

doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v97i6p561-568>

Substitutivos do modelo animal no ensino de técnica cirúrgica: uma revisão

Replacement methods of the animal model for surgical techniques learning: a review

João Victor Tavares Mendonça Garretto¹, Fábio Pimentel Martins²

Garretto JVTM, Martins FP. Substitutivos do modelo animal no ensino de técnica cirúrgica: uma revisão / *Replacement methods of the animal model for surgical techniques learning: a review*. Rev Med (São Paulo). 2018 nov.-dez.;97(6):561-8.

RESUMO: A utilização de modelos animais vivos no ensino da Técnica Cirúrgica nas Escolas de Medicina foi reduzida devido principalmente ao debate bioético. Assim, são necessárias alternativas para que a qualidade na formação do acadêmico se mantenha adequada. O objetivo do artigo foi proceder uma revisão na literatura atual sobre os métodos alternativos ao modelo animal vivo para o ensino da Técnica Operatória no curso de graduação em medicina, considerando a relação custo / benefício. Para isso, foi realizada uma revisão da bibliografia em artigos científicos publicados nas plataformas *SciELO*, *PubMed* e *Google Acadêmico*, nos últimos 15 anos, com uso dos descritores: Ensino médico; treinamento com simulador; modelos cirúrgicos; modelos estruturais; impressão em 3D. Existem diversos modelos que foram desenvolvidos como alternativa para o uso de animais vivos no ensino de técnica operatória. Eles variam desde tecido sintético para treinamento em suturas, passando por cadáveres quimicamente preservados e modelos impressos por impressoras 3D, até chegar aos sofisticados simuladores computadorizados. Os modelos existentes atualmente, seja o sintético, os modelos 3D ou os simuladores, ainda apresentam certas limitações, mas com o advento das novas tecnologias novas alternativas estão surgindo e, com certeza complementarão de forma eficaz o ensino de cirurgia nas Escolas de Medicina.

Descritores: Educação superior; Educação médica; Treinamento por simulação; Modelos anatômicos; Modelos estruturais; Impressão tridimensional.

ABSTRACT: The use of live animal models in teaching surgical technique in medical schools was reduced due to bioethical debate. Thus, alternatives are necessary for the quality of training to be maintained. To carry out a bibliographic review on the alternative methods to the animal model for the teaching of the surgical technique in the course of medical graduation. A review of the bibliography was carried out in scientific articles published on the platforms *SciELO*, *PubMed*, *Google Scholar*, *BVS-Vet*, *BIREME* in the last 15 years. There are several models that have been developed as an alternative for the use of live animals in the teaching of surgical technique. They range from synthetic fabric for suture training, through chemically preserved corpses and models printed by 3D printers, to computer simulators. The current models, whether synthetic, 3D models or simulators, still have certain limitations, but with the advent of new technologies new alternatives will emerge and certainly complement effectively the teaching of surgery in medical schools.

Keywords: Education, higher; Education, medical; Simulation training; Models, anatomic; Models, structural; Printing, three-dimensional.

1. Acadêmico de Medicina da Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0116-1677>. Email: jvgarreto@gmail.com.

2. Professor Assistente da Disciplina de Técnica Cirúrgica e Coordenador do Internato de Medicina de Urgência da Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais com Capacitação em Simulação Realística, Belo Horizonte, MG, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0897-9968>. Email: fpimentelm@gmail.com.

Endereço para correspondência: João Victor Tavares Mendonça Garretto. Rua Santa Catarina, 1257 apt. 701. Lourdes, Belo Horizonte, MG. CEP: 30.170-081. Email: jvgarreto@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O ensino da Técnica Cirúrgica nas Escolas de Medicina sempre foi caracterizado por carga horária prática extensa, sendo estas ministradas, muitas vezes, com o uso de animais vivos para que fosse demonstrada a técnica operatória em questão para os alunos, e em seguida os próprios acadêmicos pudessem realizá-la, para o desenvolvimento e aquisição de habilidade cirúrgica¹.

