

## MODELOS EXPERIMENTAIS E SIMULADORES PARA ENSINO DE CIRURGIAS EXPERIMENTAIS - ESTUDO DE REVISÃO.

### *EXPERIMENTALS MODELS AND SIMULATION FOR SURGICAL EDUCATION IN EXPERIMENTAL SURGERY - REVISION STUDY.*

Hélcio GIFFHORN<sup>1</sup>, Maria C.A.S. GIFFHORN<sup>2</sup>.

Rev. Méd. Paraná/1578

Giffhorn H, Giffhorn MCAS. Modelos experimentais e simuladores para ensino de cirurgias experimentais - estudo de revisão. Rev. Méd. Paraná, Curitiba, 2020;78(2):101-104.

**RESUMO** - O ensino da cirurgia experimental tem avançado e acompanhado o desenvolvimento das ciências. Os estudos teóricos e práticos evoluíram no sentido de se aprimorar o uso de modelos e simuladores adaptados ao ensino, de modo a capacitar os alunos frente a novos desafios profissionais. Podemos ter à disposição modelos e simuladores de origem biológica ou não, agregados de tecnologia ou simplesmente em realidade virtual. Mas, o mais importante é o teste destes novos recursos (do método e do estudante) e saber suas respostas frente às habilidades demonstradas pelos alunos, o conhecimento teórico demonstrado na atividade prática e, também, seu comportamento individual dentro da equipe. Não sendo o objetivo deste trabalho, mas noções de ética em experimentação cirúrgica serão discutidas.

**DESCRITORES** - Cirurgia experimental, educação médica, modelos cirúrgicos, simulação em cirurgia.

### INTRODUÇÃO

O uso de modelos experimentais para o aprendizado em cirurgia remonta desde a antiguidade, quando Erasistratoos (304-258 a.C.) e Galeno realizaram testes e vivisseção em animais. Passando do estudo da anatomia descritiva, da fisiologia, do estudo em imunizações (Pasteur testando a vacinação em cães) e na cirurgia, Kocher (1841-1917) refinou a sua técnica operatória. Em todos estes campos de estudos, animais foram utilizados.<sup>(1)</sup>

Um experimento é um procedimento para embasar, desaprovar ou validar uma hipótese. Ele mostra causa-efeito e gera conhecimento, apesar da possibilidade de não gerar uma aplicação clínica ou cirúrgica imediata.<sup>(2)</sup>

A pesquisa em cirurgia não envolve apenas pesquisa pura, mas também treinar e educar futuros professores. No final do século XIX e início do século XX, W.S. Halsted já previa que esta atividade era necessária.<sup>(3)</sup> O advento de novas técnicas, novas tecnologias, tem que estar embasados em prévia pesquisa. Mudou-se a metodologia para que a experimentação fosse mais ética com o uso de animais, redução, refinamento, substituição, já dis-

cutidos em 1959 por Russel e Burch ).<sup>(4,5,6)</sup>

Na fase pré-clínica, em pesquisa, estamos ainda em tempos de nos permitir “tentativa – erro” e curva de aprendizado na prática? (modelo de Halsted pensado para treinamento em cirurgias, no início do século XX ).<sup>(7)</sup>

Talvez antes da prática em animais, um novo campo na área da cirurgia surja, em particular na cirurgia experimental, que é o da cirurgia experimental simulada, desenvolvida a partir de experimentos de baixa ou alta realidade.<sup>(8,9)</sup>

O objetivo deste trabalho foi o de revisar e procurar classificar os modelos e os simuladores experimentais existentes, quais são utilizados, materiais empregados e quais possam ser também acessíveis ao desenvolvimento dos futuros médicos e cirurgiões. Porém, não bastam os modelos e os simuladores, os futuros profissionais precisam ser testados em campo prático. Ademais, far-se-á uma síntese de como avaliar o conhecimento teórico administrado para o campo prático.

### CIRURGIA EXPERIMENTAL SIMULADA

Na proposição de um método, devemos perguntar o que espero deste método e o que gostaria

Trabalho realizado na Clínica Cardiológica Giffhorn.

1 - Mestrado em clínica cirúrgica - UFPR.

2 - Aluna de Medicina da Universidade Positivo.

de resultado aplicando este método.<sup>(10)</sup> Se desconheço o resultado, não consigo estabelecer métodos ou modelos matemáticos precisos. Mesmo modelos de alta segurança como utilizados pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) ou aeronáutica, ainda assim falhas ocorrem. Sejam elas pela complexidade do mecanismo ou pela falha de interpretação diante das muitas variáveis existentes.

