

Simuladores para a medicina

Bonecos que imitam bebês e reproduções de partes do corpo humano produzidos em impressoras 3D inovam o ensino e o planejamento de cirurgias

Marcos de Oliveira

Parece um boneco de bebê daqueles que as crianças gostam de brincar. Tem peso e pele de um recém-nascido verdadeiro, mas a cabeça apresenta alongamentos ou deformidades típicas de humanos que nascem com cranioestenose, fusão precoce das suturas dos ossos cranianos. Modelos de bebês com essa doença e também com hidrocefalia, em que a criança apresenta cabeça aumentada devido ao acúmulo irregular de líquido (líquido cefalorraquidiano) em cavidades do cérebro, foram idealizados pela neurocirurgiã pediátrica Giselle Coelho, do Hospital Santa Marcelina, em São Paulo, que faz doutorado na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) e, parte dele, no Boston Children's Hospital da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, no chamado formato sanduíche. Desde os tempos da formação na residência médica em neurologia, Giselle sentia falta de modelos mais evoluídos para treinar as cirurgias.

Chamado por Giselle de simulador, o modelo permite que o médico-residente treine os procedimentos de várias técnicas, com bisturi e outros instrumentos cirúrgicos. Quando ocorre algum erro, como o corte de uma veia, por exemplo, o modelo “sangra”. Com o bebê simulador, Giselle ganhou em 2015, aos 36 anos, o prêmio Jovem Neurocirurgião concedido pela Federação Mundial de Sociedades de Neurocirurgia (WFNS, na sigla em inglês). Feitas de silicone e resina, as peças foram produzidas com financiamento do Instituto de Desenvolvimento da Educação e Inovação Científica (Siedi, na sigla em inglês), de São Paulo, pela Prodhelphus, de Olinda (PE), empresa que fabrica material para ensino médico.

A figura do bebê-modelo foi produzida pelos artistas plásticos Jair Lyra, Josemi Fabrício e Georgina Barreto, daí o nome Gigi, que uniu os nomes da médica e da artista. O projeto contou também com a parceria científica do professor Benjamin Warf, da Universidade Harvard. O de-



Bebê Gigi, acima, modelo para cirurgias de cranioestenose e hidrocefalia. Ao lado, modelo de seio para visualização de pequenos tumores e cistos com equipamentos de ultrassom



envolvimento e a validação tiveram a colaboração da professora Nelci Zanon, do Departamento de Neurocirurgia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Os bebês são parte do doutorado de Giselle, orientado pelo professor Manoel Jacobsen, da FM-USP. Os simuladores têm a estrutura do crânio, sensível aos raios X porque aparecem nas radiografias. “A parte óssea do modelo é importante para definir e treinar a melhor técnica cirúrgica de acordo com a anatomia do paciente, principalmente na osteotomia, parte da operação em que é preciso cortar o osso e remodelá-lo”, explica Giselle. Mas tal característica trouxe problemas para ela em uma viagem aos Estados Unidos. Com o bebê-modelo dentro da mala, foi parada no aeroporto sob suspeita de estar viajando com um crânio na bagagem. Depois de muita explicação ela foi dispensada.

O uso de simuladores vem crescendo na medicina. Antes, o mais usado no aprendizado nas escolas de medicina eram os cadáveres, que continuam, mas em menor número. Os indigentes – origem mais comum dos corpos – diminuíram muito devido a novas formas de identificação, como o exame do DNA, e, em alguns procedimentos, o uso de cadáveres não se aplica. “Os mortos não têm pele e músculos com a consistência e resistência de uma pessoa viva. O simulador consegue reproduzir ao máximo o paciente com patologia específica”, comenta Giselle. Os Gigis passam agora por validações de dois grupos de cirurgiões: os experientes, que já deram o sinal positivo para o uso do simulador, e os médicos-residentes, que atualmente estão testando o equipamento. Depois de finalizada essa fase, Giselle vai decidir como esses simuladores poderão ser usados em outros hospitais e universidades.

Outra iniciativa brasileira na área de simuladores médicos é da empresa Gphantom, de Ribeirão Preto, que desenvolveu e lançou recentemente produtos para uso em treinamento de ultrassom. Um deles é de uma mama, na qual o aluno de medicina consegue visualizar pequenos tumores ou cistos, além de treinar a biópsia no modelo utilizando uma agulha. O outro modelo é uma peça que simula uma parte de tecido humano para testes de acesso venoso, prática de biópsias, treinamento de ultrassom e aplicação de anestesia.

