

# Modelos reais e simuladores virtuais em otorrinolaringologia: revisão da literatura

# Real models and virtual simulators in otolaryngology: review of literature

João Flávio Nogueira Júnior<sup>1</sup>, Daniel Nogueira Cruz<sup>2</sup>

Palavras-chave: materiais de ensino, modelos anatômicos, otolaringologia, simulação por computador.  
Keywords: teaching materials, models, computer simulation, anatomic.

## Resumo / Summary

**Introdução e Objetivos:** Modelos reais e simuladores virtuais já são utilizados com resultados positivos em várias áreas da medicina. Estes novos equipamentos podem amplificar a experiência do ensino, aprendizado e treinamento também na Otorrinolaringologia, diminuindo custos relacionados com o próprio aprendizado, além de potencialmente poder reduzir eventuais erros médicos. Realizamos revisão na literatura atual dos principais modelos e simuladores, reais e virtuais, utilizados para ensino e treinamento em nossa especialidade, apresentando alguns destes e discutindo os resultados obtidos por estes instrumentos. Além disto, também discutimos as perspectivas futuras no ensino e treinamento de nossa especialidade. **Métodos:** Revisão em literatura. **Conclusões:** A Otorrinolaringologia, como especialidade clínica e cirúrgica, deve estar na vanguarda desta revolução tecnológica. Modelos reais e simuladores virtuais em nossa especialidade, além de ambientes virtuais para ensino e aprendizado, têm grande potencial, e com custos de equipamentos cada vez mais acessíveis, devido ao desenvolvimento tecnológico de computadores, a popularização tende a ser inevitável.

**Introduction and Aims:** Real models and virtual simulators have been used with positive results in several fields of medicine. These new devices can enhance teaching, learning and also training in Otolaryngology, reducing associated costs and potentially reducing medical errors. We reviewed the literature on the real and virtual models and simulators used for education and training in our medical specialty, discussing some of them and the results achieved with such instruments. Moreover, we also discuss the future perspectives in education and training in our medical specialty. **Methods:** Literature review. **Conclusions:** Otolaryngology, a clinical and surgical field of medicine, should be at the forefront of this technological revolution. In our specialty, real models and virtual simulators and environments have a great teaching and learning potential. With equipment costs dropping, thanks to technological development, these tools tend to become increasingly more popular.

<sup>1</sup> Médico Otorrinolaringologista.

<sup>2</sup> Médico Residente de Otorrinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP.  
Instituto de Otorrinolaringologia e Oftalmologia de Fortaleza - IOF.

Endereço para correspondência: João Flávio Nogueira - Rua Dr. José Furtado 1500 Fortaleza CE Brasil 60822-300.  
E-mail: joaoflavioce@hotmail.com

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 25 de outubro de 2009. cod. 6735.  
Artigo aceito em 9 de novembro de 2009.

---

## INTRODUÇÃO

---

Na medicina a tecnologia de modelos reais e simuladores virtuais já é utilizada em várias áreas, destacando-se dentre elas, a anestesiologia, que há muito utiliza modelos para simulações e treinamento de procedimentos como intubação orotraqueal, raquianestésias, além de simuladores virtuais para treinamento de residentes na realização de procedimentos anestésicos<sup>1,2</sup>.

Modelos de simuladores de procedimentos médicos em outras especialidades também têm sido desenvolvidos e utilizados recentemente para ensino e reciclagem de médicos<sup>1,2</sup>.

Este processo ganhou grande impulso a partir de 1999 quando o Instituto Americano de Medicina divulgou trabalho intitulado: "To Err is Human: Building a Safer Health System". Este estudo trouxe estimativas alarmantes sobre o sistema de saúde americano, em particular sobre os erros médicos. Pela primeira vez um trabalho mostrava que aproximadamente entre 44 e 98 mil pacientes morriam por ano nos Estados Unidos da América por conta de supostos erros causados por médicos<sup>3</sup>.

Após a divulgação deste artigo a comunidade médica americana tentou instituir mecanismos para diminuição dos erros médicos, melhora no cuidado e satisfação dos pacientes. Como sugestões, as sociedades médicas daquele país recomendaram treinamento mais intenso de estudantes de medicina, médicos residentes e médicos em atividade para constante reciclagem em simuladores, algo como acontece em outros campos profissionais como aviação civil e forças armadas, em que a simulação é primordial para o treinamento e segurança de procedimentos<sup>2,4</sup>.

Estudos na literatura afirmam que médicos que realizam treinamentos em simuladores clínicos ou cirúrgicos podem fornecer dados objetivos de performance, seguindo o próprio progresso na curva de aprendizado. Também pode se amplificar a experiência de treinamento em números absolutos, diversidade e complexidade de casos, visto que tanto modelos reais quanto simuladores virtuais podem ser desenvolvidos para praticamente qualquer condição e doença, podendo o médico repetir o mesmo procedimento várias vezes, em programas virtuais, sem nenhum risco para o profissional ou paciente virtual<sup>2,5,6,7,8</sup>.