#### POR QUE SIMULAR UM AMBIENTE OPERATÓRIO?

Vários fatores motivam o uso de modelos e simuladores para o ensino e para o início da prática cirúrgica. (Quadro 1)<sup>(11)</sup>

#### QUADRO 1. FATORES QUE MOTIVAM O USO DE MODELOS E SIMULADORES EM CIRURGIA EXPERIMENTAL

##### Fatores

- \* aumento da complexidade das operações
- \* contensão no uso de animais em experimentação
- \* limitações da disponibilidade do paciente
- \* pressão médico-legal: maiores habilidades adquiridas em fase de treinamento
- \* fiscalização em avaliação de desempenho vs custo-efetividade

LEGENDA: VS - VERSUS

A nível de cirurgia, podemos dizer que vários modelos podem ser utilizados para simulações em pesquisa. Ainda na fase de cirurgia experimental (C.E.), ou mais especificadamente, para o aprendizado de técnica operatória. Estes treinamentos podem ser com ou sem agregação de tecnologia, complexos ou limitados, sintéticos ou não. Orçamento e planejamento disponíveis são fundamentais para a definição de qual rumo a seguir.

#### TERMOS A SEREM DEFINIDOS

Simulador - é uma técnica educacional que permite interagir o desempenho da pessoa em treino num ambiente que recria ou reproduz o cenário do mundo real. Mas, não é igual ao mundo real.<sup>(7)</sup>

Modelo - refere-se a replica de um objeto ou de um objeto que poderia existir.<sup>(2)</sup>

#### O QUE SIMULAR (TÉCNICA EDUCACIONAL)

Na escolha do modelo a ser utilizado em C.E., pode-se optar por uma operação completa ou apenas uma fração da mesma. Isto implica em tempo disponibilizado, material a ser utilizado, e qual a demanda principal solicitada.

Importante no estabelecimento do método, se habilidades ou conhecimentos serão avaliados. A escolha do tipo de simulação (método educacional), baixa ou alta complexidade, depende do grau de conhecimento profissional.

#### MODELOS UTILIZADOS PARA SIMULAÇÃO - CLASSIFICAÇÃO

Os modelos experimentais em técnica operatória

podem originar-se de origem animal ou não. Podem estar agregados à tecnologia, serem complexos ou não, combinarem tecnologia com biologia (materiais de origem vegetal ou animal).

Procuraremos dividir os modelos a partir de um conceito de tecnologia (agregação de recursos de computadores, informática (realidade virtual) e robótica) daqueles em que há simulação mas, com recursos limitados. (Quadro 2)

#### Quadro 2. Modelos e simuladores em cirurgia experimental

##### Modelos não tecnológicos

1. Biológicos ou orgânicos
    - origem vegetal
    - origem animal
    - industrializados
  2. Não biológicos - plásticos, borrachas
- Objetivos - prática operatória a nível básico

##### Modelos tecnológicos

1. Realidade virtual
  2. Construção de modelos em 3D
  3. Robótica
- Objetivos - prática operatória a nível intermediário ou avançado

#### a) MODELOS NÃO TECNOLÓGICOS

Pode-se definir como modelos de menor custo, para avaliação de habilidades de conhecimento mais básico, menor fidelidade em que se avalia o estudo da técnica.

Podem ser:

1. Biológicos ou orgânicos<sup>(12-18)</sup>
  - a) Vegetais
    - a1. frutas: banana, laranja
    - a2. legumes: cebolinha, vagem, feijão-verde
  - b) Animais
    - b1. toucinho
    - b2. casca de ovo
    - b3. suíno
      - b3.1 baço
      - b3.2 gradil costal
    - b4. coxa de frango

c) Industrializados - presunto com queijo

2. Não biológicos

d) 2d esponjas

e) 2e silicone

f) 2f borrachas

Objetivos operatórios:

- treinamento de incisões (a1, b1, c)
- anastomoses vasculares (a2) (2d, 2e, 2f)
- (b3.1, b4) - microanastomoses
- neurocirurgia - microcirurgia (b2)
- flebotomias - b3.2

b) MODELOS TECNOLÓGICOS

3. Construção 3D - utilizando-se de imagens prévias de tomografia<sup>(19)</sup>

4. Realidade virtual<sup>(22)</sup>

5. Robótica<sup>(23)</sup>

Objetivos operatórios:

- cirurgia plástica / reparadora (3)

- dermatologia (3)
- ortopedia (4)
- cirurgia torácica (5)

#### AVALIAÇÃO DO MODELO - SIMULADOR E DO "SIMULADO" (17,24,25)

Muito importante é saber se o que foi esperado foi alcançado. Se o modelo escolhido foi adequado à simulação.

