

Centros de simulação e projeto pedagógico: dois lados da mesma moeda

Simulation centers and pedagogical planning: Two sides of the same coin

Carolina Felipe Soares Brandão¹, Marco Antonio de Carvalho-Filho^{2,3}, Dario Cecilio-Fernandes³ ✉

¹ Hospital Simulado, Universidade Cidade de São Paulo (UNICID). São Paulo, SP.

² Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, SP.

³ Center for Education Development and Research in Health Professions, University of Groningen; University Medical Center Groningen. Groningen, Países Baixos.

Como citar este artigo:

Brandão CFS, Carvalho-Filho MA, Cecilio-Fernandes D. Centros de simulação e projeto pedagógico: dois lados da mesma moeda (Simulation centers and pedagogical planning: Two sides of the same coin). *Sci Med*. 2018;28(1):ID28709. <http://doi.org/10.15448/1980-6108.2018.1.28709>

RESUMO

OBJETIVOS: Discutir as principais questões relacionadas ao uso e estruturação de um centro de simulação: logística, aproveitamento dos recursos e alinhamento entre o projeto pedagógico e as atividades simuladas.

MÉTODOS: Revisão narrativa da literatura, com busca nas bases de dados Web of Science, PubMed, SciELO e Google Scholar, incluiu artigos publicados até junho de 2017.

RESULTADOS: A simulação médica tem sido inserida nos cursos da área de saúde tanto para treinamento quanto para avaliação. Com isso, houve um grande aumento de centros de simulação, os quais envolvem um alto custo tanto para sua infraestrutura geral e especificidades como para manutenção. Muitas vezes os centros de simulação têm uma baixa aceitação docente e discente, tornando-os subutilizados, principalmente quando a metodologia não é implementada adequadamente. O método será mais valorizado quando houver um alinhamento entre o projeto pedagógico e as atividades simuladas. O planejamento de um centro de simulação é uma tarefa árdua que exige estudo prévio, conhecimento sobre o currículo institucional, orçamento e visitas a outros centros já existentes para evitar grandes ajustes posteriores que potencialmente são difíceis e onerosos. Para um melhor aproveitamento logístico, é necessário inicialmente identificar o público alvo e a inserção curricular do método, para definir a quantidade de participantes, tipos de salas e tipos de simuladores. A capacitação docente e o envolvimento multiprofissional são necessários para o bom funcionamento do centro de simulação, sendo que um dos principais motivos para a sua subutilização é a falta de capacitação docente. Além de capacitar os docentes, outras formas para utilizar os centros de simulação estão relacionadas à pesquisa e à parceria entre escolas de medicina e serviços hospitalares. Nessa parceria, as instituições de ensino ganham oportunidades de financiamento e interação com a sociedade, enquanto os hospitais ganham qualificação e aumentam a segurança de seus pacientes. Todas essas questões devem ser consideradas quando o estudo orçamentário é realizado, pois apenas o ambiente físico e os simuladores não são suficientes para o aproveitamento do ambiente simulado.

CONCLUSÕES: A integração entre educação, pesquisa e assistência, e o alinhamento com o projeto pedagógico, são de extrema importância para a utilização da simulação na área da saúde, e essenciais para o desenvolvimento de novos treinamentos e conhecimentos.

DESCRITORES: simulação; educação médica; segurança do paciente; currículo; educação em saúde.

ABSTRACT

NOTE: The English version of the full article is available on the same website.

AIMS: This article discusses the main issues related to the use and structuring of a simulation center, namely, logistics, use of resources and alignment between the pedagogical project and simulated activities.

METHODS: A narrative literature review, with search in Web of Science, PubMed, SciELO and Google Scholar databases, included articles published up to June 2017.