A empresa foi formada em 2013 por dois alunos da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP), o físico-médico e doutorando Felipe Grillo e a química e mestranda Michelle Ferreira da Costa Abrãao. “No meu mestrado comecei a estudar esses modelos, que no exterior são chamados de *phantoms* [fantasmas, em inglês], e desenvolvi um para treinamento de biópsia de tireoide. Esses modelos eram uma linha de pes-

quisa do Grupo de Inovação e Instrumentação Médica e Ultrassom [Giimus] que participei na USP”, diz Grillo. Os modelos desse tipo eram, até então, importados. O empresário diz que empresas que fabricam aparelhos de ultrassom, como Ericsson, GE e Konica-Minolta, já utilizaram os simuladores da Gphantom com o objetivo de demonstrar seus equipamentos em feiras e congressos, por exemplo. Cerca de 200 modelos foram disponibilizados no mercado. Até agora, das instituições de ensino, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) comprou, a pedido de um professor, modelos para uso de um aluno de mestrado. Cada peça que simula uma mama custa R\$ 550,00 e as usadas em treinamento de procedimentos de anestesia e biópsia, R\$ 600,00. Grillo explica que o material é reciclável. “Depois de um desgaste natural, com furos de agulha, a peça pode retornar à empresa e vale até a metade do valor de uma nova aquisição.”

O avanço da tecnologia em impressoras 3D, capazes de imprimir com polímeros todo tipo de peça plástica, também propicia a feitura de modelos médicos personalizados de um local do corpo do paciente que passará por cirurgia. A BioArchitects, empresa paulistana de tecnologia de medicina que produz biomodelos com impressoras 3D desde o final de 2015, fez parcerias com alguns médicos, que são professores em universidades, para oferecer os modelos para teste. Em troca, os cirurgiões se comprometem a relatar em artigos científicos a experiência

em trabalhar com as réplicas em 3D. “A partir de exames de ressonância magnética ou tomografia, nossos bioengenheiros transformam as imagens em modelos tridimensionais que retratam a situação do paciente”, conta Felipe Marques, diretor executivo da empresa. A produção do biomodelo com formatos, textura, flexibilidade e consistência muito próximas do real é possível porque a impressora de origem israelense pode utilizar nove tipos de polímeros em uma única impressão, misturando dosagens de cada um, para formar pele, tecidos subcutâneos e ossos. As cores que diferenciam órgãos, tecidos e ossos também podem ser escolhidas com a mistura dos polímeros.

Em Curitiba, um biomodelo da empresa contribuiu no planejamento de uma cirurgia de transplante de fígado em que parte da cavidade abdominal de um bebê foi reproduzida na impresso-

Os modelos 3D podem ser usados para verificar a posição de um tumor no fígado e as estruturas ao redor

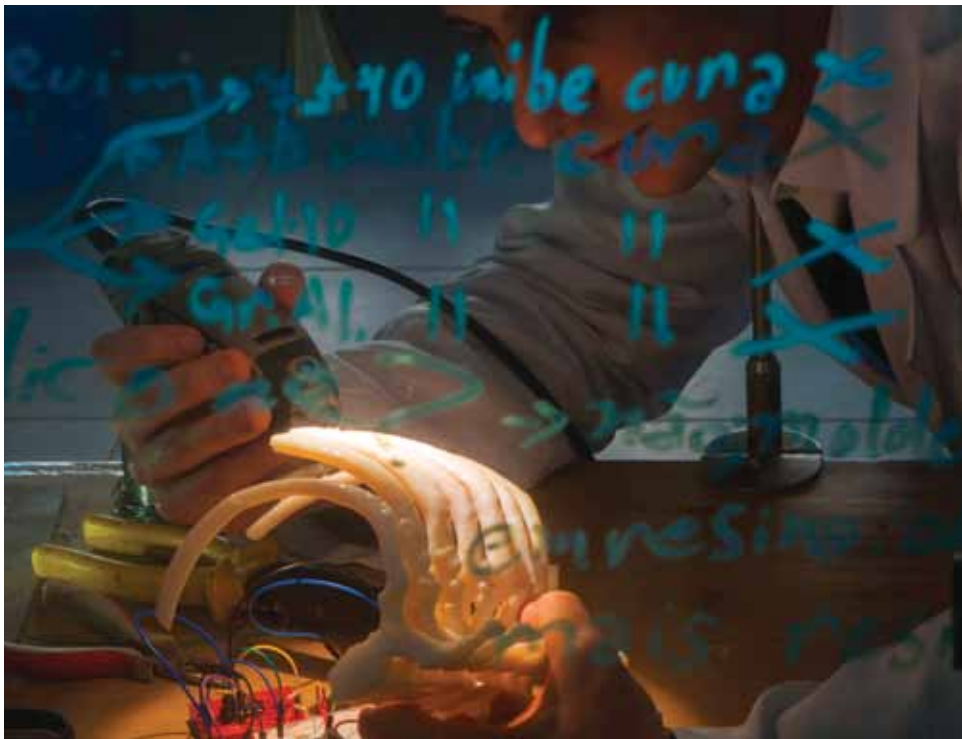


ra. A criança com 10 meses de idade recebeu o diagnóstico de atresia das vias biliares. Para melhor preparar a cirurgia que vai extrair um pedaço do fígado do pai e implantá-lo no bebê, o médico enviou para São Paulo as imagens de tomografia da criança para a BioArchitects. Depois de cinco dias, o material estava pronto e foi enviado para Curitiba. “Nesse tipo de cirurgia, o tamanho certo é muito importante porque se o órgão ficar maior pode ocorrer uma síndrome de compressão em que o abdômen tem que ficar aberto até diminuir o edema”, explica o cirurgião Júlio Cesar Wiederkehr, professor do De-

partamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que vivenciou essa situação no início do ano. Além dessa operação, ele fez outra para extrair um tumor no fígado de um paciente. “Nos deparamos frequentemente com variações anatômicas no momento da cirurgia; o mais importante é saber a posição do tumor em relação às estruturas do órgão e também às adjacentes”, explica. “O uso dos modelos 3D pode ter aplicações variadas em neurocirurgia, ortopedia, cirurgia cardíaca, cirurgia hepatobiliar, entre outras”, explica Wiederkehr.

