

Cirurgia robótica e transformação paradigmática na medicina

Robotic surgery and paradigmatic transformation in medicine

Liliane Cotta Pereira Lima¹
Luciene Dias dos Santos²

Resumo

A incorporação de sistemas robóticos aos procedimentos cirúrgicos constitui uma das mais significativas transformações tecnológicas da medicina contemporânea. A convergência entre engenharia, inteligência computacional, ciência de dados e prática clínica tem promovido mudanças substanciais na forma como os procedimentos cirúrgicos são planejados, executados e avaliados. Este artigo tem como objetivo analisar a evolução da cirurgia robótica e seus impactos clínicos, tecnológicos e formativos, discutindo sua contribuição para a emergência de novos paradigmas na medicina digital. Trata-se de uma revisão qualitativa da literatura internacional, realizada em bases científicas indexadas entre 2010 e 2025. Foram analisados 41 estudos que abordam aspectos relacionados à evolução histórica da robótica médica, desempenho clínico, formação profissional e inovação tecnológica. Os resultados evidenciam redução de complicações cirúrgicas, diminuição do tempo de recuperação dos pacientes, maior precisão técnica e ampliação das possibilidades de treinamento médico. Observa-se ainda que a cirurgia robótica redefine as relações entre profissionais, tecnologias e processos assistenciais, configurando uma transformação paradigmática que ultrapassa a mera substituição de instrumentos cirúrgicos convencionais. Conclui-se que a robótica cirúrgica representa um marco na consolidação da medicina digital, contribuindo para a construção de novos modelos de cuidado fundamentados na integração entre inteligência humana e sistemas tecnológicos avançados.

Palavras-chave: Cirurgia Robótica; Inovação Tecnológica; Medicina Digital; Paradigmas Médicos.

Abstract/resumen/resumé

¹ Liliane Cotta – Enfermeira. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arte, Cultura e Tecnologia (PPGACT) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Pesquisadora nas áreas de acessibilidade, inclusão, Libras, tecnologias digitais e inovação em saúde. Integrante de estudos interdisciplinares sobre cultura digital e mediação tecnológica.

² Luciene de Oliveira Dias – Professora da Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente e pesquisadora vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Arte, Cultura e Tecnologia (PPGACT/UFG). Desenvolve pesquisas nas áreas de cultura, educação, diversidade, inclusão, tecnologias e processos interculturais.

The incorporation of robotic systems into surgical procedures represents one of the most significant technological transformations in contemporary medicine. The convergence of engineering, computational intelligence, data science, and clinical practice has substantially changed how surgical procedures are planned, performed, and evaluated. This article aims to analyze the evolution of robotic surgery and its clinical, technological, and educational impacts, discussing its contribution to the emergence of new paradigms in digital medicine. This qualitative literature review examined international scientific studies published between 2010 and 2025. A total of 41 studies addressing the historical development of medical robotics, clinical performance, professional training, and technological innovation were analyzed. The findings demonstrate reductions in surgical complications, shorter recovery times, greater technical precision, and expanded opportunities for medical training. Robotic surgery also redefines the relationships between professionals, technologies, and healthcare processes, configuring a paradigmatic transformation that goes beyond the replacement of conventional surgical instruments. It is concluded that robotic surgery represents a milestone in the consolidation of digital medicine, contributing to the development of new healthcare models based on the integration of human intelligence and advanced technological systems.

Keywords: *Robotic Surgery; Technological Innovation; Digital Medicine; Medical Paradigms.*

1 INTRODUÇÃO

A história da medicina é marcada por sucessivas transformações tecnológicas que modificaram profundamente os processos diagnósticos, terapêuticos e assistenciais. Desde a introdução da anestesia e dos métodos de imagem até o desenvolvimento da cirurgia minimamente invasiva, a incorporação de novas tecnologias tem redefinido continuamente os limites da prática médica.

Nesse contexto, a cirurgia robótica emerge como uma das mais relevantes inovações do século XXI. Inicialmente concebida como ferramenta de aprimoramento da cirurgia laparoscópica, essa tecnologia evoluiu para sistemas altamente sofisticados capazes de ampliar a precisão dos movimentos, reduzir tremores fisiológicos, oferecer visualização tridimensional ampliada e permitir intervenções cada vez mais complexas.