Modelos reais de simulação, cirúrgicos ou clínicos, também estão sendo desenvolvidos, principalmente em países desenvolvidos, baseados em imagens anatômicas de pacientes reais, tomografias computadorizadas e ressonância magnética. Estes modelos, como são baseados em pacientes reais, podem antecipar os procedimentos a serem realizados nestes pacientes, minimizando riscos e complicações que possam ocorrer<sup>9,10,11</sup>.

Na grande maioria dos centros brasileiros, o treinamento de médicos residentes em Otorrinolaringologia inclui aulas teóricas, acompanhamento de pacientes em

ambulatório, sessão de vídeos de procedimentos cirúrgicos, dissecação em cadáveres frescos, observação direta de cirurgias e realização de procedimentos e cirurgias sob supervisão em hospitais de treinamento<sup>12</sup>.

Habitualmente são necessários longos períodos de treinamento na formação de profissionais capacitados e, infelizmente, em alguns locais este processo tem sido prejudicado, devido ao número restrito de pacientes, procedimentos cirúrgicos realizados e à difícil obtenção de peças anatômicas para dissecação em nosso país<sup>12</sup>.

Por conta destes problemas, também enfrentados em alguns outros países, vários autores acreditam que o futuro da formação médica, principalmente nas áreas cirúrgicas irá incluir a utilização de simuladores, reais ou virtuais, na aquisição, manutenção e avaliação de habilidades e conhecimento<sup>13-17</sup>.

No Brasil já há alguns modelos e centros que utilizam simuladores para ensino e treinamento em Otorrinolaringologia.

---

## OBJETIVOS

---

Nosso trabalho tem como objetivos:

a) Rever na literatura atual os principais modelos e simuladores, reais ou virtuais, utilizados para ensino e treinamento em Otorrinolaringologia, discutindo os resultados obtidos por estes instrumentos.

b) Discutir as perspectivas futuras no ensino e treinamento da Otorrinolaringologia.

---

## REVISÃO DA LITERATURA

---

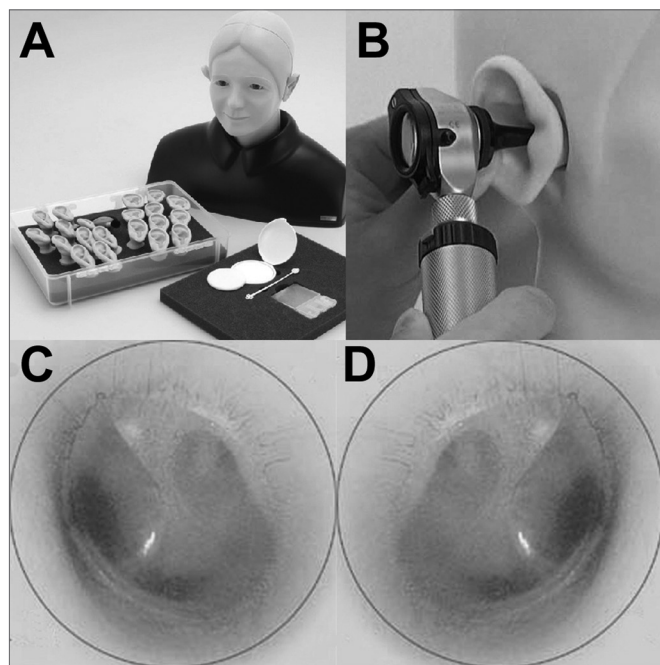
Para fins didáticos vamos dividir nossa revisão nas três grandes áreas de conhecimento de nossa especialidade: otologia, rinologia e laringologia, trazendo os principais e mais recentes modelos e simuladores, reais ou virtuais, para ensino e treinamento.

### Otologia

A otologia é uma área que apresenta grandes avanços em nossa especialidade no uso de simuladores para ensino e treinamento. Há vários modelos e simuladores, desde simples modelos reais para treinamento de otoscopia até simuladores virtuais de dissecação de osso temporal.

Um dos mais recentes, um modelo real de origem japonesa, é utilizado em alguns centros internacionais para ensino de otoscopia, trazendo diversos tipos de alterações, tais como condutos auditivos externos sinuosos, perfurações de membranas timpânicas, além de outras condições tais como colesteatoma e glômus timpânico. Este modelo é utilizado em centros em países desenvolvidos que apresentam escassez no número de pacientes com eventuais problemas otológicos<sup>18</sup>. Possui unidade fixa, uma cabeça

e unidade móvel, composta por conduto auditivo externo e orelha média, que pode ser trocada e examinada indefinidamente (Figura 1).