As operações fundamentais para execução sistematizada de procedimento cirúrgicos (diérese, hemostasia, exérese e síntese) foram descritas há dois séculos e, juntamente com os conceitos da assepsia, devem ser ensinados de forma sistemática para a adequada formação do médico². Classicamente, essas operações foram ensinadas nas aulas de técnica cirúrgica com o uso de animais vivos, uma vez que este era o método que mais se assemelhava ao corpo humano, além de que o custo inicial é baixo e apresenta maior similaridade com os tecidos humanos.³ Durante as aulas os modelos eram empregados na aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades em cirurgia, as quais compreendem as matrizes do ensino médico. Entretanto, nesse processo, os animais utilizados eram submetidos a sofrimento e muitas vezes era necessário o sacrifício deliberado^{2,3}.

Mas, mesmo com o prejuízo inerente que o animal utilizado nos procedimentos tem, é inegável que esse modelo é o que mais se assemelha ao modelo humano sendo, então, um ótimo meio para o aprendizado, especialmente no desenvolvimento de habilidades. Contudo, um grande debate existe sobre esse tema e questiona a real necessidade de provocar os danos ao animal para a finalidade apenas da docência/aprendizagem¹.

Porém, com o crescente debate bioético, as instituições que utilizavam animais vivos durante a graduação foram orientadas a interromperem o uso, sob o argumento de que os animais submetidos aos treinamentos/experimentos eram expostos a sofrimento e da real eficiência desse método de ensino frente ao avanço técnico-científico⁷. Além disso, muitos estudantes não aceitavam participar de aulas com animais vivos, pois afirmavam não suportar o sofrimento infligido aos animais sadios. Com isso, embora o emprego de animais em pesquisas médicas tenha acarretado sucesso em muitas intervenções terapêuticas, efeitos colaterais podem ser observados^{1,2}.

Nesse contexto, as instituições de ensino, tiveram que buscar novas formas para transmitir o conteúdo aos alunos.⁷ Sendo assim, o desenvolvimento de meios

capazes de substituir o modelo animal no ensino da técnica operatória é fundamental para que o ensino aos acadêmicos não fique defasado e incompleto. São necessários modelos que apresentem realidade similar ao do modelo animal, mas que respeite os princípios bioéticos exigidos na atualidade⁴. Dessa forma, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão na literatura atual sobre os métodos alternativos ao modelo animal vivo para o ensino da técnica operatória no curso de graduação em medicina.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão da bibliografia em artigos científicos publicados nas plataformas *SciELO*, *PubMed* e *BIREME* com uso dos seguintes descritores, em combinação: Ensino médico; treinamento com simulador; modelos cirúrgicos; modelos estruturais; impressão em 3D. Os artigos foram pesquisados entre os meses de Setembro de 2017 a setembro de 2018. Como critérios de inclusão foram considerados estudos publicados nos últimos 15 anos cujo texto completo estava disponível em sua base de dados, em língua portuguesa ou Inglesa. Foram excluídos os artigos escritos em outras línguas, que não inglês ou português, aqueles cujo título ou resumo/abstract não se adequou ao tema proposto, além de estudos que abordaram os referidos modelos em contextos diferentes da graduação ou residência em medicina.

RESULTADOS

Ao final, foram incluídos 20 estudos para integrar este artigo de revisão. A Tabela 1 apresenta a distribuição por autoria, país de origem, ano de publicação, título, revista e base de dados dos estudos selecionados. Dos artigos selecionados 9 foram retirados do *Pubmed*, 9 do *Google Acadêmico* e 2 do *SciELO*.

O enfoque principal de todos os artigos selecionados foi a necessidade de desenvolvimento de métodos alternativos que substituam com qualidade o modelo animal no ensino de técnica cirúrgica. Os artigos propõem modelos substitutivos que incluem materiais sintéticos, preservação química de cadáver, modelos tridimensionais (3D), até os modelos virtuais.

Nos tópicos seguintes serão abordados os métodos substitutivos ao modelo animal, elencando suas principais características e aplicações, bem como contexto bioético e social que permeia o tema, de acordo com os estudos levantados.