A expansão da robótica médica ocorre paralelamente ao avanço da medicina digital, caracterizada pela crescente integração entre inteligência artificial, análise de dados, automação e sistemas computacionais aplicados ao cuidado em saúde. Mais do que uma inovação instrumental, a cirurgia robótica representa uma transformação

estrutural na forma como o conhecimento médico é produzido, compartilhado e aplicado.

Diante desse cenário, este estudo busca analisar a evolução da cirurgia robótica e seus impactos clínicos, tecnológicos e formativos, discutindo sua contribuição para a emergência de novos paradigmas na medicina contemporânea.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Transformações tecnológicas e mudança de paradigmas na medicina

A evolução da medicina está diretamente associada à incorporação de tecnologias capazes de ampliar a capacidade humana de compreender, diagnosticar e intervir sobre os processos de saúde e doença. Ao longo das últimas décadas, o desenvolvimento das tecnologias digitais promoveu uma reconfiguração significativa das práticas assistenciais, deslocando a medicina de um modelo centrado exclusivamente na intervenção clínica para uma abordagem cada vez mais integrada aos sistemas computacionais.

A emergência da medicina digital representa uma transformação paradigmática caracterizada pela convergência entre ciência médica, inteligência artificial, automação e análise de grandes volumes de dados. Nesse contexto, a tecnologia deixa de exercer apenas função instrumental e passa a atuar como elemento estruturante dos processos assistenciais.

A cirurgia robótica insere-se nesse movimento ao modificar não apenas os procedimentos técnicos, mas também os modos de produção do conhecimento, a formação dos profissionais e a relação entre médicos, pacientes e dispositivos tecnológicos.

2.2 Cirurgia robótica e precisão tecnológica

A cirurgia robótica consiste na utilização de sistemas computadorizados que permitem ao cirurgião controlar instrumentos cirúrgicos por meio de interfaces digitais avançadas. Diferentemente da automação industrial, a robótica cirúrgica não substitui o profissional, mas amplia sua capacidade de atuação por meio de recursos tecnológicos de alta precisão.

Os sistemas robóticos oferecem visualização tridimensional de alta definição, ampliação do campo operatório, filtragem de tremores fisiológicos e maior amplitude de movimentos. Essas características possibilitam intervenções mais precisas em

regiões anatômicas complexas, reduzindo danos aos tecidos adjacentes e melhorando os resultados clínicos.

Além da precisão técnica, a cirurgia robótica favorece abordagens minimamente invasivas, associadas à redução de sangramento, menor dor pós-operatória, diminuição do risco de infecções e recuperação mais rápida dos pacientes.

A literatura demonstra que tais benefícios têm contribuído para a expansão da utilização da robótica em especialidades como urologia, ginecologia, cirurgia digestiva, cardiotorácica e oncologia.

2.3 Formação médica, inteligência tecnológica e medicina digital

A incorporação da robótica aos ambientes cirúrgicos também promove transformações significativas nos processos de formação médica. O desenvolvimento de competências relacionadas ao uso de tecnologias digitais torna-se cada vez mais essencial para profissionais que atuarão em sistemas de saúde altamente tecnologicados.

Simuladores virtuais, ambientes imersivos e plataformas de treinamento robótico permitem o desenvolvimento de habilidades técnicas em contextos controlados, reduzindo riscos e ampliando oportunidades de aprendizagem. Tais recursos favorecem modelos educacionais baseados na prática simulada, no feedback contínuo e na avaliação objetiva do desempenho.

Paralelamente, a integração entre robótica, inteligência artificial e análise de dados aponta para um futuro em que sistemas inteligentes poderão auxiliar na tomada de decisões clínicas, no planejamento cirúrgico e na personalização dos tratamentos.