Para uma melhor adequação na hora da avaliação, pode-se dividir a avaliação em partes:

- a) Desempenho do candidato:
    - conhecimento do material operatório
    - manipulação adequada do material operatório
    - fluxo da operação
    - sequência da operação
    - conhecimento específico da operação / procedimento a ser realizado
  - b) Habilidades objetivas de técnica operatória:
    - respeito aos tecidos
    - manipulação excessiva / falta de precisão cirúrgica
    - sutura inadequada
    - escolha inadequada de fios cirúrgicos
  - c) Habilidades sociais e interativas:
    - assistentes cooperam de modo adequado
    - equipe coesa no procedimento pretendido
    - estresse na equipe
    - falta de planejamento operatório: descrição prévia da operação a ser realizada, ausência de verificação dos materiais utilizados
- Vale aqui comentar uma parte extremamente importante sobre as habilidades sociais e interativas de uma equipe atuando em sistemas de alta complexidade. Sabe-se que percepções de erro, estresse, fadiga dificultam decisões importantes e muitas vezes estão embasadas somente em hierarquia.<sup>(26)</sup>

#### ASPECTOS ÉTICOS DO USO DE MODELOS EM CIRURGIA EXPERIMENTAL<sup>(27,28,29)</sup>

Definições :

Placebo ('*sham*') - grupo controle em que não receberá benefício do estudo realizado.

Fantasma - um fantasma é uma parte de um órgão do corpo, criado artificialmente de modo a materialmente mimetizar este órgão em sua natureza.

A utilização de modelos não tecnológicos e tecnológicos vem de encontro ao menor uso de animais em experimentação. O mesmo não implicaria inadequações ao nível ético. Mas, em pesquisa, é incorreto o não uso de grupo controle? Placebos não devem estar fora de avaliações críticas e nem se não apresentarem benefício algum.

Porém, se a nível de cirurgia este grupo deveria ser parte de um tratamento estabelecido, o que podemos dizer sobre o ensaio clínico randomizado?

#### CONCLUSÕES

A incorporação de novas tecnologias ao ensino da cirurgia experimental num fato que é inexorável. O acréscimo de modelos experimentais ao ensino, antes da prática em animais, pode ser incorporada ao currículo do graduando sem prejuízo à grade de ensino.

A avaliação tanto do modelo quanto do avaliado podem ser realizadas simultaneamente. A cada proposição de técnica operatória há um modelo a ser implementado.

Os modelos e simuladores apresentam uma vantagem de não acrescentarem discussões éticas à cirurgia experimental, já que esta é uma disciplina de graduação, obrigatória na formação acadêmica.

---

Giffhorn H, Giffhorn MCAS. Experimentals models and simulation for surgical education in experimental surgery - revision study. Rev. Méd. Paraná, Curitiba, 2020;78(2):101-104.

**ABSTRACT** - The teaching experimental surgery has advanced and accompanied the development of the sciences. The theoretical and practical studies have evolved in sense of improving the use of models and simulators adapted to teaching, so as to enable students on new professional challenges. We can have models and simulators available from organic origin or not, with technology aggregates or simply in virtual reality. But, the most important is to do new tests of these new features (the teaching and the student methods) and know the answers in view of the student demonstrated skills, their theoretical knowledge demonstrated in practical activity, and, also, individual behavior within the team. Not being the goal of this paper, notions of ethics in surgical experimentation will be discussed.