RESULTS: Medical simulation has been implemented in the health courses for training and assessment. Because of this implantation, many simulation centers have been created, involving a high cost for the construction as well as the maintenance. Many of the simulation centers have a low acceptance from teachers and students, letting them underused, especially when the methodology is not correctly implemented. The simulation centers will become important when they are aligned with the pedagogical planning. Planning a simulation center is a time-consuming task, which requires visiting another simulation center to avoid major adjustments afterwards. It is important to identify the target group and the usage of the simulation center on the pedagogical planning to define the number of users and the type of structure. Also, it is necessary to identify the type of simulators the simulation center will use. Faculty development and multiple disciplinary teams are required. The lack of faculty development is one of the reasons of the underuse of the simulation center. Besides faculty development, other ways of optimize the simulation center is research and partnership between medical school and hospital. Medical school will have funding opportunities and interaction with society. The hospital will qualify their employees and increase the safety of their patients. While conducting the budget, there is a need to consider all those points, since only the physical space and the simulators are not sufficient for a good simulation center.

CONCLUSIONS: The integration between education, research and assistance, and the alignment with the pedagogical project are of utmost importance for the use of simulation in healthcare, and essential for the development of new training and knowledge.

KEYWORDS: simulation; medical education; patient safety; curriculum; healthcare professional education.

Recebido: 02/10/2017

Aceito: 23/11/2017

Publicado: 26/01/2018

✉ **Correspondência:** d.cecilio.fernandes@umcg.nl

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8746-1680>

Center for Education Development and Research in Health Professions
Antonius Deusinglaan1, FC40, 9713 AV, Groningen, Países Baixos



Este artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a publicação original seja corretamente citada. http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

Abreviaturas: OSCE, *Objective Structured Clinical Examination*; OSATS, *Objective Structured Assessment of Technical Skill*.

INTRODUÇÃO

A simulação, como estratégia educacional, tem sido amplamente inserida nos currículos em saúde e na capacitação de profissionais de diversas áreas e especialidades como mais uma ferramenta ativa de aprendizagem. Teoricamente, a simulação poder ser motivacional, e permitir o treinamento concomitante de habilidades de comunicação, procedimental e de raciocínio clínico. No entanto, as dificuldades para implementar novas metodologias pedagógicas são conhecidas, e inovações curriculares deveriam vir acompanhadas de capacitação docente e contextualização à realidade da prática local.

Nas últimas décadas, houve uma proliferação de centros de simulação ao redor do mundo [1]. Além de envolver um alto custo para a sua construção, muitas vezes esses centros são subutilizados, tornando-os dispendiosos e com baixa aceitação docente e discente, particularmente quando a metodologia não é adequadamente empregada. Neste contexto, a utilização e a valorização dos laboratórios de simulação acontecerá na medida em que a simulação for incorporada no projeto pedagógico do curso. Para que isso aconteça, estratégias de capacitação docente voltadas para disseminação e implementação dessa estratégia, assim como mudanças culturais em que a segurança do paciente assuma papel protagonista no contexto da educação nas áreas da saúde, são fundamentais.

Levando em conta o aumento de escolas médicas e da saúde, assim como de centros de simulação voltados à educação continuada, esta revisão narrativa visa discutir as principais questões relacionadas ao uso e estruturação de um centro de simulação: treinamento simulado como estratégia de ensino, inserção do treinamento simulado no projeto pedagógico, logística e aproveitamento do centro de simulação.

TREINAMENTO SIMULADO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Tradicionalmente, as habilidades clínicas são treinadas no cenário real da prática por meio do modelo supervisor-aprendiz, no qual o aluno observa o profissional de saúde realizando diversos procedimentos. O modelo supervisor-aprendiz assume

que os alunos adquirem competências e habilidades médicas com passar do tempo ao serem expostos aos pacientes [2]. Esse modelo muitas vezes coloca o estudante em uma situação passiva, o que pode dificultar o aprendizado. Além disso, tradicionalmente, os métodos de avaliação nesse contexto são frágeis, e há poucas oportunidades para os estudantes praticarem deliberadamente as tarefas que ainda não foram completamente dominadas. Devido à grande complexidade do cenário real da clínica, o feedback pode ser menos eficiente por não conseguir discriminar a competência em que o estudante deve focar para dar o próximo passo em direção à *expertise* [2].