Tabela 1. Estudos selecionados segundo autoria, título, revista e base de dados

Referência	Título	Revista	Base de dados		
			Pubmed	SciELO	Google Acad.
Campelo et al., 2016. Brasil	Projeto de ensino: modelo suíno de baixo custo para treinamento de drenagem torácica	Rev Col Bras Cir.		1	
Bastos et al., 2016. Brasil	Proposal of a synthetic ethylene-vinyl acetate bench model for surgical foundations learning	Acta Cir Bras.		1	
Coelho et al., 2015. Brasil	New anatomical simulator for pediatric neuroendoscopic practice. child's nervous System	Surgery.	1		
Kalvach et al., 2016. República Tcheca	Existing laparoscopic simulators and their benefit for the surgeon	Rozhl Chir.	1		
Moura Júnior et al., 2015. Brasil	Modelo acadêmico de ensino teórico-prático em vídeo cirurgia por meio de novo simulador real de cavidade abdominal	Univ Federal Ceará.			1
Harenberg et al., 2016. Estados Unidos	Can multiple object tracking predict laparoscopic surgical skills?	J Surg Educ.			1
Glassman et al., 2016. Estados Unidos	Effect of playing video games on laparoscopic skills performance: a systematic review	J Endourol.			1
Resende et al., 2012. Brasil	Simulador cirúrgico e realidade virtual no ensino de cirurgia de catarata	Res Bras Oftal.			1
Oliveira et al., 2016. Brasil	Simuladores para a Medicina	Tec Eng Bio.			1
Nowinski et al., 2018. Estados Unidos	A 3D stereotactic atlas of the adult human skull base	Brain Inform.	1		
Park et al., 2018. Corêa do Sul	Use of a life-size three-dimensional-printed spine model for pedicle screw instrumentation training	J Orthop Surg Res.	1		
Garcia et al., 2018. Canada	3D printing materials and their use in medical education: a review of current technology and trends for the future	Simul Technol Enhac Learn.	1		
Badash et al., 2016. Estados Unidos	Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques	Ann Transl Med	1		
Denadaí et al., 2012. Brasil	Training on synthetic ethylene-vinyl acetate bench model allows novice medical students to acquire suture skills	Acta Cir Bras.			1
Motta et al., 2018. Brasil	Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação.	Rev Med			1
Xu et al., 2018. China	Real-time inextensible surgical thread simulation.	Int J Comput Assist Radiol Surg.	1		
McCannel et al. Estados Unidos	Continuous Curvilinear Capsulorhexis Training and Non-Rhexis Related Vitreous Loss: The Specificity of Virtual Reality Simulator Surgical Training	Trans Am Ophthalmol Soc	1		
Alaker et al., 2016. Reino Unido	Virtual reality training in laparoscopic surgery: A systematic review & meta-analysis	Int J Surg.	1		
Guimarães et al., 2016. Brasil	Utilização de animais em pesquisas: breve revisão da legislação no Brasil	Rev. Bioét.			1
Marques et al., 2003. Brasil	Importância do ensino de técnica operatória e cirurgia experimental no curso de medicina	UERJ.			1
Inglez de Souza et al., 2015. Brasil	Bleeding simulation in embalmed cadavers: bridging the gap between simulation and live surgery	ALTEX.	1		
Onyije et al., 2012. Nigéria	Excruating effect of formaldehyde exposure to students in gross anatomy dissection laboratory	Int J Occup Environ.	1		

Modelo Sintético

O modelo sintético consiste em uma peça confeccionada a partir de etileno vinil acetato que permite ao aluno o treinamento de incisões, dos diversos tipos de suturas, sejam elas contínuas ou descontínuas, além da realização de retalhos. Trata-se de um material que apresenta consistência e resistência semelhantes às do tecido humano, apesar de possuir coloração diferente⁵.

Os estudos levantados sugerem que o modelo sintético por ser um tecido artificial, apresenta algumas vantagens em relação ao tecido animal tradicionalmente utilizado. Nele, não há produção de secreções nem putrefação em decorrência da colonização por microorganismo, o que traz benefícios com relação à logística, ao contágio e ao armazenamento. Também, não há risco de contágio ou transmissão de doenças infectocontagiosas⁶. Esse modelo fornece a praticidade de ser reprodutível, de baixo custo e de fácil aquisição. Essas características tornam esse material, uma importante opção para ser utilizado como recurso complementar em aula de síntese e reconstrução^{5,7}.