**Figura 1.** Modelo para ensino e treinamento de otoscopia. A: modelo com cabeça e diferentes partes móveis com vários tipos de doenças e otoscopias. B: prática de otoscopia em modelo. C: exemplo de otoscopia normal de membrana timpânica esquerda em modelo. D: exemplo de otoscopia normal de membrana timpânica direita em modelo. Note triângulo luminoso, membrana com coloração discretamente perolácea e visão de parte da cadeia ossicular e tuba auditiva por transparência.

Apesar de apresentar custo relativamente baixo ainda não é disponível em nosso país. Trabalho recente mostra que os resultados tanto do treinamento motor quanto da avaliação de doenças nestes modelos são comparados aos resultados obtidos com treinamento em pacientes reais<sup>18</sup>.

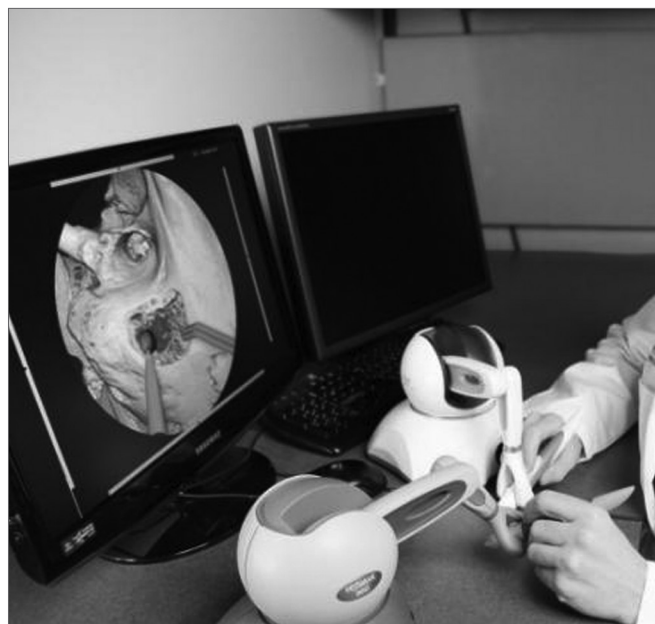
Há também os simuladores virtuais para dissecação do osso temporal. Estes simuladores permitem ilimitadas dissecações com diferentes tipos de brocas e instrumentos virtuais, utilizando conceitos de realidade virtual e mecanismos de interação direta com os usuários, como simulação de força e toque em estruturas, conhecido como “force feedback”<sup>19,20</sup>.

Desde a década de 90 do século passado, vários programas de computador que possibilitavam a dissecação virtual do osso temporal foram desenvolvidos e aplicados com relativo sucesso em programas de residência médica em vários países no mundo<sup>19,20</sup>.

Os mais recentes simuladores virtuais foram desenvolvidos nos Estados Unidos da América, pela Universidade de Ohio e na Alemanha. O simulador americano,

chamado de “virtual temporal bone” está em fase de validação, sendo utilizado por diversas instituições no mundo, incluindo instituição brasileira, no chamado “virtual temporal bone project”.

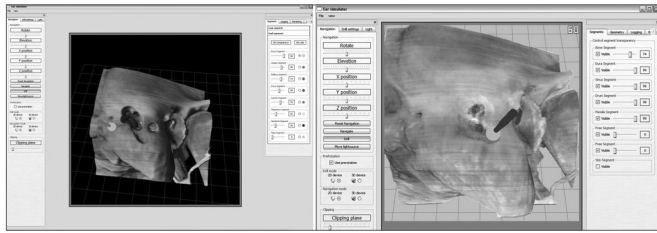
É um instrumento bastante promissor e que traz recursos de reconhecimento de estruturas e alarme quando o médico está próximo a marcos anatômicos, tais como nervo facial, dura-máter da fossa média, além dos canais semicirculares. Como também traz recursos de renderização gráfica 3D para melhor simular as diferentes texturas e consistências do osso temporal, um dos problemas enfrentados pelo simulador atualmente é a necessidade de uso de computadores com alto poder de processamento gráfico, somente funcionando em aparelhos com potentes placas processadoras gráficas, com no mínimo 256Mb de memória não compartilhada e controle com capacidade de transmissão e sensação de força - force feedback - (Figura 2), dispositivos com custo ainda elevado para os padrões nacionais<sup>21,22</sup>.



**Figura 2.** Simulador virtual de dissecação do osso temporal. Virtual Temporal Bone Project. Note controles que possibilitam sensação de toque e força (force feedback).

Outro simulador interessante e que ganhou recente destaque na literatura especializada está sendo desenvolvido na Alemanha, podendo ser obtido e utilizado de forma gratuita, bastando ter equipamento capaz de rodar o programa que pode ser baixado pela Internet<sup>22</sup>.