Com o avanço da tecnologia (especificamente simuladores), o treinamento de diversas habilidades médicas passou a ser possível em ambientes simulados. O treinamento simulado pode ser moldado especificamente para a necessidade de cada estudante, contemplando o conceito da "zona de próximo desenvolvimento" e permitindo que eles aprendam no seu próprio ritmo [2]. O uso da simulação permite que o aluno treine suas habilidades, técnicas e não técnicas, de uma forma segura e em ambiente controlado, sem riscos para o paciente real [3-5]. A simulação permite não só o treinamento de habilidades, mas também a internalização de rotinas de procedimentos, além do treinamento do trabalho em equipe, liderança e comunicação.

O uso da simulação em saúde como prática educacional já está bem estabelecido e, comprovadamente, contribui para a aprendizagem dos alunos. Além disso, a utilização sistemática da simulação como prática pedagógica qualifica o cuidado ao melhorar a segurança do paciente, contribuir para o planejamento terapêutico e aperfeiçoar o trabalho em equipe [6].

O uso de simulação em saúde pode ser utilizado para o ensino de habilidades técnicas, comportamentais e clínicas. Os centros de simulação mais avançados são capazes de reproduzir muitas habilidades médicas, utilizando-se de simuladores, pacientes simulados, híbridos, realidade virtual e cadáveres. As habilidades técnicas, geralmente, focam em questões motoras, das mais simples como por exemplo aferir a pressão arterial até para as mais complexas como manusear um transdutor para a ultrassonografia ou realizar uma inserção de dreno torácico. As habilidades comportamentais focam em competências como trabalho em equipe, comunicação, entre outros. No caso de habilidades clínicas, o foco deve ser no raciocínio clínico e na integração de todas as habilidades citadas.

No treinamento pré-clínico, a simulação pode ser utilizada para o ensino de habilidades médicas

primárias, como massagem cardíaca, mas também como oportunidade de integração dos conteúdos do ciclo básico com o clínico, como, por exemplo, usar simuladores de ultrassonografia para ensinar anatomia [7, 8]. Ao preparar o aluno para o treinamento clínico, a simulação pode ser usada para a internalização de rotinas de procedimentos que devem estar automatizadas antes do contato real com o paciente e com a clínica, como por exemplo, rotinas de intubação orotraqueal ou reanimação cardiopulmonar avançada. Diversos autores sugerem que pelo menos os treinamentos das habilidades motoras deveriam ocorrer fora do ambiente real [9,10]. A simulação também pode representar uma oportunidade de preparar os estudantes para as vivências emocionais futuras, muitas vezes negligenciadas no cenário real de prática. Vários estudos mostram que a simulação é capaz de desencadear respostas emocionais semelhantes às vivências reais da prática [11,12].

Ao longo do treinamento clínico, especialmente na residência médica, a simulação pode ajudar a problematizar o trabalho em equipe, a comunicação com o paciente e com suas famílias, e situações de dilemas morais e éticos. Pode também oferecer uma oportunidade para explorar erros cometidos e casos complexos.

Recentemente, com a ajuda de impressoras 3D, casos cirúrgicos reais podem ser praticados com antecedência [13-15]. Além disso, as impressoras 3D podem auxiliar no ensino de diversos aspectos do treinamento médico na graduação e residência médica [16].

As experiências simuladas agregam no desenvolvimento de diferentes competências e quando inseridas de maneira formal nos currículos promovem maior aproveitamento e, conseqüentemente, maior retenção do conhecimento [4]. O **Quadro 1** apresenta um resumo de tipos de simulação clínica utilizados na graduação e na educação continuada.