**KEYWORDS** - Experimental surgery, medical education, surgical models, simulation in surgery.

---

## REFERÊNCIAS

1. Vaena MLHT, Andrade BGA, Souza DB, Oliveira ALA, Marques RG e col. Aspectos históricos da cirurgia experimental animal e sua importância no desenvolvimento da cirurgia. *Rev Bras Med Vet* 2013;35(Supl.1): 101-106.
2. Daga H, Toshikhane H, Banne S. Experimental Models in Surgery. *WJPMR* 2018;4(4): 320-322.
3. Kerr B, O'Leary JP. The Training of the Surgeon: Dr.Halsted's Greatest Legacy. *Am Surg* 1999;1101-1102.
4. Russel WMS, Burch RL. The principles of humane experiments technique, 1959, London,UK.
5. Doke, SK, Dhaka SC. Alternatives to animal testing: A review. *Saudi Pharmaceutical*
6. Medeiros AC. Pesquisa em cirurgia. *Rev Col Bras Cir* 2016;43(6):407-409.
7. Montbrun SL, MacRae H. Simulation in Surgical Education. *Clin Colon Rectal Sur* 2012;25:156-165.
8. Garattini S, Grignaschi G. Animal testing is still the best way to find new treatments for patients. *Eur J Int Med* 2017;39:32-35.
9. Combrisson H. Expérimentation animale, peut-on s'en passer ? *Transfusion Clinique et Biologique* 2017;24:93-95.
10. Taylor L. Surgical simulation training: What do you want and where do you want it? *Intern J Sure* 2016; 531-5132
11. Aucaer JA, Groch NR, Troxel SA, Eubanks SW. A Review of Surgical Simulation With Attention to Validation Methodology. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2005;15(2): 82-89
12. Brito APSO, Mainardi CR, Silva WMP, Brito MVH. Modelos experimentais alternativos para o treinamento de incisões cirúrgicas. *Para Res Med J* 2017;1(1):e10.
13. Grahem HD, Teixeira RKC, Feijó DH, Yamaki VN, Valente AL, Júnior DJSF et al. Treinamento de anastomoses vasculares de baixo custo: o cirurgião vai à feira. *J Vasc Bras* 2017;16(3): 262-266.
14. Cokluk C. Using of Chicken Eggshell in the Microneurosurgical Training Model for Microdrilling of Sella Floor. *Clinicsinsurgery* 2017;2:1512.
15. Maluf Jr. I, Silva ABD, Groth AK, Lopes MAC, Kurogi AS Freitas RS, et al. Modelo experimental alternativo para treinamento em microcirurgia. *Rev Col Bras Cir* 2014;41(1): 72-74.
16. Chen WF, Eid A, Yamamoto T, Keith J, Nimmons GL, Lawrence WT. A novel supermicrosurgery training model: The chicken thigh. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2014;67:973-978.
17. Tube MIC, Netto FACS, Oliveira AIP, Holanda AC, Barros BLS, Rezende CCG et al. Surgical model pig ex vivo for venous dissection teaching in medical schools. *Acta Cir Bras* 2017;32(1):157-167.
18. Góes Jr AMO, Yasojima EY, Chaves RHF, Albuquerque FBA. Aperfeiçoando um modelo de treinamento para técnicas cirúrgicas vasculares. *J Vasc Bras* 2019;18:e20190032
19. Lee TY, Sun YS, Lin YC, Lin L, Lee C. Three-Dimensional Facial Model Reconstruction and Plastic Surgery Simulation. *IEEE Trans Inform Techn Biom* 1999;3(3):214-220
20. D'Souza N, Mainprize J, Edwards G, Binhammer P, Antonyshyn O. Teaching facial fracture repair: A novel method of surgical skills training using three-dimensional biomodels. *Last Surg* 2015;23(2): 81-86
21. Luque MC, Hortelano AC, Romero PE. Use of 3D Printing in Model Manufacturing for Minor Surgery Training of General Practitioners in Primary Care. *Apple Sci* 2019;9:5212.
22. Hu H, Shao Z, Ye L, Jin H. Application of mixed reality technology in surgery. *Int J Clin Exp Med* 2019;12(4): 3107-3113
23. Shalin GMM, Bruinsma GJBB, Stamenkovic S, Cuesta MA. Training in robotic thoracic surgery - the European way. *Ann Cardiothorac Surg* 2019;8(2):202-209
24. Martin JA, Regher G, Reznick R, Macrae H, Murghan J, Hutchison C, Brown M. Objective structured assessment of technical skill ( OSATS ) for surgical residents. *Br J Surg* 1997;84:273-8
25. Fann JI, Calhoun JH, Carpenter AJ, Merrill WH, Brown JW, Poston RS, et al. Simulation in coronary artery anastomosis early in cardiothoracic surgical residency training: The Boot Camp experience. *J Thorac Cardiovasc Sure* 2010;139:1275-81
26. Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ* 2000;320:745-9
27. Jones JW, McCullough LB, Richman BW. The ethics of sham surgery in research. *Journal V Surg* 2003;37(2): 482-483.
28. Miller FG. Sham surgery. An Ethical Analysis. *The American Journal of Bioethics* 2003;3(4):41-48
29. Ristolainen A., Colucci G, Kruusmaa M. A Phantom Pig Abdomen as an Alternative for Testing Robotic Surgical Systems: Our Experience. *Alternatives to laboratory animals: ATLA* 2013;41(5): 359-67.