



CAPITULO V

PERSPECTIVAS FUTURAS

Autores:

Karlene Thayane Barros da Silva Elleres
Edson Yuzur Yasojima
José Maciel Caldas dos Reis
Gabriel Novais Guilherme

1 - AVANÇOS TECNOLÓGICOS

INTEGRAÇÃO COM REALIDADE AUMENTADA (RA)

Sobreposição em tempo real

Utilizando RA, os cirurgiões poderiam ver sobreposições digitais em pacientes reais ou em manequins, que fornecem informações detalhadas sobre a anatomia interna, alerta de proximidade de tecidos delicados, e guia para inserção de stents.

Simulação em ambiente real

Equipamentos de RA poderiam ser usados no centro cirúrgico, permitindo que cirurgiões iniciantes pratiquem sob supervisão de mentores com projeções didáticas e instruções sutis.

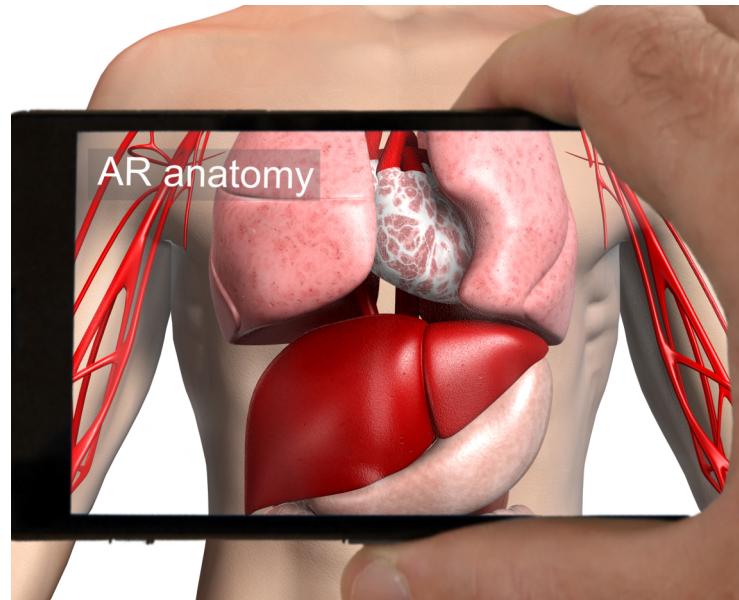


Figura 19 – Demonstração do uso de realidade aumentada por meio de dispositivo móvel. A câmera do celular, ao ser direcionada ao corpo, projeta em tempo real a visualização dos órgãos internos, permitindo exploração anatômica interativa e educativa com alto grau derealismo

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Análise de desempenho avançada

Algoritmos de IA poderiam avaliar automaticamente o desempenho dos usuários, reconhecendo padrões em seus movimentos e oferecendo feedback instantâneo e recomendações personalizadas para melhorar as habilidades.

Adaptação em tempo real

A IA poderia ajustar automaticamente o nível de dificuldade baseando-se no desempenho do usuário, simulando complicações específicas se o cirurgião se mostra capaz, ou fornecendo assistência adicional quando detecta dificuldades.

Assistência cirúrgica virtual:

Um assistente baseado em IA que fornece comentários oportunos, esclarece dúvidas durante o procedimento, e sugere correções de técnica em tempo real.

DISPOSITIVOS DE FEEDBACK SENSORIAL

Feedback tátil aprimorado

Pulsos eletromagnéticos e resistências dinâmicas recriam variações complexas no tecido humano, ajudando a diferenciar entre vasos sanguíneos e tecidos circundantes.

Feedback auditivo e olfativo

Sons realistas, como os de instrumentos em interação com stents ou vasos, e até mesmo simulação de odores operacionais, imergem o usuário em um cenário mais realista.

FERRAMENTAS COLABORATIVAS E SOCIAIS

Sistemas de rede

Treinamentos multiusuários em ambiente simulado com capacidade para ampliar o senso de equipe, coordenação e sincronização em procedimentos complexos.

