

Identificámos convergência em seis domínios de competência em IA presentes em cinco ou mais dos nove referenciais internacionais analisados. O domínio de ética, direito e governança obteve concordância em todos os referenciais analisados, dado raramente ser reportado noutras revisões da área, que habitualmente descrevem consenso parcial e fragmentado.^{4,10} Gordon *et al*, na maior revisão publicada sobre IA em educação médica, documentaram a

heterogeneidade dos currículos existentes e a necessidade urgente de orientação ética e estrutural, sem que tenha sido identificado um modelo curricular consensual.⁴

Uma revisão específica sobre competências em IA para a era da IA generativa publicada em 2026 por Hunt *et al*,³¹ identificou um conjunto convergente de domínios nucleares que se sobrepõe substancialmente aos domínios de forte consenso da Tabela 1, reforçando a validade transversal desta proposta curricular.

A estrutura curricular de três patamares adotada neste artigo distingue-se dos modelos disponíveis por não ser específica de uma especialidade. O *Artificial Intelligence Training in Postgraduate Family Medicine Education* (AIFM-ed), um currículo para educação pós-graduada em Medicina Geral e Familiar em IA, propõe um percurso de dois anos alinhado com o referencial canadiano CanMEDS de competências médicas, mas não oferece uma estrutura transversal a múltiplas especialidades nem diferencia por patamares de competência.¹⁸ O AIFM-ed¹⁸ e o *Digital Health Competencies in Medical Education Framework* (DECODE)²⁴ foram incluídos na síntese da Tabela 1 e utilizados para enriquecer a proposta curricular. Embora abranjam competências de saúde digital de forma mais ampla do que a literacia específica em IA, a sua inclusão reflete a convergência temática com os domínios nucleares identificados e a relevância para o contexto da formação pós-graduada. A proposta aqui apresentada, baseada no modelo TUCAPA [*technical understanding* (TU), *critical appraisal* (CA), *practical application* (PA)] de Schubert *et al*,¹⁷ enriquecida por elementos do *framework* de Russell *et al*,²² e do DECODE, aplica-se à generalidade da carreira médica e adapta-se a percursos profissionais distintos. Esta opção evita a criação de um currículo dependente de uma única especialidade ou de um único contexto institucional, permitindo uma estrutura transversal, escalável e ajustável a diferentes níveis de responsabilidade clínica, académica e organizacional.

O precedente institucional mais próximo é a declaração da Society of University Surgeons, que propõe competências em IA estruturadas por níveis (estudantes, internos, *fellows*) e atribui responsabilidades explícitas a corpos acreditadores, programas e instituições.² Este precedente sustenta o mandato da CPIA enquanto entidade habilitada a propor formação transversal.

A escassez de formadores com literacia em IA é uma barreira bem documentada e consistente na literatura.^{2,10,18} É também a que apresenta maior risco de persistir num contexto como o português, onde a concentração de competência técnica em IA se limita a poucos centros académicos. Nenhum dos referenciais analisados oferece uma solução validada para este problema, o que constitui uma lacuna de investigação relevante. A literatura recente sobre supervisão pedagógica do uso de IA por internos^{15,16,32} oferece princípios operacionais, incluindo a divulgação do uso de IA, a priorização do raciocínio observável e a definição de tarefas de execução exclusivamente humana, que podem ser adaptados ao contexto português.

Este trabalho apresenta várias limitações. A natureza narrativa desta revisão implica um potencial risco de viés na seleção e interpretação da literatura analisada. A maioria dos referenciais incluídos foi desenvolvida em contextos anglo-saxónicos e asiáticos com maior desenvolvimento tecnológico, podendo não refletir plenamente as condições de implementação em sistemas de saúde europeus de dimensão intermédia. Adicionalmente, os estudos de implementação disponíveis baseiam-se em amostras pequenas e em contextos de especialidade única, o que limita a generalização. Por fim, a rápida evolução tecnológica no domínio da IA implica que alguns dos referenciais analisados possam tornar-se parcialmente desatualizados a curto prazo.