Hoje compreendemos bem como a motivação é uma força motriz do aprendizado. As atividades de simulação permitem o planejamento de atividades compatíveis com o nível do estudante, com aumento progressivo de dificuldade conforme seu desenvolvimento seja testado e observado, o que gera sensação de competência. Quando conciliamos a simulação com o cenário real da clínica, este aumento de competência pode gerar maior autonomia que desloca o estudante de uma zona periférica de atuação médica para o centro da atuação clínica. Nada mais motivador para um estudante de medicina do que sentir-se capaz de atuar como médico com confiança, sem comprometer a segurança do paciente.

Quadro 1. Resumo de tipos de simulação clínica utilizados na graduação e na educação continuada.

Tipo de Simulação	Características e Exemplos
Simulação com pacientes padronizados	<ul style="list-style-type: none"> Acontece com atores / pacientes ou equipe treinada geralmente em "consultórios simulados". <p><i>Exemplos: cenários de comunicação para más notícias ou casos clínicos neurológicos onde um ator traz maior realismo ao cenário.</i></p>
Simulação de alta fidelidade	<ul style="list-style-type: none"> Necessita de simulador avançado com respiração espontânea e possibilidade de procedimentos gerais. Não é regra absoluta, mas em geral é utilizada em cenários de alta complexidade - avançados. <p><i>Exemplos: parada cardiorrespiratória, choque séptico ou politraumatizado.</i></p>
Simulação híbrida	<ul style="list-style-type: none"> Associa o paciente padronizado a algum manequim para procedimentos. <p><i>Exemplo: parto expulso com atriz e um manequim de simulador de parto.</i></p>
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> Geralmente, utiliza manequins com o objetivo de treinar especificamente um procedimento e não há necessidade (mas é possível) contextualizar um caso clínico. <p><i>Exemplo: punção intraóssea.</i></p>

INSERÇÃO DO TREINAMENTO SIMULADO NO PROJETO PEDAGÓGICO

A literatura indica que programas de simulação inseridos na rotina curricular dos estudantes funcionam de forma efetiva na construção do conhecimento clínico [4]. O principal componente da introdução das atividades de simulação no currículo deve ser o planejamento pedagógico. O número de estudantes, a fase do curso em que as atividades serão inseridas, a quantidade de salas necessárias, a quantidade de professores capacitados, os financiamentos disponíveis devem ser mapeados com antecedência, para que o aproveitamento da técnica seja maximizado.

Este processo de inserção curricular deve ser revisto com todos os professores envolvidos no projeto pedagógico do curso, para realmente integrar as atividades de simulação às atividades regulares do módulo ou disciplina, garantindo sua coerência pedagógica. Neste contexto, o primeiro passo deve ser contar com um grupo de professores que conheça e domine a técnica e que esteja motivado para implementá-la. Caso a instituição não conte com esse grupo em seus quadros, deve selecionar professores para receberem treinamento específico.

A capacitação docente pode acontecer com atividades formais e informais, individuais ou coletivas. A capacitação docente começa com o treinamento para o uso dos manequins, e continua com o suporte para elaboração de cenários realísticos. Também é importante apoiar o docente na aquisição e treinamento das habilidades e competências necessárias para facilitar o *debriefing*. No entanto, a maioria das estratégias de capacitação docente acontecem na forma de *workshops* ou com cursos de imersão, muitas vezes fora da realidade do professor. Neste sentido, as estratégias de capacitação docente para simulação são melhor sucedidas quando voltadas diretamente para a realidade do professor; de preferência, abordando diretamente o seu problema, e de forma longitudinal como *coaching* específico para simulação. Estima-se que uma nova modalidade pedagógica deva ser repetida pelo menos 20 vezes antes de se tornar natural para um professor [17]. O melhor cenário acontece quando se consegue criar uma comunidade de docentes facilitadores que permita a troca de experiências, a inovação e a contextualização da simulação à realidade da instituição e do currículo em questão.

O segundo passo deve ser o planejamento das disciplinas ou módulos onde a simulação será inserida inicialmente. Professores e estudantes devem estar motivados para a mudança e dispostos a aceitar a

simulação como metodologia de ensino. Por mais que façamos investimento na fidelidade dos cenários, a pactuação entre alunos e professores é sempre fundamental para o sucesso da prática.

