



CAPÍTULO IV

O PAPEL DA SIMULAÇÃO NO TREINAMENTO MÉDICO

Autores:

Karlene Thayane Barros da Silva Elleres
Edson Yuzur Yasojima
José Maciel Caldas dos Reis
Kelly Cristina Costa Guedes Nascimento

1 - HISTÓRICO DA SIMULAÇÃO EM MEDICINA

A simulação médica tem evoluído consideravelmente ao longo dos anos, acompanhando os avanços tecnológicos e as necessidades educacionais do campo médico. Vamos explorar essa evolução, desde os primeiros modelos até as tecnologias mais avançadas.

PRIMEIROS MODELOS DE SIMULADORES

⌚
1958

Neste ano, o norueguês Asmund Laerdal criou o Resusci Anne, o primeiro manequim realista para treinamento em ressuscitação cardiopulmonar (RCP), inspirado por uma experiência pessoal com seu filho. Em parceria com os médicos Peter Safar e Bjorn Lind, Laerdal

desenvolveu um simulador capaz de fornecer feedback em tempo real sobre compressões e ventilação, contribuindo significativamente para a formação em técnicas de salvamento. A iniciativa marcou um avanço importante na educação em primeiros socorros, aliando realismo e eficácia no ensino da RCP.



Figura 14 – Simulador Resusci Anne, modelo clássico desenvolvido em 1958 para treinamento em reanimação cardiopulmonar. Considerado um marco no ensino de suporte básico de vida. Imagem: reprodução via Google.

⌚
1960

Criado por Judson Denson e Stephen Abrahamson, Sim One

foi um dos primeiros simuladores médicos computacionais e eletrônicos desenvolvidos para o treinamento de anestesiologia. Este foi um passo significativo na aplicação de tecnologia em simulação médica.

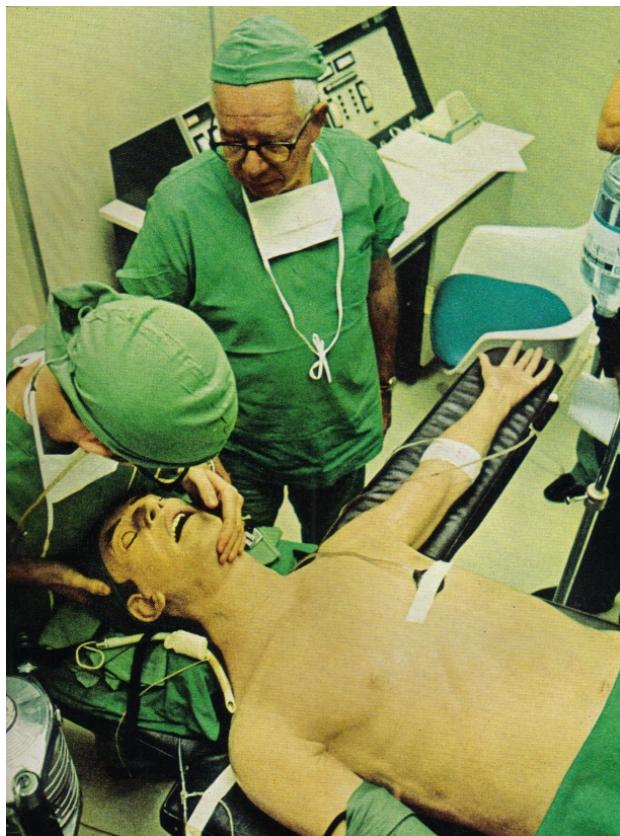


Figura 15 – Simulador SIM ONE, desenvolvido na década de 1960, considerado o primeiro manequim computadorizado capaz de simular sinais vitais e respostas fisiológicas humanas. Imagem: reprodução via Google.

1990

Surgem programas que utilizam atores treinados a fim de representar pacientes em cenários de simulação.

Em paralelo, a simulação cirúrgica avançou com a introdução dos treinadores laparoscópicos e simuladores de computadores para procedimentos minimamente invasivos.



Figura 16 – Componentes utilizados em simuladores laparoscópicos para treinamento cirúrgico: pinças, tesouras, modelos anatômicos para treinamento de sutura. Materiais que permitem a simulação de procedimentos minimamente invasivos com foco no desenvolvimento da coordenação motora do cirurgião.

1970 - 1980

Com a evolução da computação, surgiram mais simuladores avançados, incluindo uso de softwares para imitar condições médicas críticas e cenários de emergência.

2000 em diante

O desenvolvimento de tecnologias de realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA) transformou a simulação médica. Estes sistemas fornecem ambien-

tes 3D interativos onde procedimentos complexos podem ser praticados.

Simuladores que permitem visualizações altamente detalhadas da anatomia humana, melhorando o aprendizado de anatomia e cirurgias.