Compartilhamento de sessões e dados

Permite a gravação, avaliação e compartilhamento de técnicas, erros e acertos com mentores ou colegas, criando uma comunidade de aprendizagem colaborativa e contínua.

PERSONALIZAÇÃO DO PACIENTE E CENÁRIO

Banco de dados de casos reais

Integração com bases de dados médicas reais para gerar cenários baseados em tendências atuais, proporcionando experiências realísticas e aplicáveis a situações realísticas no setor de saúde.

Perfis anatômicos

A capacidade de modificar virtualmente as características de um paciente para representar variações raras ou comuns, como diferentes formas e tamanhos de aneurismas.

Ao integrar essas tecnologias, o simulador de EVAR de próxima geração poderia tornar-se não apenas um dispositivo de treinamento, mas uma plataforma abrangente para educação médica continua, que promove habilidades essenciais de tomada de decisão e simulação de práticas cirúrgicas complexas.

2 - IMPACTO DA RA E IA NA EDUCAÇÃO MÉDICA

A implementação de simuladores avançadas – com realidade aumentada (RA) e inteligência artificial (IA) - pode revolucionar a maneira como os médicos e cirurgiões são formados e preparados, trazendo inúmeras melhorias às metodologias tradicionais de ensino e preparando o médico para enfrentar desafios.

O uso de realidade aumentada cria um ambiente de aprendizado extremamente realista. Isso permite que médicos experimentem diversos cenários que eles podem não encontrar frequentemente na prática regular, facilitando a preparação para situações críticas ou complexas. Médicos recém formados e residentes podem ser expostos a situações de alta pressão levando a aprender a

gerenciar o estresse e a pensar rapidamente antes de sintomas críticos.

A inteligência artificial (IA) pode adaptar o conteúdo de treinamento ao nível de habilidade específico de cada indivíduo, o que personaliza a curva de aprendizado para maximizar a eficácia do treinamento. Isso permite a médicos e estudantes a flexibilidade de avaliar seu próprio progresso e identificar áreas para melhoria, aumentando a autonomia no crescimento profissional.

Com o uso de simuladores baseados em IA e RA, médicos em regiões remotas ou com acesso limitado a mentores experientes podem ter acesso a treinamentos de alta qualidade, o que democratiza o aprendizado e amplia o alcance do treinamento médico.

Através de plataformas simuladas conectadas, médicos em diferentes partes do mundo podem colaborar, compartilhar práticas e debater estratégias em tempo real em ambientes simulados.

Em uma era de rápidas inovações, os médicos podem atualizar suas práticas profissionais facilmente através do uso de ambientes de simulação que reproduzem casos reais. A incorporação de tecnologia avançada no treinamento médico cria profissionais melhor preparados, flexíveis e inovadores, que estão aptos para tratar os desafios que surgem em um campo sempre em evolução.

REFERÊNCIAS

- AURELLO, P.; PACE, M.; GOGLIA, M.**; et al. Enhancing surgical education through artificial intelligence in the era of digital surgery. *The American Surgeon*, 2 jun. 2025. Publicação eletrônica antecipada. DOI: 10.1177/00031348251346539.
- CHATHA, W. A.** From scalpel to simulation: reviewing the future of cadaveric dissection in the upcoming era of virtual and augmented reality and artificial intelligence. *Cureus*, v. 16, n. 10, e71578, 16 out. 2024. DOI: 10.7759/cureus.71578.
- NIELSEN, C. A.; LÖNN, L.; KONGE, L.**; et al. Simulation-based virtual-reality patient-specific rehearsal prior to endovascular procedures: a systematic review. *Diagnostics (Basel)*, v. 10, n. 7, p. 500, 20 jul. 2020. DOI: 10.3390/diagnostics10070500.
- SUN, Z.; WONG, Y. H.; YEONG, C. H.** Patient-Specific 3D-Printed Low-Cost Models in Medical Education and Clinical Practice. *Micromachines (Basel)*. v. 14, n. 2, p. 464, 16 fev. 2023. DOI: 10.3390/mi14020464.