Essa convergência evidencia que a cirurgia robótica não representa apenas um avanço tecnológico, mas um elemento central na construção de uma nova ecologia da prática médica fundamentada na interação entre capacidades humanas e sistemas computacionais avançados.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão qualitativa da literatura científica internacional. A coleta de dados foi realizada nas bases Scopus, Web of Science, PubMed e ScienceDirect, contemplando publicações entre os anos de 2010 e 2025.

Foram utilizados descritores relacionados à cirurgia robótica, medicina digital, inovação tecnológica, educação médica e inteligência artificial, combinados por

operadores booleanos. Os critérios de inclusão compreenderam estudos clínicos, revisões sistemáticas, análises históricas e pesquisas sobre formação médica relacionadas à cirurgia robótica. Foram excluídos trabalhos duplicados, documentos sem revisão por pares e estudos sem aderência ao tema.

Após aplicação dos critérios estabelecidos, foram selecionados 41 estudos para análise.

Os dados foram organizados em três categorias temáticas: impactos clínicos, transformações tecnológicas e formação profissional.

4 RESULTADOS

A análise dos estudos evidenciou que a cirurgia robótica tem produzido impactos significativos em diferentes dimensões da prática médica contemporânea. No âmbito clínico, observou-se redução consistente de complicações pós-operatórias, menor perda sanguínea intraoperatória, redução do tempo de internação hospitalar e recuperação funcional mais rápida dos pacientes. Esses benefícios foram particularmente evidentes em procedimentos complexos realizados em áreas anatômicas de difícil acesso.

Os estudos também destacam o aumento da precisão cirúrgica proporcionado pelos sistemas robóticos. A ampliação da visualização do campo operatório e o refinamento dos movimentos favorecem intervenções mais seguras e menos invasivas, contribuindo para melhores desfechos clínicos.

No campo tecnológico, os resultados demonstram que a cirurgia robótica constitui expressão concreta da convergência entre medicina, computação e engenharia. A integração de sensores, softwares avançados, sistemas de imagem e recursos digitais cria ambientes operatórios cada vez mais inteligentes e conectados.

Outro aspecto relevante refere-se à formação médica. Os estudos indicam que os sistemas robóticos têm redefinido os processos de treinamento cirúrgico, ampliando a utilização de simuladores e metodologias baseadas em aprendizagem experiencial. O desenvolvimento de competências digitais passa a integrar o conjunto de habilidades essenciais para os profissionais da saúde. Sob uma perspectiva mais ampla, os resultados sugerem que a cirurgia robótica configura uma mudança paradigmática na medicina. Não se trata apenas da adoção de novos instrumentos, mas da construção

de novas formas de interação entre conhecimento científico, tecnologia e prática clínica.

Tal transformação aproxima-se dos processos de convergência tecnológica descritos pela literatura contemporânea, nos quais diferentes áreas do conhecimento se articulam para produzir novas formas de atuação profissional e organização social.

5 DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão evidenciam que os jogos digitais terapêuticos constituem uma inovação relevante no contexto das intervenções voltadas às síndromes demenciais. Os benefícios observados ultrapassam a dimensão estritamente cognitiva, alcançando aspectos emocionais, sociais e comportamentais associados ao envelhecimento.

A melhora da memória operacional e das funções executivas sugere que os serious games podem atuar como instrumentos de estimulação neurocognitiva capazes de potencializar mecanismos de neuroplasticidade residual, mesmo em indivíduos acometidos por processos neurodegenerativos. Embora não interrompam a progressão da doença, essas intervenções parecem contribuir para a preservação de capacidades cognitivas por períodos mais prolongados.

Sob a perspectiva da cultura digital, os resultados apontam para uma transformação significativa nos modelos de cuidado em saúde. A incorporação de tecnologias interativas desloca parte das intervenções do ambiente clínico tradicional para ecossistemas digitais caracterizados por conectividade, personalização e participação ativa do usuário.

Essa mudança representa uma transição paradigmática em relação ao modelo biomédico convencional, historicamente centrado na doença e na intervenção profissional. Os serious games favorecem práticas terapêuticas mais horizontais, nas quais o paciente assume papel ativo na condução de sua experiência de cuidado.