Infelizmente, muitas vezes a estruturação de um centro de simulação direciona as atenções dos gestores apenas para a aquisição de simuladores sofisticados, resultando na compra de manequins de baixa e alta fidelidade e a construção das salas e centros de simulação como etapas iniciais do processo de incorporação curricular da simulação. No entanto, sem uma mudança da cultura pedagógica da instituição, muitos desses centros caríssimos se tornam subutilizados. Diversos centros de simulação no Brasil e no exterior são subutilizados por falta de professores capacitados, falta de espaço no currículo e falta de interesse de outros profissionais.

LOGÍSTICA

Após identificar o público alvo é importante fazer um levantamento das questões logísticas. Um ambiente que será utilizado para capacitação de residentes ou educação continuada, naturalmente poderá exigir mais salas e simuladores específicos ou avançados com recursos audiovisuais do que um curso de graduação no qual as demandas por salas simuladas, com manequins diversos para treino de habilidades técnicas, são imperativas. Para o treinamento de habilidades também será fundamental ter salas amplas (onde não há necessariamente objetivo de avaliação) e que tenham boa estrutura para guardar todos os materiais, manequins e simuladores de forma organizada e simples para o dia a dia. Uma sala de apoio para centros com grande quantidade de equipamentos será válida; há muitas reposições de peças e materiais para a composição destes manequins e simuladores.

A salas de simulação clínica avançada devem considerar algumas especificidades como acústica, recurso audiovisual, lavatórios, tomadas, sala de controle, *wi-fi*, ar condicionado (fundamental para os simuladores), sala de *debriefing* (discussão) e, muito embora não exista um tamanho pré-determinado para este planejamento das salas, deve-se considerar os cenários que serão propostos para verificar o número de materiais envolvidos no atendimento simulado (carro de emergência, ventilador mecânico, suporte de soro, prancha rígida, entre outros) conforme exemplo na **Figura 1**.

A sala de controle, representada pela **Figura 2**, é o ambiente onde os computadores, recurso para voz dos pacientes simulados, inserção de exames em tempo real estarão presentes junto com os técnicos,

instrutores ou docentes e em geral não há necessidade de ser muito ampla. A sala de *debriefing* deve levar em conta carteiras confortáveis e que possam ser colocadas preferencialmente "em círculo" para a discussão posterior, assim como recurso de gravação e som que devem ser programados com cautela, pois costumam promover as maiores dificuldades técnicas deste tipo de ambiente.

Determinado o tipo de simulação e demanda específica do currículo, deve-se planejar o espaço

físico para a criação das salas. Neste momento, considerar armários para guardar pertences, banheiros, almoxarifado, ambiente específico para os atores e equipe docente ou instrutores, ambiente para café, salas de aula e demais necessidades para uma equipe multiprofissional, composta não somente pelo docente mas por arquiteto, engenheiro, profissional de tecnologia da informação – no caso das simulações avançadas – e administrador do espaço a ser criado. Visualiza-se, na **Figura 3**, um exemplo de planta baixa.



Figura 1. Exemplo de ambulatório simulado com três leitos

(Fonte: Hospital Simulado da Universidade Cidade de São Paulo)

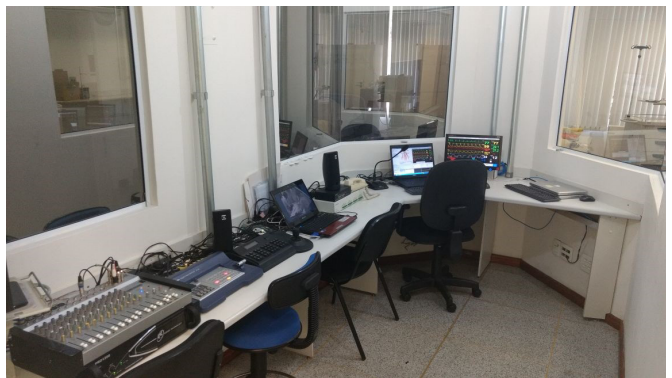


Figura 2. Exemplo de sala de comando para salas de simulação avançada

(Fonte: Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas)