No geral, o uso desses modelos médicos em 3D personalizados é indicado para cirurgias mais complexas, quando é necessário um planejamento prévio. “As cirurgias de cardiopatias congênitas e as que utilizam mais de uma técnica serão mais bem planejadas se tivermos um biomodelo para simular a correção mais adequada”, afirma

Coração impresso: a partir de imagem de ressonância, peça mostra áreas de calcificação, em branco no interior do órgão. Ao lado, processo de finalização de modelo para aplicação de placa de titânio nas costelas



o cardiologista Luiz Antônio Rivetti, professor da Faculdade de Medicina da Santa Casa de São Paulo, que também experimentou os produtos da empresa. Ele utilizou o modelo em 3D para visualizar um aneurisma de ventrículo esquerdo, uma patologia que ocorre entre 10% e 15% de pessoas que têm infarto do miocárdio. “Com o modelo, soubemos com precisão a extensão do problema, além de ter a certeza sobre a extensão da fibrose a ser extraída”, diz Rivetti. “Foram três casos operados, com resultados muito bons, nos quais conseguimos escolher previamente a melhor técnica.” O cardiologista apresentará os resultados com os biomodelos no congresso mundial da The World Society of Cardiothoracic Surgeons, este mês, na África do Sul.

BENEFÍCIOS ADICIONAIS

Os biomodelos da BioArchitects custam entre R\$ 4 mil e R\$ 5 mil. O diretor da empresa, Felipe Marques, prevê que o preço deve cair com o aumento da demanda. “Em algumas cirurgias, como a de múltiplas fraturas de costela, na qual o cirurgião molda as placas de titânio conforme a curvatura anatômica dos ossos de cada paciente, os biomodelos têm apresentado redução de custos e de tempo cirúrgico com o planejamento prévio da patologia do paciente. Em uma dessas cirurgias, o médico utilizou o biomodelo no dia anterior ao procedimento para treinar e levou as placas já personalizadas para a fixação nas costelas.” Segundo Marques, há benefícios em todas as esferas: o hospital aumenta o número de cirurgias por sala, a seguradora tem previsi-

bilidade de uso e redução de material, os cirurgiões podem planejar e prever possíveis dificuldades na operação e o paciente fica menos suscetível à infecção.

O mercado de impressão 3D movimenta atualmente cerca de U\$ 4,5 bilhões no mundo, segundo a consultoria norte-americana ATKearney. A expectativa é de U\$ 17,2 bilhões até 2020. O setor de saúde representa em torno de 15% desse total e deve crescer em até 25% nos próximos quatro anos.

A utilização dos modelos médicos foi medida em um artigo científico publicado na revista *Surgery*, em junho deste ano, que analisou 158 artigos científicos sobre o uso de produtos em 3D, entre 2005 e 2015. Foi realizado por pesquisadores do Hospital Georges Pompidou e da Universidade Paris-Sud, na França. O estudo indicou que a impressão tridimensional está se tornando cada vez

mais importante na medicina, especialmente nas cirurgias, e avaliou vantagens e desvantagens do uso dos modelos. O procedimento já foi experimentado em 37 países, como China, Alemanha e Estados Unidos. Os estudos indicam que 50% dos modelos foram utilizados em cirurgias na área bucomaxilofacial e 24,7% em operações ortopédicas. Do total, 71,5% dos estudos reportaram usos desses modelos em cirurgias. Uma porcentagem menor, de 9,5%, mostrou o uso de impressoras 3D para produzir implantes ou próteses personalizadas, e 6,3%, no projeto de moldes ou próteses faciais como orelha e nariz. Entre as vantagens para os médicos nas cirurgias, o estudo identificou a melhor visualização de malformações e antecipações de dificuldades anatômicas, além da diminuição do tempo da cirurgia e de complicações no pós-operatório como hemorragias e infecções. As desvantagens estão no longo tempo de preparação do modelo e na necessidade de tempo adicional para o planejamento do pré-operatório, além dos custos adicionais referentes à aquisição do modelo. ■

Projeto

Análise de viabilidade técnica-comercial de simuladores sintéticos do tecido biológico para treinamento em procedimentos médicos guiados por ultrassom (nº 2014/50414-9); Modalidade Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); Pesquisador responsável Felipe Grillo (Gphantom); Investimento R\$ 100.875,00.

Artigos científicos

MARTELLI, N. *et al.* Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. *Surgery*. On-line. jan. 2016. COELHO, G. *et al.* New anatomical simulator for pediatric neuroendoscopic practice. *Child's Nervous System*. v. 31, n. 2. fev. 2015.