Peças de animais abatidos para fins de consumo alimentar – “in natura”

Após animais de corte (suínos, caprinos, coelho, galináceos) serem abatidos nos frigoríficos para consumo alimentar, geralmente se aproveita para fins alimentícios a estrutura osteomuscular, e os órgãos e as vísceras corporais apresentam menor capacidade de comercialização, uma vez que são menos consumidos pela população. Dessa forma, pode-se usufruir esse material rejeitado pelo consumo com o objetivo de utilizá-lo como matéria prima nas aulas de técnica cirúrgica^{1,6}.

Embora considerando as especificidades dos aspectos anatômicos nesse modelo animal, o fato de não ter os líquidos corpóreos em circulação e a impossibilidade de demonstração da hemostasia, ele apresenta fatores favoráveis quanto ao baixo custo e a textura dos tecidos, sendo possível demonstrar repetidas vezes, estratégias cirúrgicas de ressecção e reconstrução³. A título de ilustração são apresentadas demonstrações de técnica operatória, nas Figuras 1, 2, 3, realizados em órgãos retirados de estrutura animal.



Figura 1 - Entero anastomose término-terminal. (Acervo próprio)

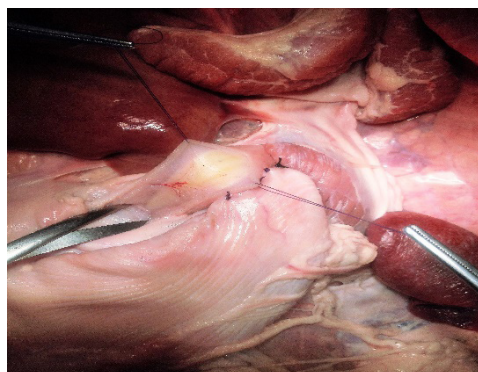


Figura 2 - Cardiomiectomia à HELLER (Acervo próprio)

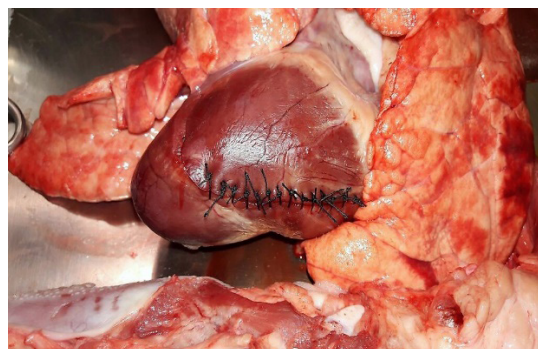


Figura 3 - Miocardiografia (Acervo próprio)

Preservação química de cadáveres

A preservação química de cadáveres é um método interessante para a substituição do uso do modelo animal nos laboratórios de Técnica Cirúrgica. Os cadáveres utilizados são de animais que foram a óbito em hospitais veterinários, abrigos e centros de controle de zoonoses. Para que ocorra a conservação é necessária a retirada do sangue, a raspagem do pelo, lavagem do conteúdo intestinal e imersão da peça em uma solução de Larssen modificada^{7,8}.

Essa solução visa a manutenção de características como cor, consistência dos tecidos e flexibilidade o mais semelhante possível das encontradas em animais vivos para que o ensino cirúrgico tenha a maior qualidade possível. Ela é composta por formalina, glicerina líquida, hidrato de cloral, sulfato de sódio, bicarbonato de sódio, cloreto de sódio, de água destilada. Além da imersão, a solução de Larssen é injetada dentro do leito vascular. Após a realização desse processo, as peças são colocadas em sacos plásticos e acondicionadas em câmaras frigoríficas à -20°C. Para sua utilização é necessário o descongelamento gradativo em tanques com água 24 horas antes da aula^{8,9}.