Este programa de computador é capaz de apresentar uma nota, que varia de 0 a 10, para a dissecação realizada, baseada na preservação de estruturas anatômicas importantes, tais como o nervo facial, a dura-máter da fossa média, cadeia ossicular e canais semicirculares (Figura 3).



**Figura 3.** Imagem da tela de computador de programa de dissecação virtual do osso temporal. Este programa, desenvolvido na Alemanha pode ser baixado gratuitamente para o computador. Note as texturas com boa definição, além de estruturas anatômicas importantes, tais como o nervo facial.

O simulador alemão também necessita de computadores com alto poder de processamento gráfico e controle próprio, o que ainda pode limitar a disseminação destes produtos<sup>22</sup>.

Apesar de vários trabalhos com validação em simuladores anteriores, ainda não foram realizados tais estudos com estes simuladores comparando-se o treinamento de médicos neste ambiente virtual e com peças reais de osso temporal com relação a eventual benefício obtido por algum destes treinamentos na realização de cirurgias em pacientes reais e diminuição de eventuais complicações. Entretanto no Canadá, em 2006, realizou-se estudo interessante com o simulador de osso temporal “virtual temporal bone” que evidenciou que residentes que realizaram dissecações virtuais relataram melhora em seus aprendizados anatômicos<sup>23</sup>.

Sabe-se que, em outras áreas, vários trabalhos mostram o benefício do uso de simuladores virtuais, principalmente na aquisição de conhecimento anatômico, diminuição do tempo cirúrgico e complicações enfrentadas quando o médico realiza treinamento intensivo em simuladores virtuais<sup>2,4-8</sup>.

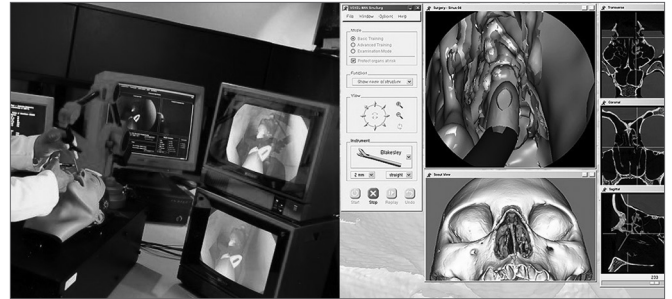
## Rinologia

Atualmente a cirurgia endoscópica funcional do nariz e seios paranasais é considerada o “padrão-ouro” para o tratamento de muitas doenças destas regiões. A manipulação de instrumentos e endoscópio durante estes procedimentos é desafiadora pela complexa anatomia e proximidade de estruturas importantes como cérebro, conteúdo orbitário, artérias carótidas, nervo óptico, dentre outras<sup>1</sup>.

Recentemente um simulador virtual de cirurgia endoscópica nasal e de seios paranasais, intitulado de ES3, foi desenvolvido pela empresa Lockheed Martin Corporation, de Akron, Ohio, Estados Unidos da América, baseando-se em conceitos de simuladores de voo desenvolvidos pela mesma companhia para as forças armadas americanas<sup>1,10,24-26</sup>.

Este simulador utiliza elementos de realidade virtual e mecanismos de interação direta com os usuários, como

simulação de força e toque em estruturas (force feedback). Entretanto, o uso deste produto ainda é restrito, mesmo nos Estados Unidos, devido ao alto custo dos equipamentos, composto por um computador poderoso (Silicon Graphics Inc., Mountain View, Calif), controles com capacidade de efeito de força (Phantom Omni) e plataforma que inclui réplica de endoscópio, instrumento cirúrgico e cabeça de plástico de modelo (Figura 4).

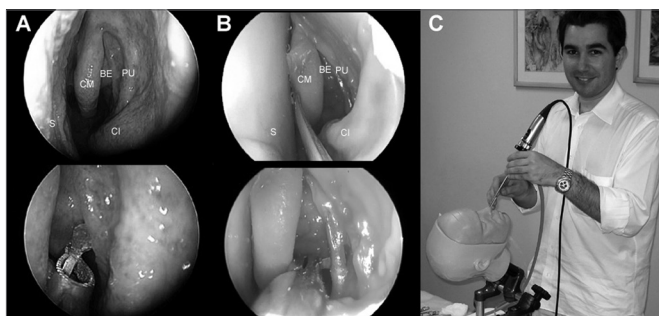


**Figura 4.** Simulador virtual de cirurgia endoscópica nasossinusal, denominado de ES3. Ao lado, imagem da tela de computador do programa. Note a possibilidade de mudança virtual de pinças e instrumentos e as imagens da dissecação.