A língua constitui uma limitação adicional relevante. A maioria dos referenciais e exemplos de implementação foi desenvolvida em contextos onde predominam modelos, documentação técnica e conjuntos de treino em inglês. Mesmo quando modelos generativos comunicam fluentemente em português, não é assegurado um desempenho equivalente em tarefas clínicas, educacionais ou comunicacionais realizadas em português europeu, nem a eliminação de riscos de envolvimento linguístico, cultural e organizacional. Esta limitação reforça a necessidade de validação local antes da integração de ferramentas de IA em processos clínicos ou formativos.

Estudos futuros deverão avaliar, em contexto português, a utilização real de ferramentas de IA por médicos internos e especialistas, as necessidades formativas por especialidade, o desempenho de modelos em português europeu e a eficácia de programas educativos estruturados. Será particularmente importante avaliar não apenas os ganhos de conhecimento, mas também as competências comportamentais, a segurança clínica, a capacidade de supervisão humana, a comunicação com o doente e o impacto nos fluxos de trabalho.

Esta agenda é coerente com os recursos da Organização Mundial da Saúde sobre IA em saúde, que sublinham a necessidade de integrar ética, direitos humanos, governação, avaliação de risco-benefício, monitorização de desempenho e responsabilidade institucional ao longo do ciclo de vida dos sistemas de IA.^{33,34} Assim, a formação médica em IA deve ser entendida não apenas como uma aquisição técnica individual, mas também como uma componente de governação clínica e institucional, articulando prática assistencial, academia, gestão, contratação, regulação e decisão política.

CONCLUSÃO

A literatura recente sugere uma convergência temática em seis domínios nucleares de competência em IA para médicos: literacia fundamental, avaliação crítica, aplicação clínica segura, ética/direito/governança, comunicação com o doente e literacia de dados em saúde. No contexto português, esta proposta oferece uma base conceptual para a discussão, validação e criação de um currículo nacional de competências em IA na formação médica pós-graduada.

AGRADECIMENTOS

Enquanto proposta institucional, este documento foi colocado à disposição da Comissão para a Inteligência Artificial (CPIA) da Ordem dos Médicos, cujos contributos foram integrados na versão final. A proposta deve ser entendida como base conceptual, sujeita a posterior validação por consenso multidisciplinar formal.

Os autores declaram que foram utilizados modelos de IA generativa para apoio à revisão linguística, semântica e editorial do manuscrito. Toda a interpretação científica, seleção crítica de referências, estrutura conceptual, redação final e conclusões são da responsabilidade exclusiva dos autores.

CONTRIBUTO DOS AUTORES

JF: Conceção do estudo, pesquisa da literatura, escrita e revisão crítica do manuscrito.

ARM, HD: Pesquisa da literatura, revisão crítica do manuscrito.

AVC: Conceção do estudo, revisão crítica do manuscrito.

Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não ter conflitos de interesse relacionados com o presente trabalho.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Este trabalho não recebeu qualquer tipo de suporte financeiro de nenhuma entidade no domínio público ou privado.

APROVAÇÃO ÉTICA E CONSENTIMENTO

Não aplicável. Este trabalho constitui uma revisão narrativa sem recolha de dados primários nem envolvimento de participantes humanos.

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Não foram gerados nem analisados conjuntos de dados neste trabalho. A estratégia de pesquisa está disponível mediante solicitação aos autores.