Após a preservação dos cadáveres, as peças apresentam alta fidelidade para treinamento e simulação prática em cirurgia e, como este é um modelo animal quimicamente preservado, são mantidas individualidades do organismo biológico, como as variações anatômicas. Este modelo visa substituir a utilização de animais vivos

para os fins de aprendizagem, e permite a aquisição da proficiência necessária para a prática cirúrgica.⁸

Modelos 3D criado por impressoras

As impressoras tridimensionais (3D) são dispositivos que conseguem imprimir em polímeros qualquer tipo de objeto, inclusive modelos médicos personalizados. Elas combinam nove diferentes polímeros para a produção do biomodelo com formato, textura, flexibilidade, consistência e coloração muito próximas do humano. A partir dessa combinação de polímeros ocorre a diferenciação dos tecidos como pele, subcutâneo, ossos e os diversos órgãos¹⁰. E, por meio de informações de tomografia e ressonância magnética são confeccionadas imagens tridimensionais que retratam com grande fidedignidade os elementos anatômicos do ser humano^{11,12}.

Os biomodelos são utilizados nas Escolas de Medicina e demais áreas da Saúde tanto para as disciplinas de Anatomia, substituindo os cadáveres humanos preservados, como nas Disciplina de Técnica Cirúrgica, onde é empregado no lugar do modelo animal vivo. As Impressoras 3D, apresentam grande potencial em desenvolvimento de uso uma vez que apresentam maior semelhanças com o tecido humano vivo quando comparado aos cadáveres formolizados. Além disso, esse material tem grande utilidade no treinamento em operações complexas, já que a realidade anatômica pode apresentar qualidade superior à do modelo animal^{12,13}.

Simuladores Cirúrgicos

A simulação é invenção do engenheiro americano Edwin A. Link, criador do primeiro simulador de voo, o "Link Trainer". Na área médica, o norueguês Asmund Laerdal, em 1960, desenvolveu um simulador para reanimação cardiorrespiratória. Desde então, vários outros modelos de alta tecnologia foram criados para simulação nos treinamentos na área da saúde. Pois, assim como é exigido aos Condutores de aeronaves certo número de horas utilizando simuladores virtuais, um local acessível, seguro, controlado e padronizado, antes de pilotar aeronaves; hoje, cada vez mais tem se utilizado simuladores cirúrgicos tanto para o desenvolvimento de habilidades dos acadêmicos, mas principalmente como ferramenta para incrementar a curva de aprendizado dos médicos em especialização cirúrgica¹³.

Em algumas Universidades existe o Laboratório de Habilidades Cirúrgicas, um ambiente de treinamento e ensino que promove simulação realística dos espaços de um centro cirúrgico. Nesse local, com o uso do simulador cirúrgico, o aluno é capaz de aprender e treinar com a execução da tarefa proposta, podendo errar, corrigir e repetir até acertar. A partir da utilização dos simuladores, pode-se minimizar o impacto ambiental já que o modelo de

animal vivo é substituído pelo modelo simulado¹².

No âmbito de treinamento dos Residentes de Cirurgia, os simuladores virtuais de cirurgia já estão bastante consolidados, principalmente na Oftalmologia, cujas cirurgias são extremamente delicadas, e não sendo toleradas mínimas falhas técnicas, uma vez que estas podem causar sequelas irreversíveis. Assim, o simulador alemão Eyesi é utilizado em instituições de ensino na América do Norte e na Europa para treinamento dos residentes em cirurgia de catarata com facoemulsificação, previamente ao início das atividades cirúrgicas em pacientes e em olhos reais. Esse treinamento reduz o tempo, aumenta a eficiência nas cirurgias realizadas por residentes, e proporciona uma curva de aprendizado mais ágil e com menos complicações¹⁴.

O aparelho consiste em um sistema com microscópio binocular montado numa mesa com cabeça e olho artificiais acoplados ao computador, pedal do microscópio e do facoemulsificador, reproduzindo fielmente o equipamento cirúrgico. Este, inclusive, possui critérios de avaliação do desempenho do aluno com *feedback* imediato e sequência de exercícios com graus de dificuldade crescentes¹⁴.

Nas cirurgias do aparelho digestório, principalmente com o advento das cirurgias videolaparoscópicas e robóticas, exige-se do cirurgião técnicas e habilidades avançadas pois os tempos da laparoscopia são de complexidade bastante elevada. Nesse tocante, o desenvolvimento de simuladores é fundamental para que o residente adquira essas habilidades com eficiência^{14,16}.