Vários trabalhos foram elaborados mostrando o desenvolvimento, validação e uso deste simulador. A maioria traz resultados positivos do uso e treinamento por parte de estudantes de medicina e médicos residentes<sup>24-26</sup>. Entretanto este modelo possui algumas desvantagens como alto custo, uso de imagens virtuais, muitas vezes confusas e com pouca resolução, alterações sensitivas ao toque em determinadas estruturas, além de não possibilitar o uso de instrumentos e endoscópios reais como os mesmos utilizados em cirurgias tradicionais<sup>26,27</sup>.

A empresa Prodelphus ([www.prodelphus.com](http://www.prodelphus.com); Recife, Pernambuco, Brasil), e médicos brasileiros desenvolveram um modelo real de dissecação endoscópica nasossinusal. Este modelo, batizado em Inglês de S.I.M.O.N.T. (Sinus Model Otorhino-Neuro Trainer), foi criado baseado em fotos de estruturas anatômicas reais e vídeos de dissecação em cadáveres frescos<sup>27</sup>.

Em trabalho recente publicado dez otorrinolaringologistas com diferentes níveis de experiência dissecaram este modelo após visualização de vídeo de dissecação em cadáver fresco e de acordo com manual elaborado especificamente para dissecação endoscópica do nariz e seios paranasais. Os resultados foram muito interessantes, pois para 70% dos participantes houve ganho em conhecimento anatômico com a dissecação realizada, o que pode evidenciar a eficácia deste modelo. As principais vantagens encontradas foram: uso de instrumental semelhante ao das cirurgias endoscópicas reais e ausência de riscos biológicos inerentes (Figura 5). A principal desvantagem foi a possibilidade de dissecação única em cada parede lateral nasal<sup>27,28</sup>.



**Figura 5.** Imagens do modelo S.I.M.O.N.T. A: imagem endoscópica (0-graus, 4mm) de dissecação anatômica em cadáver fresco. B: imagem endoscópica (0-graus, 4mm) de dissecação anatômica em modelo S.I.M.O.N.T. Note semelhança entre as estruturas e a utilização de instrumentos cirúrgicos reais, também utilizados em cirurgias tradicionais. (CM) corneto médio; (BE) bolha etmoidal; (PU) processo uncinado; (CI) corneto inferior; (S) septo nasal. C: Médico realizando dissecação das tarefas solicitadas em modelo S.I.M.O.N.T. Note que são utilizados os mesmos instrumentos de cirurgias nasossinais.

O custo também pode vir a ser fator limitante do uso deste modelo, que também pode ser utilizado no ensino de técnicas minimamente invasivas, como sinuplastia com balão e até mesmo cirurgias endoscópicas da base do crânio<sup>28</sup>. Além disso, os modelos podem ser personalizados de acordo com o interesse, ou seja, doenças podem ser colocadas para o treinamento de técnicas específicas para aquelas condições. Dependendo do tipo do modelo o custo pode variar de 400,00 a 1.000,00 dólares americanos.

Não foram ainda realizados estudos sobre possível melhora de desempenho cirúrgico em médicos que realizam treinamento utilizando este modelo, entretanto atualmente este modelo é utilizado por médicos em cursos de dissecação endoscópica nasossinusal em nosso país e fora do país por médicos de outras especialidades, como oftalmologistas, para o treinamento de procedimentos endoscópicos, tais como dacriocistorrinostomias<sup>29</sup>.

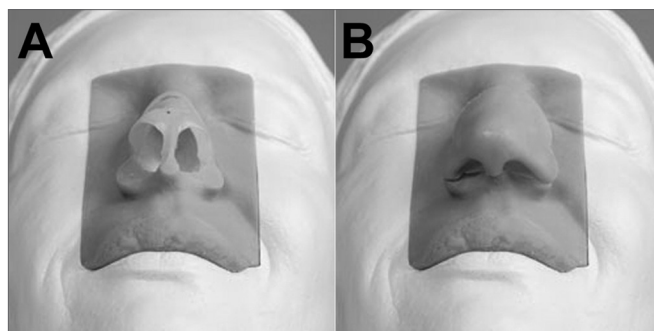
Também na rinologia há modelos reais para treinamento de técnicas cirúrgicas de rinoplastia. Desenvolvido na Inglaterra e com recente publicação na literatura, o modelo de rinoplastia foi desenvolvido para treinamento de técnicas estéticas e funcionais<sup>30</sup>.

Consiste de equipamento desenvolvido em material sintético, a partir de imagens de tomografias computadorizadas, com cabeça e unidade móvel, totalmente operável, composta por cartilagens presentes no nariz, além de pele artificial (Figura 6).

Ainda não foram realizados estudos de validação deste modelo que, entretanto já é utilizado em alguns centros como complementação de práticas de dissecação e de técnicas cirúrgicas<sup>30</sup>. Não obtivemos, entretanto, informações sobre o custo deste modelo.