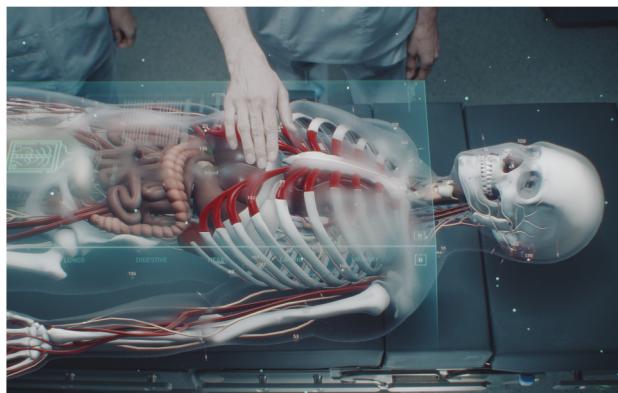


Figura 17 – Simulador avançado de anatomia humana com visualizações em 3D, permitindo exploração interativa de sistemas e estruturas corporais.

Diversos artigos científicos têm sido publicados focando na validação e vantagem do uso de simulação na educação médica e no treinamento de habilidades. Ziv et al. (2003), explora a aplicação de simulação médica como standard prático na educação para a melhoria das habilidades clínicas com segurança para os alunos e pacientes.

A evolução da simulação médica acompanha a transformação tecnológica contínua e tem desempenhado um papel

crítico no treinamento seguro e controlado de procedimentos médicos, permitindo que os profissionais da saúde melhorem suas capacidades diagnósticas e de tratamento antes de aplicá-las aos pacientes reais. A incorporação de RV, RA e outros avanços interativos continuam a enriquecer as possibilidades de ensinamento e treinamento na medicina moderna. As réplicas de seres humanos virtualizadas e robotizadas continuam tornando a prática médica mais eficiente e segura para os pacientes.

2 - TIPOS DE SIMULADORES

Os simuladores são tipicamente divididos em três categorias principais: simuladores físicos, simuladores virtuais e simuladores híbridos. Cada tipo possui suas características únicas e contribui-

ções para a educação médica, dependendo do contexto e dos objetivos de aprendizado. Vamos explorar cada um deles e entender suas vantagens e limitações.

SIMULADORES FÍSICOS

Incluem manequins, robôs e modelos tridimensionais que replicam a anatomia e fisiologia humanas

Exemplos: *SimMan* e *Hal*, que são altamente avançados e capazes de simular mudanças fisiológicas e até respostas emocionais.

Vantagens

➤ **Habilidade de treinamento de procedimentos práticos**

- Excelente para ensinar técnicas manuais, como intubação, cateterização ou manobras de ressuscitação.

➤ **Feedback tátil e resposta física realista**

- Oferecem interação realista, permitindo que o usuário sinta resistência dos tecidos.

Limitações

➤ **Custo e manutenção**

- Equipamentos físicos avançados são caros e frequentemente requerem manutenção especializada.

➤ **Espaço físico**

- Necessidade de um espaço de laboratório dedicado para armazenar e utilizar o equipamento.

SIMULADORES VIRTUAIS

Utilizam programas de computador e realidade virtual para simular ambientes clínicos de forma interativa e imersiva.

Vantagens

➤ **Ambientes imersivos e interativos**

- Permite a prática em diversos cenários sem risco real, aumentando a segurança de treinamento.

➤ **Ambientes imersivos e interativos**

- Podem ser acessados remotamente e reutilizados múltiplas vezes, reduzindo o custo por uso.

Limitações

- **Falta de interação física**
 - Ausência de feedback tátil pode limitar a habilidade de treinar habilidades motoras finas.
- **Dependência de tecnologia**
 - Requer infraestrutura tecnológica adequada e pode estar sujeita a problemas técnicos ou de software.

SIMULADORES HÍBRIDOS

Combinam elementos físicos e virtuais para criar uma experiência de aprendizado mais abrangente e realista.

Vantagens

- **Experiência completa**
 - Integração de visualizações virtuais com interatividade tátil e sensorial melhorando a eficácia do treinamento.
- **Versatilidade em cenários de treinamento.**

Limitações

- **Custos elevados**
 - Complexidade técnica pode traduzir-se em um investimento inicial significativo.
- **Necessidade operacional de equipamento e espaço**
 - Requer instalações equipadas tanto do ponto de vista físico quanto tecnológico.

No contexto de educação médica, a escolha entre simuladores físicos, virtuais ou híbridos depende das necessidades pedagógicas específicas, do orçamento disponível e do espaço físico. Enquanto simuladores físicos oferecem uma sensação tátil essencial para muitas habilidades práticas, simuladores virtuais oferecem repetitividade econômica e acessibilidade ampla. Simuladores híbridos, por sua vez, representam uma fronteira inovadora, combinando o melhor dos dois mundos para maximizar a eficácia do treinamento médico.

O uso combinado dessas tecnologias continua a direcionar a área para um futuro promissor de

treinamento médico aprimorado, de forma segura e eficaz.