Uma grande variedade de simuladores está disponível, cada um oferecendo diferentes recursos para realização do procedimento cirúrgico. Alguns oferecem destreza manual, enquanto outros carecem de *feedback* tátil, mas fornecem excelentes imagens em realidade virtual e facilidade para oferecer uma melhor ergonomia¹³.

Recentemente foi proposto um dispositivo de simulação em cirurgia que utiliza *smartphone* como fonte geradora de imagem. O *smartphone* é acoplado a uma caixa preta hexagonal, confeccionada em madeira, que apresenta portais para a introdução do instrumental laparoscópico. Assim, são desenvolvidas várias atividades para aquisição de habilidades em laparoscopia. Esse dispositivo apresenta baixo custo de fabricação uma vez que utiliza um *smartphone* para geração de imagens em substituição às óticas laparoscópicas¹⁸.

Os simuladores de cavidade abdominal, que constam nas Figuras 4 e 5 a título de ilustração, são estruturas de fibra de vidro que consistem em manequim simulando um tronco humano com cavidade torácica e abdominal, profundidade anteroposterior adequada para os movimentos operatórios, com um espaço correspondente ao criado pelo pneumoperitônio, na mesma profundidade das estruturas abdominais. De acordo com os artigos selecionados, este instrumento é uma opção para o ensino cirúrgico na graduação apresentando-se como importante

meio para aquisição de habilidades videolaparoscópicas, entretanto este meio ainda possui baixa semelhança com o modelo animal em termos de textura e características anatômicas^{11,15}.



Figura 4 – Simulador laparoscópico de cavidade abdominal. (Acervo próprio)



Figura 5 – Treinamento de sutura laparoscópica em simulador de cavidade abdominal. (Acervo próprio)

DISCUSSÃO

De acordo com os estudos levantados a principal alternativa para o ensino foi a adoção de peças e órgãos de animais previamente abatidos, mas que, por terem sido retiradas do organismo animal apresentam distorções importantes. Dessa forma, é inegável certo prejuízo na aprendizagem dos alunos, principalmente no que concerne à realidade anatômica, no controle dos sangramentos, realização de hemostasia e métodos de reconstrução

orgânica. Assim, visando manter a excelência na qualidade de ensino de técnica cirúrgica, torna-se importante a adoção de novos meios que supram ou até mesmo, quem sabe possam superar as deficiências deixadas em substituição ao modelo animal vivo^{1,2}.

Dentre os meios que podem substituir o modelo animal, os simuladores cirúrgicos tem sido os mais estudados. Nessa revisão, 8 artigos abordam os tipos de simuladores, as características desse instrumento de ensino, bem como as vantagens e desvantagens apresentadas. Outro método que possui um futuro promissor é o modelo 3 D, apresentando 5 estudos com argumentos a favor desta ferramenta de ensino. Ambos ainda são pouco utilizadas no universo das Escolas devido ao seu alto custo, a disponibilização em serie e a capacitação de Instrutores⁷.

Por serem sintéticos, os modelos 3D possuem capacidade de logística e armazenamento excelentes. Isso, somado a fidelidade anatômica conseguida a partir de informações de tomografia computadorizada e ressonância magnética tornam esses modelos muito promissores e com grande capacidade de serem largamente utilizados⁹.

Já os simuladores cirúrgicos são instrumentos propostos para reproduzir um ambiente de desenvolvimento e treinamento de habilidades seguro e que permita ao praticante corrigir seus erros ocorridos. Eles estão em atividade principalmente para o ensino de técnicas laparoscópicas e robóticas. O MIMIC® é um simulador de cirurgia robótica muito utilizado para agilizar a curva de aprendizado dos cirurgiões e residentes. Nele são propostos vários exercícios virtuais que facilitam o aprimoramento técnico do cirurgião em cirurgia robótica¹⁵.

Os modelos existentes atualmente ainda apresentam certos tipos de limitações, mas com o advento das novas tecnologias, evoluções desses modelos com certeza complementarão de forma eficaz o ensino de cirurgia¹⁴.