## Laringologia

Talvez seja a área da Otorrinolaringologia com a maioria dos modelos e simuladores para ensino e treina-



**Figura 6.** Modelo para treinamento de rinoplastias. A: modelo com cartilagens expostas. B: modelo com pele sintética recobrindo as cartilagens. A parte branca é um molde de cabeça fixo. A parte com coloração da pele é um módulo com pele e cartilagens sintéticas que são dissecáveis e pode ser trocado.

mento, principalmente relacionados às vias aéreas.

Os primeiros modelos criados na laringologia foram para o treinamento de práticas de cricostomias e traqueostomias. Há diversos tipos de modelos tanto reais, como manequins, quando simuladores virtuais, inclusive com capacidade de controle de sensação de toque (force feedback)<sup>9,11,31</sup>.

A grande maioria destes modelos já foi validada. Em trabalho recente, um modelo (manequim) de treinamento foi avaliado por 70 anestesistas que participaram de estudo randomizado com relação ao tempo gasto para a realização deste cricostomias e traqueostomias. Destes, 54 anestesistas que treinaram mais com os modelos levaram menos tempo para realizar o procedimento em pacientes reais<sup>11</sup>.

Mas atualmente uma das áreas de grande interesse é o da cirurgia laríngea, principalmente a da fonocirurgia, que apresenta desafios importantes para os médicos, necessitando de treinamento intenso e práticas delicadas específicas. Recentemente um modelo real para o treinamento de cirurgias na laringe foi desenvolvido nos Estados Unidos. Este modelo, denominado “laryngeal dissection module”, utiliza pregas vocais de material sintético sobrepostas em plataforma que simula laringe<sup>31</sup>.

Em recente trabalho publicado para a validação deste modelo, mostrou-se o desenvolvimento e o treinamento de cirurgias, em que foram utilizados os mesmos instrumentos e um microscópio cirúrgico aplicados em cirurgias reais. Os resultados foram muito interessantes. Os médicos com pouca experiência e que utilizaram este modelo melhoraram a performance com o treinamento, apresentando menos erros em cirurgias reais realizadas após sessão com modelo. A lesão de tecidos superficiais periféricos também foi menor, além do tempo cirúrgico que foi reduzido quando comparado ao grupo de residentes que não treinou neste modelo específico<sup>31</sup>.

Há também programas virtuais tais como o “larynx virtual surgery”, que pode simular as pregas vocais e movimentos glóticos no ensino e treinamento de fonocirurgias.

---

## DISCUSSÃO

---

Embora existam vários outros fatores envolvidos no treinamento, a observação e realização de procedimentos são importantes na formação de médicos competentes e seguros, principalmente nas áreas cirúrgicas<sup>3-5</sup>.

Infelizmente são escassos os estudos nacionais sobre erros médicos, porém há consenso geral na comunidade médica americana no sentido de se melhorar a segurança e satisfação de pacientes nos tratamentos cirúrgicos realizados. E isto se dá necessariamente pelo intenso treinamento de médicos<sup>2,4,5,12</sup>.

Não há estudos nacionais sobre o custo do treinamento de médicos residentes, mas nos Estados Unidos são gastos aproximadamente 53 milhões de dólares americanos durante o treinamento de residentes de cirurgia geral. Este valor contabiliza materiais cirúrgicos desperdiçados, peças anatômicas dissecadas, aumento no tempo cirúrgico pelo aprendizado, aumento nos dias de internação de pacientes por erros na realização dos procedimentos, aumento de revisões cirúrgicas, dentre outras<sup>32</sup>.

À medida que os procedimentos ganham complexidade, principalmente com o uso de técnicas endoscópicas e minimamente invasivas o treinamento deve ser ainda mais elaborado, o que aumenta ainda mais os custos. O uso de simuladores reais ou virtuais tem potencial para diminuir estes gastos.

Atualmente o campo da cirurgia está na linha de frente do desenvolvimento de simuladores computadorizados, não somente para treinamento, mas também para reciclagem e contínuo aprendizado de cirurgiões com comprovada experiência<sup>5</sup>. Os benefícios são inúmeros, pois a performance pode ser objetivamente mensurada nos simuladores virtuais e estes podem ser utilizados várias vezes, eliminando a falta de disponibilidade ou baixo número de procedimentos em alguns programas de residência médica.

Os simuladores virtuais também podem mimetizar pacientes reais que serão submetidos a procedimentos cirúrgicos, tendo os médicos oportunidade de realizar o mesmo procedimento de forma antecipada, identificando possíveis dificuldades e evitando possíveis complicações<sup>5,14,19</sup>.