Figura 18 – Integração da realidade aumentada no ambiente cirúrgico, com projeção de imagens tridimensionais sobre o paciente em tempo real.

3 - VANTAGENS DA SIMULAÇÃO 3D NO TREINAMENTO ENDOVASCULAR

A simulação 3D tem emergido como uma ferramenta essencial no treinamento endovascular, trazendo uma série de vantagens que aprimoraram significativamente o aprendizado dos profissionais de saúde. Primeiramente, a simulação 3D oferece um ambiente de aprendizado imersivo, no qual os estudantes podem visualizar de forma clara e interativa a complexidade da anatomia vascular. Isso permite um entendimento mais profundo e preciso das estruturas, algo que não seria completamente possível com métodos tradicionais, como livros didáticos ou imagens em 2D.

Além disso, uma das principais vantagens da simulação 3D é a possibilidade de práticas repetitivas em um ambiente seguro, sem risco

para os pacientes. Os estudantes podem realizar procedimentos complexos quantas vezes forem necessárias, o que é essencial para fixar habilidades e aumentar a confiança. As simulações também possibilitam a criação de uma ampla variedade de cenários clínicos, incluindo situações difíceis ou raras, preparando os médicos para enfrentar diferentes desafios na prática clínica.

Outra vantagem crucial é o feedback imediato que a simulação 3D oferece. Os estudantes recebem avaliações instantâneas sobre sua precisão e eficácia nas técnicas aplicadas, permitindo ajustes em tempo real e facilitando melhorias contínuas. Com essas métricas objetivas de desempenho, os estudantes podem avaliar seu próprio progresso e identificar áreas que exigem mais prática.

A experiência em simulações contribui diretamente para a redução de erros em procedimentos reais. A prática repetitiva ajuda a refinar as habilidades técnicas, o que minimiza a proba-

bilidade de erros durante intervenções ao vivo. A familiaridade com as etapas dos procedimentos e a confiança adquirida por meio da simulação resultam em menor ansiedade e maior eficácia durante procedimentos reais.

Além disso, a simulação 3D expande o acesso ao treinamento avançado. As simulações podem ser acessadas de forma remota, permitindo que estudantes e profissionais em diferentes partes do mundo participem de treinamentos de alta qualidade, superando limitações geográficas e logísticas. Isso também implica em economia de recursos, pois reduz a necessidade de materiais físicos e instalações dispendiosas.

Em resumo, a simulação 3D é fundamental no treinamento endovascular moderno, proporcionando um aprendizado detalhado, seguro e acessível. Ao integrar essa tecnologia na formação médica, é possível melhorar o conhecimento, aumentar a precisão técnica e, em última análise, aprimorar os resultados clínicos.

REFERÊNCIAS

BEN AHMED, H.; DZIRI, C. Histórico de simulação médica. *La Tunisie Médicale*, Tunis, v. 98, n. 12, p. 892–894, dez. 2020.

HONDA, R.; MCCOY, C. E. Teledebriefing em simulação médica. In: STATPEARLS. *StatPearls* [recurso eletrônico]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

DAWIDZIUK, A.; MILLER, G.; MALAWANA, J. Visualisation approaches in technology-enhanced medical simulation learning: current evidence and future directions. 2023. v. 1421, p. 175–190.
DOI: 10.1007/978-3-031-30379-1_8.

HAISER, A.; AYDIN, A.; KUNDUZI, B.; AHMED, K.; DASGUPTA, P. A systematic review of simulation-based training in vascular surgery. *Journal of Surgical Research*, v. 279, p. 409–419, nov. 2022.
DOI: 10.1016/j.jss.2022.05.009.

NIELSEN, C. A.; LÖNN, L.; KONGE, L.; TAUDORF, M. Ensaio específico do paciente em realidade virtual baseado em simulação antes dos procedimentos endovasculares: uma revisão sistemática. *Diagnostics*, v. 10, n. 7, p. 500, 20 jul. 2020. DOI: 10.3390/diagnostics10070500.

REFERÊNCIAS

GOMAA, A. R.; GRAFTON-CLARKE, C.; SARATZIS, A.; DAVIES, R. S. M.

The role of high-fidelity simulation in the acquisition of endovascular surgical skills: a systematic review. *Annals of Vascular Surgery*, v. 93, p. 405–427, jul. 2023. DOI: 10.1016/j.avsg.2023.02.025.

KASCHWICH, M.; SIEREN, M.; et al. Feasibility of an endovascular training and research environment with exchangeable patient specific 3D printed vascular anatomy. *Annals of Anatomy – Anatomischer Anzeiger*, v. 232, p. 151519, 2020. DOI: 10.1016/j.aanat.2020.151519.

LINKS ÚTEIS

RADIOLOGY MASTERCLASS. Abdominal Aortic Aneurysm (AAA) –

<https://www.youtube.com/watch?v=Igy4mpl5NQI>.

Simuladores da Laerdal Medical

<https://www.youtube.com/@LaerdalMedical>