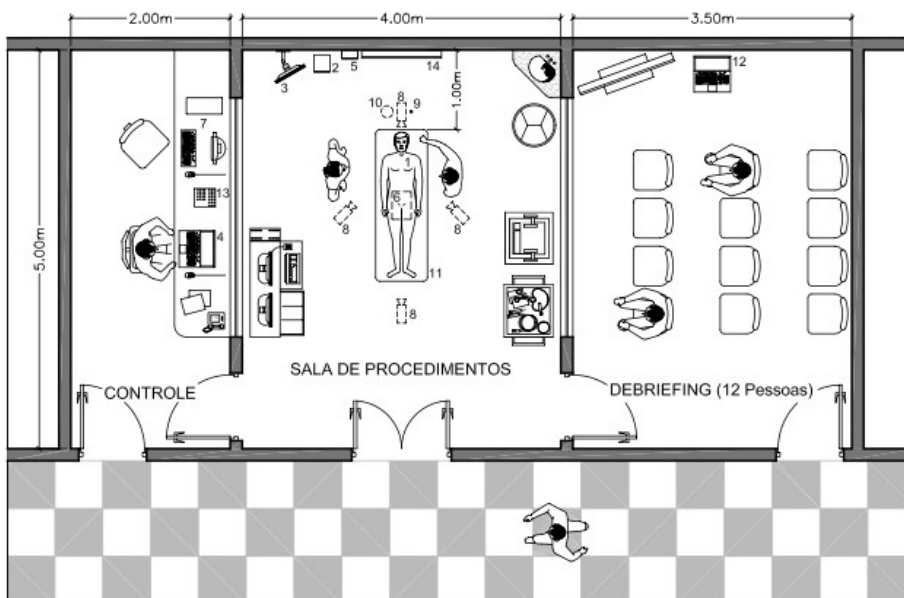


Figura 3. Exemplo de construção de uma sala avançada de simulação clínica

(Fonte: Imagem cordialmente cedida pela Laerdal Medical do Brasil)

Portanto, antes de estruturar a planta física do centro de simulação, é importante entender e planejar as atividades que serão realizadas nele, para que o dimensionamento idealizado seja compatível com a futura utilização do espaço. Isto é importante para garantir que o centro não seja subutilizado no futuro, o que pode minar o processo de incorporação curricular da simulação. Ao mesmo tempo, é importante considerar a perspectiva internacional de expansão e desenvolvimento desta área, particularmente no tocante à educação continuada.

APROVEITAMENTO DO CENTRO DE SIMULAÇÃO

Avaliação

Os ambientes simulados também são muito utilizados para avaliar estudantes [18]. Esta estratégia educacional é utilizada como ferramenta de avaliação em sistemas de acreditação institucionais, contratação de profissionais e para o ingresso em programas de residência e graduação em saúde, uma vez que habilidades técnicas e comportamentais são verificadas. Provavelmente, as mais conhecidas dessas formas de avaliação, mas que também podem ser utilizadas para treinamento, sejam os consultórios simulados chamados de "OSCE", sigla que significa *Objective Structured Clinical Examination* [19], e para habilidades técnicas, o "OSATS", sigla que significa *Objective Structured Assessment of Technical Skill* [20]. Em geral, a utilização do ambiente simulado como meio de avaliação tem se respaldado em estudos psicométricos (para uma revisão, veja Cook et al. [21]). Tais estudos demonstraram que a avaliação por meio de simuladores é válida e fidedigna.