REFERÊNCIAS

1. Maddox TM, Embí P, Gerhart J, Goldsack J, Parikh RB, Sarich TC. Generative AI in Medicine - evaluating progress and challenges. NEJM. 2025;392:2479-83.
2. Kewalramani D, Jawa RS, Martin CA. Position statement from the society of University surgeons, surgical education committee: artificial intelligence in surgical training for medical students, residents, and fellows. Surgery. 2026;190:109849.
3. Verghese BG, Iyer C, Borse T, Cooper S, White J, Sheehy R. Modern artificial intelligence and large language models in graduate medical education: a scoping review of attitudes, applications & practice. BMC Med Educ. 2025;25:730.
4. Gordon M, Daniel M, Ajiboye A, Uraiby H, Xu NY, Bartlett R, et al. A scoping review of artificial intelligence in medical education: BEME Guide No. 84. Med Teach. 2024;46:446-70.
5. European Parliament and Council. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (artificial intelligence act). Off J Eur Union. 2024.
6. European Commission. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Artificial Intelligence (Digital Omnibus on AI). 2025. [consultado 2026 jun 07]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025PC0836>.
7. Zainal H, Chuan VT, Xiaohui X, Thumboo J, Yong FK. From principle to practice: developing a digital-age clinical artificial intelligence ethics competence framework through early-career doctors' experiences. Med Educ. 2026;60:1035-45.
8. Ke Y, Jin L, Ong JC, Thirunavukarasu AJ, Car J, Cheung CY, et al. AI-induced never-skilling in medical education. Nat Med. 2026;32:1997-2006.
9. Jassar S, Zhou Z, Leonard S, Youssef A, Probyn L, Kulasegaram K, et al. Educational competencies for artificial intelligence in radiology: a scoping review. Acad Radiol. 2025;32:5624-34.
10. Schuitmaker L, Drogé J, Benders M, Jongsma K. Physicians' required competencies in AI-assisted clinical settings: a systematic review. Br Med Bull. 2025;153:ldae025.
11. Gazquez-García J, Sánchez-Bocanegra CL, Sevillano JL. AI in the health sector: systematic review of key skills for future health professionals. JMIR Med Educ. 2025;11:e58161.
12. Ferraz-Costa G, Griné M, Oliveira-Santos M, Teixeira R. Performance of ChatGPT in the Portuguese national residency access examination. Acta Med Port. 2025;38:170-4.

13. Prazeres F. ChatGPT's performance on portuguese medical examination questions: comparative analysis of ChatGPT-3.5 Turbo and ChatGPT-4o Mini. *JMIR Med Educ.* 2025;11:e65108.
14. Serviços Partilhados do Ministério da Saúde. SPMS lança white paper "inteligência artificial nas organizações de saúde: implementação integrada, segura e ética". Lisboa: SPMS; 2025.
15. Abernethy J, Shah A, Chen B, Reynolds S, Wright SM, O'Rourke P. Integrating AI scribes into medical education: guardrails for preserving clinical reasoning. *J Gen Intern Med.* 2026;41:2598-602.
16. Giordano J, Jones E. AI scribe use in residency training: a call for specialty society guidance in graduate medical education. *Adv Med Educ Pract.* 2026;17:1-4.
17. Schubert T, Oosterlinck T, Stevens RD, Maxwell PH, van der Schaar M. AI education for clinicians. *EClinicalMedicine.* 2025;79:102968.
18. Tolentino R, Hersson-Edery F, Yaffe M, Abbasgholizadeh-Rahimi S. AIFM-ed curriculum framework for postgraduate family medicine education on artificial intelligence: mixed methods study. *JMIR Med Educ.* 2025;11:e66828.
19. Cao W, Zhang Q, Liu J, Liu S. From agents to governance: essential ai skills for clinicians in the large language model era. *J Med Internet Res.* 2026;28:e86550.
20. Liaw W, Kueper JK, Lin S, Bazemore A, Kakadiaris I. Competencies for the use of artificial intelligence in primary care. *Ann Fam Med.* 2022;20:559-63.
21. Çalıřkan SA, Demir K, Karaca O. Artificial intelligence in medical education curriculum: an e-delphi study for competencies. *PLoS One.* 2022;17:e0271872.
22. Russell RG, Lovett Novak L, Patel M, Garvey KV, Craig KJ, Jackson GP, et al. Competencies for the use of artificial intelligence-based tools by health care professionals. *Acad Med.* 2023;98:348-56.
23. Singla R, Pupic N, Ghaffarizadeh SA, Kim C, Hu R, Forster BB, et al. Developing a canadian artificial intelligence medical curriculum using a delphi study. *NPJ Digit Med.* 2024;7:323.
24. Car J, Ong QC, Erlih Fox T, Leightley D, Kemp SJ, řvab I, et al. The digital health competencies in medical education framework. *JAMA Netw Open.* 2025;8:e2453131.
25. Finkelstein M, Ludwig K, Kamath A, Halton KP, Mendelson DS. The impact of an artificial intelligence certificate program on radiology resident education. *Acad Radiol.* 2024;31:4709-14.
26. Seba F, Isola M, Mills L, Zalake M, Krive J. incorporating generative ai into a health informatics curriculum to build 21st century competencies: multisite pre-post study. *JMIR Med Inform.* 2025;13:e76507.
27. Tolentino R, Baradaran A, Gore G, Pluye P, Abbasgholizadeh-Rahimi S. Curriculum frameworks and educational programs in artificial intelligence for medical students, residents, and practicing physicians: a scoping review protocol. *JBI Evid Synth.* 2023;21:1477-84.
28. Triola MM, Rodman A. Integrating generative artificial intelligence into medical education: curriculum, policy, and governance strategies. *Acad Med.* 2025;100:413-8.
29. Aboy M, Minssen T, Vayena E. Navigating the EU ai act: implications for regulated digital medical products. *NPJ Digit Med.* 2024;7:1-6.
30. Saroha S. Artificial intelligence in medical education: promise, pitfalls, and practical pathways. *Adv Med Educ Pract.* 2025;16:1039-46.
31. Hunt VM, Sprehe LK, de Lomba WC. What the AI era doctor should know: a scoping review of proposed artificial intelligence competencies for medical education. *NPJ Digit Med.* 2026. (in press). doi:10.1038/s41746-026-02761-9.
32. Preiksaitis C. Supervising Resident ai use without losing the learning. *J Grad Med Educ.* 2026;18:12-5.
33. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: WHO; 2021.
34. World Health Organization. Regulatory considerations on artificial intelligence for health. Geneva: WHO; 2023.