A Otorrinolaringologia também apresenta alguns avanços na área de simulação para treinamento. A cirurgia endoscópica do nariz e seios paranasais é associada a práticas psicomotoras e perceptuais que devem ser adquiridas antes da realização de procedimentos reais. As habilidades inerentes à realização segura desta técnica são marcadamente diferentes das necessárias à realização de cirurgias convencionais<sup>33</sup>. O treinamento em simuladores virtuais tem ajudado médicos residentes americanos neste progresso, sem, entretanto, causar risco ou dano a qualquer paciente<sup>1,14,15,18,19,33</sup>.

No Brasil ainda não temos a disponibilidade de utilizar tais simuladores virtuais de cirurgias endoscópicas nasossinusais, muito pelo fator custo, visto que a grande maioria das instituições de ensino não tem condições financeiras de arcar com estes equipamentos que também requerem constante manutenção. Entretanto, em nosso país já dispomos de modelo real de dissecação endoscópica nasossinusal, além de centro de dispõe de programa virtual de dissecação do osso temporal.

Alguns estudos mostram que a habilidade de se tocar instrumentos musicais e prática de jogos eletrônicos estão diretamente relacionadas, se trabalhadas corretamente, com a melhora da performance de cirurgiões. Autores já demonstraram que o uso de jogos eletrônicos afeta positivamente a performance em cirurgias vídeo-laparoscópicas<sup>34</sup>. Os simuladores virtuais, como se assemelham bastante aos jogos eletrônicos, também têm potencial para melhorar esta performance cirúrgica.

Vimos que há trabalhos em que simuladores virtuais nas áreas da rinologia, otologia e laringologia foram avaliados quanto à efetividade de treinamento, nenhum, entretanto, em nosso país. Uma limitação significativa encontrada e comentada na grande maioria destes trabalhos é o número reduzido da população do estudo, principalmente pelas limitações intrínsecas das novas tecnologias.

Entretanto, embora estas amostras sejam pequenas, elas são genuinamente aceitas como padrão para estudos com simuladores em todos os meios<sup>1,14,15,18,19</sup>.

Este campo de desenvolvimento de modelos e simuladores para ensino e treinamento em Otorrinolaringologia pode ser limitado apenas pela imaginação. Uma infinidade de aplicações dirigidas pode ser criada e o futuro da educação e treinamento em nossa especialidade passa necessariamente por uma discussão, desenvolvimento e aplicação destes novos instrumentos.

Além disto, novos procedimentos também podem ser desenvolvidos e testados virtualmente, novos instrumentos e dispositivos de segurança também podem ser avaliados antes da implantação, gerando enorme economia de custos e colaborando para a constante evolução da especialidade.

Novas linhas de pesquisa e profissionais capacitados para elaborar programas de ensino virtuais também serão importantes, diminuindo distâncias, aumentando conhecimento e gerando economias.

Vimos e participamos recentemente do primeiro congresso virtual realizado de nossa especialidade no Brasil. Em ambiente virtual vários profissionais dos mais diferentes locais do país reuniram-se por uma manhã para reciclagem e aprendizado. Iniciativas como estas, além de programas virtuais de ensino e treinamento vieram para ficar e devem ser incorporados pelos centros formadores de médicos de nosso país.