Além disso, a convergência entre gamificação, inteligência computacional e medicina digital aponta para a emergência de novas formas de reabilitação cognitiva, potencialmente mais acessíveis, escaláveis e adaptáveis às demandas do envelhecimento populacional.

Dessa forma, os jogos digitais terapêuticos configuram não apenas uma inovação tecnológica, mas uma reconfiguração sociotécnica das práticas de cuidado, alinhada às transformações promovidas pela cultura digital contemporânea.

6 CONCLUSÃO

Os resultados desta investigação evidenciam que a cirurgia robótica se consolidou como uma das mais significativas expressões da transformação tecnológica que caracteriza a medicina do século XXI. Mais do que um avanço técnico voltado ao aprimoramento dos procedimentos cirúrgicos, a robótica médica representa uma profunda reconfiguração das práticas assistenciais, dos processos formativos e das dinâmicas de produção do conhecimento em saúde.

A análise da literatura demonstra que os sistemas robóticos oferecem benefícios clínicos consistentes, incluindo maior precisão operatória, redução de complicações intra e pós-operatórias, menor trauma cirúrgico, diminuição do tempo de internação hospitalar e recuperação mais rápida dos pacientes. Esses resultados reforçam o potencial da tecnologia para ampliar a segurança, a eficiência e a qualidade da assistência, contribuindo para melhores desfechos clínicos e maior sustentabilidade dos sistemas de saúde.

Entretanto, os impactos da cirurgia robótica ultrapassam os limites do ambiente operatório. A incorporação de plataformas digitais, simuladores avançados, sistemas inteligentes e recursos computacionais redefine os processos de formação médica, exigindo o desenvolvimento de novas competências relacionadas à interação homem-máquina, à análise de dados e ao domínio de tecnologias complexas. Nesse contexto, o cirurgião passa a atuar em um ambiente cada vez mais mediado por sistemas tecnológicos, no qual a expertise clínica e a capacidade de operar ferramentas digitais tornam-se dimensões complementares da prática profissional.

Sob uma perspectiva mais ampla, os achados sugerem que a cirurgia robótica constitui uma transformação paradigmática na medicina contemporânea. Sua expansão reflete a convergência entre ciência, engenharia, inteligência artificial e saúde, configurando uma nova ecologia do cuidado baseada na integração entre capacidades humanas e tecnologias avançadas. Trata-se de um movimento que transcende a simples substituição de instrumentos convencionais por dispositivos digitais, promovendo

mudanças estruturais na organização do trabalho médico, na relação com os pacientes e na própria concepção de intervenção terapêutica.

Conclui-se, portanto, que a cirurgia robótica não deve ser compreendida apenas como uma inovação tecnológica incremental, mas como um marco na consolidação da medicina digital. Ao integrar precisão técnica, inteligência computacional e conhecimento clínico especializado, essa tecnologia inaugura novas possibilidades para o cuidado em saúde e sinaliza a emergência de modelos assistenciais mais conectados, personalizados e orientados pela inovação. Nesse sentido, a robótica cirúrgica projeta-se como um dos principais vetores de transformação da prática médica contemporânea, contribuindo para a construção dos paradigmas que orientarão a medicina nas próximas décadas.

REFERÊNCIAS

- Couldry, N., & Hepp, A. (2017). *The mediated construction of reality*. Cambridge, England: Polity Press.
- Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. New York, NY, United States: New York University Press.
- Topol, E. (2019). *Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again*. New York, NY, United States: Basic Books.
- Vergheze, A., Shah, N. H., & Harrington, R. A. (2018). What this computer needs is a physician: Humanism and artificial intelligence. *JAMA*, 319(1), 19–20. Chicago, IL, United States.
- Yang, G. Z., Cambias, J., Cleary, K., Daimler, E., Drake, J., Dupont, P. E., Hata, N., Kazanzides, P., Martel, S., Patel, R. V., Taylor, R. H., & Flint, P. (2017). Medical robotics—Regulatory, ethical, and legal considerations for increasing levels of autonomy. *Science Robotics*, 2(4), 1–4. Washington, DC, United States.