Tabela 1 – Domínios de competência em inteligência artificial para formação médica pós-graduada: síntese de nove referenciais internacionais (2022–2026)

#	DOMÍNIO DE COMPETÊNCIA	LIAW 2022 ²⁰	ÇALIŞKAN 2022 ²¹	RUSSELL et al 2023 ²²	SINGLA et al 2024 ²³	SCHUBERT 2025 ¹⁷	CAR 2025 ²⁴	TOLENTINO 2025 ¹⁸	ZAINAL 2026 ⁷	CAO 2026 ¹⁹	TOTAL (/9)
1	Literacia fundamental em IA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	7/9 (Forte)
2	Avaliação crítica de ferramentas de IA	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	—	7/9 (Forte)
3	Aplicação clínica segura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	7/9 (Forte)
4	Ética, direito e governação	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/9 (Forte)
5	Comunicação com o doente sobre IA	✓	—	✓	✓	—	✓	✓	✓	—	6/9 (Forte)
6	Literacia de dados em saúde	—	✓	✓	✓	✓	—	—	—	✓	5/9 (Forte)
7	Profissionalismo adaptativo	—	—	✓	—	—	✓	✓	✓	—	4/9 (Moderado)
8	Avaliação e implementação institucional	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	✓	4/9 (Moderado)
9	Colaboração multidisciplinar	—	—	—	✓	✓	—	✓	—	—	3/9 (Moderado)
10	Ciência de dados em saúde (avanzado)	—	—	—	—	✓	✓	—	—	✓	3/9 (Moderado)
11	Inovação e liderança em IA	—	—	—	—	✓	—	—	—	✓	2/9 (Emergente)
12	Conhecimento técnico avanzado de ML [†]	—	—	—	[—]	✓	—	—	—	—	1/9 (Emergente)

[†] Domínio 12 listado por completeude.
O consenso Delphi de Singla et al, 2024²³ excluiu explicitamente programação, retropropagação e construção de modelos de *deep learning* do currículo médico geral; o *framework* de Russell et al, 2023²² inclui apreciação técnica conceptual.
Marcação [—] indica que o domínio foi explicitamente excluído por consenso.
Forte: ≥ 5/9 referenciais; Moderado: 3 - 4/9; Emergente: ≤ 2/9.