Nas simulações mais avançadas, em que há uma equipe a ser treinada, torna-se mais difícil mensurar o atendimento realizado por cada aluno ou profissional, requerendo prática educacional. Instrumentos adequados que possam contemplar toda a dimensão cognitiva e comportamental envolvida no processo são escassos e raramente validados para uso em diferentes culturas e cenários [22]. O desenvolvimento de instrumentos adequados é essencial para uma boa avaliação, seja ela formativa ou somativa. No caso da formativa, é importante que todas as avaliações sejam voltadas para o aspecto educacional. De toda forma, tal avaliação deve ser tão válida e fidedigna como as avaliações de formato somativo.

Pesquisa

O universo em pesquisa na área educacional, e mais precisamente em simulação, é muito vasta.

Primeiramente, as pesquisas focavam em verificar se os treinamentos simulados poderiam melhorar a aprendizagem, assim como a validade dos usos de simuladores (para uma revisão Cook et al. [23] e Cook et al. [21], respectivamente). Hoje em dia, as pesquisas estão mais voltadas para a melhora do treinamento em si e a transferência para o cuidado com o paciente. No entanto, ainda há diversas oportunidades de pesquisa, como por exemplo estudos comparativos entre métodos de simulação, estudos associativos, longitudinais e de validação, que também são opções para pesquisas com treinamentos simulados.

Integração ensino-serviço

Os centros de simulação representam uma oportunidade singular para a integração dos serviços clínicos aos centros formadores de recursos humanos na área da saúde. A principal parceria observada, internacionalmente, acontece entre faculdades de medicina e enfermagem e serviços hospitalares. As faculdades ganham oportunidades de financiamento e interação com a sociedade, uma de suas finalidades, e os hospitais ganham qualificação e aumentam a segurança de seus pacientes. Além disso, com o grande número de faculdades de medicina no Brasil, muitas vezes dividindo o mesmo espaço geográfico, a ideia da realização de consórcios para a criação e manutenção de centros de simulação pode ser muito custo-efetiva e servir de alternativa para a viabilização de centros modernos de simulação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de ambientes simulados ao ensino médico e em outras áreas da saúde, com a evolução acelerada da tecnologia e da informática, busca, a cada dia, melhorar o conteúdo de habilidades técnicas e não técnicas, além do raciocínio clínico dos alunos, replicando – de forma segura e realística – situações críticas que poderão ser enfrentadas por esses profissionais.

O planejamento de um centro de simulação é uma tarefa árdua que exige visitas a centros já existentes, estudo orçamentário, planejamento curricular, capacitação docente e envolvimento multiprofissional. Além disso, diversos fatores devem ser considerados para que os centros de simulação não sejam subutilizados. A integração entre o uso educacional (graduação, pós-graduação, educação continuada) e a pesquisa são de extrema importância para o uso da simulação, assim como o desenvolvimento de novos treinamentos e conhecimentos.

Com o aprimoramento desses centros, esperamos criar uma cultura em que a segurança do paciente seja a etapa inicial de qualquer planejamento pedagógico na educação de profissionais da área da saúde. Obviamente, o uso da simulação não compete ou exclui a experiência clínica real. As experiências com a simulação preparam o estudante e qualificam o médico e os outros profissionais de saúde para aproveitar com maior eficiência o aprendizado proporcionado pela prática.

NOTAS

Apoio financeiro

D. C. F. recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) número 9568-13-1.

M. A. C. F. recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) número 2016/11908-1.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses relevantes ao conteúdo deste artigo.