---

## CONCLUSÃO

---

A Otorrinolaringologia, como especialidade clínica e cirúrgica, deve estar na vanguarda desta revolução tecnológica. Modelos reais e simuladores virtuais em nossa especialidade, além de ambientes virtuais para ensino e aprendizado, têm grande potencial, e com custos de equipamentos cada vez mais acessíveis, devido ao desenvolvimento tecnológico de computadores, a popularização tende a ser inevitável.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Arora H, Uribe J, Ralph W et al. Assessment of Construct Validity of the Endoscopic Sinus Surgery Simulator. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2005;217-21.
2. Champion H, Gallagher A. Simulation in surgery: a good idea whose time has come. *Br J Surg.* 2003;90:767-8.
3. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To Err Is Human: Building a Safer Health System.* Washington, DC: National Academy Press; 1999.
4. Dawson SL. A critical approach to medical simulation. *Bull Am Coll Surg.* 2002;87:12-8.
5. Satava RM. Advanced simulation technologies for surgical education. *Bull Am Coll Surg.* 1996;81:77-81.
6. Gallagher AG, McClure N, McGuigan J, Crothers I, Browning J. Virtual reality training in laparoscopic surgery: a preliminary assessment of minimally invasive surgical trainer virtual reality (MIST VR). *Endoscopy.* 1999;31:310-3.
7. Park J, MacRae H, Musselman IJ, Rossos P, Hamstra S, Wolman S, Reznick RK. Randomized controlled trial of virtual reality simulator training: transfer to live patients. *Am J Surg.* 2007;194:205-11.
8. Kneebone R. Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Med Educ.* 2003;37(3):267-77.
9. Deutsch E. High-fidelity patient simulation mannequins to facilitate aerodigestive endoscopy training. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;134(6):625-9.
10. Ossowski KL, Rhee DC, Rubinstein EN, Ferguson BJ. Efficacy of sinonasal simulator in teaching endoscopic nasal skills. *Laryngoscope.* 2008;118:1482-5.
11. John B, Suri I, Hillermann C, Mendonca C. Comparison of cricothyrotomy on manikin vs. simulator: a randomised cross-over study. *Anaesthesia.* 2007;62(10):1029-32.
12. Nogueira JF Jr, Baraúna Filho I, Hermann D et al. Stereoscopic Tridimensional Images of the Anatomy of the Temporal Bone: Acquisition and Demonstration. *Intl Arch Otorhinolaryngol.* 2008;105-10.
13. Rogers DA, Elstein AS, Bordage G. Improving continuing medical education for surgical techniques: applying the lessons learned in the first decade of minimal access surgery. *Ann Surg.* 2001;233:159-66.
14. Club TSS. The learning curve for laparoscopic cholecystectomy. *Am J Surg.* 1995;170:55-9.
15. Aggarwal R, Crochet P, Dias A, Misra A, Ziprin P, Darzi A. Development of a virtual reality training curriculum for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg.* 2009;96(9):1086-93.
16. Aggarwal R, Grantcharov TP, Eriksen JR, Blirup D, Kristiansen VB, Funch-Jensen et al. An evidence-based virtual reality training program for novice laparoscopic surgeons. *Ann Surg.* 2006; 244(2):310-4.
17. Rosenthal R, Gantert WA, Hamel C, Metzger J, Kocher T, Vogelbach P, et al. The future of patient safety: Surgical trainees accept virtual reality as a new training tool. *Patient Saf Surg.* 2008; 2:16.
18. Kaleida PH, Ploof DL, Kurs-Lasky M, Shaikh N, Colborn DK, Haralam MA, Ray S, et al. Mastering diagnostic skills: Enhancing Proficiency in Otitis Media, a model for diagnostic skills training. *Pediatrics.* 2009;124(4):714-20.
19. OLeary SJ, Hutchins MA, Stevenson DR, Gunn C, Krumpholz A, Kennedy G, et al. Validation of a networked virtual reality simulation of temporal bone surgery. *Laryngoscope.* 2008; 118(6):1040-6.
20. Wiet GJ, Stredney D, Sessanna D, Bryan JA, Welling DB, Schmalbrock P. Virtual temporal bone dissection: an interactive surgical simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002;127(1):79-83.
21. Kerwin T, Shen HW, Stredney D. Enhancing realism of wet surfaces in temporal bone surgical simulation. *IEEE Trans Vis Comput Graph.* 2009;15(5):747-58.
22. Sorensen MS, Mosegaard J, Trier P. The visible ear simulator: a public PC application for GPU-accelerated haptic 3D simulation of ear surgery based on the visible ear data. *Otol Neurotol.* 2009;30(4):484-7.
23. Zirkle M, Roberson DW, Leuwer R, Dubrowski A. Using a virtual reality temporal bone simulator to assess otolaryngology trainees. *Laryngoscope.* 2007;117(2):258-63.
24. Edmond Jr C. Impact of the Endoscopic Sinus Surgical Simulator on Operating Room Performance. *Laryngoscope.* 2002;1148-58.
25. Fried M, Sadoughi B, Weghorst S et al. Construct Validity of the Endoscopic Sinus Surgery Simulator. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007; 350-7.
26. Weghorst S, Airola C, Oppenheimer P, et al. Validation of the Madigan ESS simulator. *Stud Health Technol Inform.* 1998;50:399-405.
27. Nogueira JF, Stamm AC, Lyra M, Balieiro FO, Leão FS. Building a real endoscopic sinus and skull-base surgery simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;139(5):727-8.
28. Stamm A, Nogueira JF, Lyra M. Feasibility of balloon dilatation in endoscopic sinus surgery simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;140(3):320-3.
29. Weiss M, Lauer SA, Fried MP, Uribe J, Sadoughi B. Endoscopic endonasal surgery simulator as a training tool for ophthalmology residents. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2008;24(6):460-4.
30. Zabaneh G, Lederer R, Grosvenor A, Wilkes G. Rhinoplasty: a hands-on training module. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124(3):952-4.
31. Contag SP, Klein AM, Blount AC, Johns MM 3rd. Validation of a laryngeal dissection module for phonosurgical training. *Laryngoscope.* 2009;119(1):211-5.
32. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *Am J Surg.* 1999;177:28-32.
33. Glaser A, Hall C, Uribe J et al. The Effects of Previously Acquired Skills on Sinus Surgery Simulator Performance. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2005; 525-30.
34. Tsai CL, Heinrichs WL. Acquisition of eye-hand coordination skills for videoendoscopic surgery. *J Am Assoc Gynecol Laparosc.* 1994;1(4,Part 2):S37.