Tabela 2 – Análise SWOT para implementação de formação em IA na medicina pós-graduada

	FATORES FAVORÁVEIS	FATORES DESFAVORÁVEIS
INTERNOS	Forças/ <i>Strengths</i>	Fraquezas/ <i>Weaknesses</i>
	- Alta procura por formação.⁷ - Existência de referenciais de competência validados e adaptáveis (Tabela 1). - Mandato institucional da CPIA/Ordem dos Médicos para coordenar formação profissional. - Formatos de baixo custo disponíveis, módulos <i>online</i> assíncronos testados com resultados positivos.²⁵	- Currículos de internato já densos, com espaço curricular limitado para novos conteúdos.¹⁸ - Escassez de formadores com literacia em IA na maioria das especialidades.¹⁸ - Ausência de instrumentos de avaliação validados para competências em IA.⁹ - Variabilidade de recursos e infraestrutura entre instituições e regiões.⁹
EXTERNOS	Oportunidades/ <i>Opportunities</i>	Ameaças/ <i>Threats</i>
	A incerteza ética, regulatória e médico-legal pode aumentar a procura por formação estruturada e por orientação profissional.	- Opacidade de alguns sistemas de IA (<i>black-box</i>), dificultando explicabilidade, auditoria e responsabilização clínica. - Ausência ou reduzida disponibilidade de modelos em português europeu e validados para a prática clínica nacional. - Incerteza ética e médico-legal quanto à responsabilidade profissional por <i>outputs</i> de IA pode funcionar como barreira à adoção generalizada.
	- Regulamento IA da UE cria obrigação institucional de assegurar literacia adequada em IA entre profissionais que operam ou utilizam sistemas de IA em contexto clínico.²⁹ - Crescente disponibilidade de recursos educativos de acesso livre e custo reduzido.³ - Experiências internacionais documentadas e replicáveis em múltiplas especialidades.^{25,26} - Janela política favorável, IA em saúde na agenda nacional e europeia.	- Ritmo de evolução tecnológica exige atualização curricular contínua.¹⁸ - Introdução de ferramentas de IA sem formação prévia aumenta o risco de <i>automation bias</i> e <i>deskilling</i>.^{3,25} - Fragmentação institucional dificulta padronização nacional.^{9,18} - Resistência de formadores sem literacia em IA à mudança curricular.^{2,30}

Tabela 3 – Estratégias para implementação da formação em IA na medicina pós-graduada

DESAFIO IDENTIFICADO	ESTRATÉGIAS PROPOSTAS	BENEFÍCIOS ESPERADOS
ESCASSEZ DE FORMADORES COM LITERACIA EM IA	Desenvolvimento de programas de formação de formadores. Parcerias com instituições académicas, nomeadamente nas áreas da Engenharia, Ciência de Dados e Informática Médica. Adaptação de recursos educativos internacionais ao contexto nacional e local.	Expansão da capacidade formativa. Desenvolvimento de competências locais. Maior sustentabilidade institucional.
INTEGRAÇÃO CURRICULAR EM PROGRAMAS DE INTERNATO JÁ DENSOS	Incorporação de conteúdos de IA em áreas formativas já existentes. Integração da IA em domínios como medicina baseada na evidência, qualidade, segurança do doente, ética e gestão clínica. Evitar a criação de blocos formativos isolados e desconectados da prática clínica.	Redução da sobrecarga curricular. Maior integração com a prática clínica. Aprendizagem mais contextualizada e relevante.
NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO CONTÍNUA	Desenvolvimento de modelos formativos modulares e flexíveis. Criação de conteúdos digitais facilmente atualizáveis. Promoção de aprendizagem ao longo da vida através de plataformas <i>online</i> e programas de formação contínua.	Atualização rápida perante a evolução tecnológica. Maior acessibilidade formativa. Formação contínua adaptada à prática profissional.