A capacitação em cirurgia, que inicia na formação acadêmica e completa na fase de especialização deve ser feita com a aquisição da competência e desenvolvimento de habilidade em modelos, para que na evolução para a execução em humanos, já esteja consolidada. Assim, mesmo com a substituição dos tradicionais modelos animais que formaram várias gerações de cirurgiões, é necessário a adoção e aplicação dos modelos substitutivos, para a formação segura das novas gerações de cirurgiões e professores de cirurgia⁴.

Este estudo abordou um tema de extrema relevância para o meio acadêmico, haja vista a necessidade de incorporação desses instrumentos no ambiente de graduação em um futuro próximo. Além disso, o assunto é bastante atual do ponto de vista social e bioético, e que requer discussões, a fim de se identificar o melhor custo-benefício para o adequado ensino de técnica cirúrgica com respeito aos direitos dos animais. Foi realizada uma busca de artigos atuais de diversos países que contemplassem o tema proposto, a fim de levantar a literatura atual sobre o

tema e fazer um resumo do que tem sido publicado nos últimos anos.

Entretanto, o presente estudo não foi capaz de esgotar a literatura acerca do tema, devido, principalmente, a dificuldades com o acesso aos textos completos de algumas revistas. Estudos futuros poderiam levantar de maneira mais ampla outros tipos de publicação, como teses e dissertações, a fim de tornar os resultados mais passíveis de serem generalizados.

REFERÊNCIAS

- Guimarães M, Freire J, Menezes L. Utilização de animais em pesquisas: breve revisão da legislação no Brasil. *Rev Bioét.* 2016;24(2):217-24. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bioet/v24n2/1983-8034-bioet-24-2-0217.pdf>.
- Campelo F, Netto A, Sommer, C. Projeto de ensino: modelo suíno de baixo custo para treinamento de drenagem torácica. *Rev Col Bras Cir.* 2016;43(1):60-3. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rcbc/v43n1/pt_0100-6991-rcbc-43-01-00060.pdf.
- Matera, JM. Método de ensino substitutivo na Disciplina de Técnica Cirúrgica. In: Tréz TA, organizador. *Instrumento animal: o uso prejudicial de animais no ensino superior.* Bauru, SP: Canal 6; 2008. p.126.
- Marques R. Importância do ensino de técnica operatória e cirurgia experimental no curso de medicina. *Rev HUPE (Hosp Univ Pedro Ernesto, UERJ).* 2003;2(1):34-5. Disponível em: http://revista.hupe.uerj.br/detalhe_artigo.asp?id=274.
- Bastos E, Pigozzi D. Proposal of a synthetic ethylene-vinyl acetate bench model for surgical foundations learning. *Acta Cir Bras.* 2011;26(2):149. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/acb/v26n2/v26n2a14.pdf>.
- Denadai R, Saad-Hussne R, Oshiiwa M. Training on synthetic ethylene-vinyl acetate bench model allows novice medical students to acquire suture skills. *Acta Cir Bras.* 2012;27(3):271. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502012000300012>.
- Motta E, Baracat E. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação. *Rev Med (São Paulo).* 2018;97(1):18-23 <http://orcid.org/0000-0001-5864-8801>.
- Inglez de Souza MC, Matera JM. Bleeding simulation in embalmed cadavers: bridging the gap between simulation and live surgery. *ALTEX.* 2015;32(1):59-63. doi: 10.14573/alteX.1407311.
- Onyije FM, Avwioro OG. Excruciating effect of formaldehyde exposure to students in gross anatomy dissection laboratory. *Int J Occup Environ Med.* 2012;3(2):92-5. Available from: <http://www.theijoem.com/ijoem/index.php/ijoem/article/view/125/272>.
- Otoch J, Pereira P, Ussam E, Zanato A. Alternativas ao uso de animais no ensino de técnica cirúrgica. *RESBCAL (São Paulo).* 2012;1(1):33-40. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/resbcald/article/view/4/1475>.
- Martelli N, Serrano C, Pineau J, Prognon P, Borget I, et al. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: a systematic review. *Surgery.* 2016;159(6):1485-500. doi: 10.1016/j.surg.2015.12.017.
- Coelho G, Zymberg S, Lyra M, Zanon N, Warf B, et al. New anatomical simulator for pediatric neuroendoscopic practice. *Childs Nerv Syst.* 2015;31(2):213-9. doi: 10.1007/s00381-014-2538-9.
- Oliveira, M. Simuladores para a medicina. *Tecnologia e Engenharia Biomédica. Pesq FAPESP.* 2016;247:62-5. Disponível em: http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/09/062-065_Modelos-médicos_247.pdf?f46fde.
- Ferreira F. Modelo de ensino por meio de simulador de cavidade abdominal para progressão de habilidades em endossuturas videolaparoscópicas [dissertação]. Fortaleza: Centro Universitário Unichristus; 2016. Disponível em: <https://unichristus.edu.br/wp-content/uploads/2017/06/MODELO-DE-ENSINO-POR-MEIO-DE-SIMULADOR-DE-CAVIDADE-ABDOMINAL-PARA-PROGRESSA%CC%83-DE-HABILIDADES-EM-ENDOSSUTURAS-VIDEOLAPAROSCO%CC%81PICAS.pdf>.
- Resende F, Bisol RAR, Bisol T, Rezende FA. Simulador cirúrgico e realidade virtual no ensino de cirurgia de catarata. *Rev Bras Oftalmol.* 2012;71(3):147-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72802012000300001>.
- Harenberg S, Mccaffrey R, Butz M, Post D, Howlett J, Dorsch KD, et al. Can multiple object tracking predict laparoscopic surgical skills? *J Surg Educ.* 2016;73(3):386-90. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.11.013>.
- Glassman D, Yiasemidou M, Ishii H, Somani BK, Ahmed K, Biyani CS. Effect of playing video games on laparoscopic skills performance: a systematic review. *J Endourol.* 2016;30(2):146-52. doi: 10.1089/end.2015.0425.
- Moura Júnior LG. Modelo acadêmico de ensino teórico-prático em vídeo cirurgia por meio de novo simulador real de cavidade abdominal [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2015. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/15469/1/2015_tese_lgmourajunior.pdf.
- Kalvach J, Ryska O, Ryska M. [Existing laparoscopic simulators and their benefit for the surgeon]. *Rozhl Chir.* 2016;95(1):4-12. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26982186>.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que o ensino da disciplina de Técnica Cirúrgica nas Escolas Médicas passa por transformações e, para que a qualidade da formação dos futuros médicos não seja prejudicada, é necessária a incorporação de novos instrumentos de aprendizagem que visam suprir a ausência dos modelos animais vivos.