REFERÊNCIAS

1. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care*. 2008;23(2):157-66. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2007.12.004>
2. McGaghie WC. Mastery Learning: It Is Time for Medical Education to Join the 21st Century. *Acad Med*. 2015;90(11):1438-41. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000911>
3. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Petrusa ER, Waugh RA, Brown DD, Safford RR, Gessner IH, Gordon DL, Ewy GA. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA*. 1999;282(9):861-6. <https://doi.org/10.1001/jama.282.9.861>
4. Motola I, Devine LA, Chung HS, Sullivan JE, Issenberg SB. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. *AMEE Guide No. 82. Med Teach*. 2013;35(10):e1511-30. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.818632>
5. Weller JM. Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. *Med Educ*. 2004;38(1):32-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2004.01739.x>
6. McGaghie WC, Issenberg SB, Barsuk JH, Wayne DB. A critical review of simulation-based mastery learning with translational outcomes. *Med Educ*. 2014 04;48(4):375-85. <http://doi.org/10.1111/medu.12391>
7. Swamy M, Searle RF. Anatomy teaching with portable ultrasound to medical students. *BMC Med Educ*. 2012;12(1):99. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-12-99>
8. Tshibwabwa ET, Groves HM. Integration of ultrasound in the education programme in anatomy. *Med Educ*. 2005;39(11):1148. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2005.02288.x>
9. Mitchell EL, Arora S. How educational theory can inform the training and practice of vascular surgeons. *J Vasc Surg*. 2012;56(2):530-7. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.065>
10. Anderson JM, Warren JB. Using simulation to enhance the acquisition and retention of clinical skills in neonatology. *Semin Perinatol*. 2011;35(2):59-67. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2011.01.004>
11. Rauen CA. Simulation as a teaching strategy for nursing education and orientation in cardiac surgery. *Crit Care Nurse*. 2004;24(3):46-51.
12. Dias RD, Neto AS. Stress levels during emergency care: A comparison between reality and simulated scenarios. *J Crit Care*. 2016;33:8-13. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.02.010>
13. Giovinco NA, Dunn SP, Dowling L, Smith C, Trowell L, Ruch JA, Armstrong DG. A novel combination of printed 3-dimensional anatomic templates and computer-assisted surgical simulation for virtual preoperative planning in Charcot foot reconstruction. *J Foot Ankle Surg*. 2012;51(3):387-93. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2012.01.014>
14. Cheung CL, Looi T, Lendvay TS, Drake JM, Farhat WA. Use of 3-dimensional printing technology and silicone modeling in surgical simulation: development and face validation in pediatric laparoscopic pyeloplasty. *J Surg Educ*. 2014;71(5):762-7. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2014.03.001>
15. Klein GT, Lu Y, Wang MY. 3D printing and neurosurgery--ready for prime time? *World Neurosurg*. 2013;80(3-4):233-5. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2013.07.009>
16. Rengier F, Mehndiratta A, von Tengg-Kobligh H, Zechmann CM, Unterhinninghofen R, Kauczor HU, Giesel FL. 3D printing based on imaging data: review of medical applications. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2010;5(4):335-41. <https://doi.org/10.1007/s11548-010-0476-x>
17. Joyce BR, Showers B. Student achievement through staff development. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development; 2002.
18. Brandão C, Collares C, Cecilio-Fernandes D. Simuladores, Pacientes Padronizados e Híbridos. In: Neto A, Fonseca A, Brandão C, editors. *Simulação Realística e Habilidades na Saúde*. 1st ed. São Paulo: Atheneu; 2017. p. 23-30.
19. Harden RM, Gleeson F. Assessment of clinical competence using an objective structured clinical examination (OSCE). *Med Educ*. 1979;13(1):39-54. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1979.tb00918.x>

20. Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, Brown M. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg*. 1997;84(2):273-8. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800840237>
21. Cook Da, Zendejas B, Hamstra SJ, Hatala R, Brydges R. What counts as validity evidence? Examples and prevalence in a systematic review of simulation-based assessment. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2013;19(2)233-50. <http://doi.org/10.1007/s10459-013-9458-4>
22. Brandão CS, Fernandes DC, Collares CF, Fernandes GR, Marin HF. Translation and back-translation of the TeamSTEPPS® teamwork assessment tool for use in simulation teaching in Brazil. *Sci Med*. 2016;26(4):24622. <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2016.4.24622>
23. Cook DA, Hamstra SJ, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hatala R. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: systematic review and meta-analysis. *Med Teach*. 2013;35(1):e867-98. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.714886> 