20. Nowinski W, Thaug T. A 3D stereotactic atlas of the adult human skull base. *Brain Inform.* 2018;5(2):1. doi: 10.1186/s40708-018-0082-1.
21. Park HJ, Wang C, Choi KH, Kim HN. Use of a life-size three-dimensional-printed spine model for pedicle screw instrumentation training. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):86. doi: 10.1186/s13018-018-0788-z.
22. Garcia J, Yang Z, Mongrain R, Leask RL, Lachapelle K. 3D printing materials and their use in medical education: a review of current technology and trends for the future. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn.* 2018;4(1):27-40. doi: 10.1136/bmjstel-2017-000234.
23. Badash I, Burt K, Solorzano CA, Carey JN. Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques. *Ann Transl Med.* 2016;4(23):453. doi: 10.21037/atm.2016.12.24.
24. Xu L, Liu Q. Real-time inextensible surgical thread simulation. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2018;13(7):1019-35. doi: 10.1007/s11548-018-1739-1.
25. McCannel CA. Continuous curvilinear capsulorhexis training and non-rhexis related vitreous loss: the specificity of virtual reality simulator surgical training (an American Ophthalmological Society Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2017;115:T2. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5598788/>.
26. Alaker M, Wynn GR, Arulampalam T. Virtual reality training in laparoscopic surgery: a systematic review & meta-analysis. *Int J Surg.* 2016;29:85-94. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.03.034.

Recebido: 31 ago. 2018.

Aceito: 14 dez. 2018.