

SIMULAÇÃO EM RADIOLOGIA E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

SIMULATION IN RADIOLOGY LEARNING

Jorge Elias Júnior

Docente. Departamento de Clínica Médica. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP.
Correspondência: Centro de Ciências das Imagens e Física Médica – CCIFM. Av. Bandeirantes, 3900 - 14049 900 Ribeirão Preto – SP
jejunior@fmrp.usp.br

Elias Júnior J. Simulação em radiologia e diagnóstico por imagem. Medicina (Ribeirão Preto) 2007; 40 (2): 192-8.

Resumo: A técnica de ensino por simulação está descrita e em uso em várias áreas da Medicina. Particularmente no ensino de Radiologia e Diagnóstico por Imagem esta técnica tem sido utilizada principalmente para o aprendizado de procedimentos em Radiologia Intervencionista. No entanto, considerando o fato de que é uma técnica que reduz a exposição dos pacientes a procedimentos realizados por médicos em treinamento, existe uma pressão crescente para que seja usada de maneira mais abrangente também no ensino da Radiologia Diagnóstica. Esta revisão apresenta sucintamente as principais aplicações da técnica de simulação para o ensino específico na área de Radiologia e Diagnóstico por Imagem e discute suas possíveis aplicações futuras.

Decriptores: Simulação. Educação Médica. Aprendizagem Baseada em Problemas. Radiologia; ensino. Diagnóstico por Imagem. Radiologia Intervencionista.

1- INTRODUÇÃO

A técnica de ensino baseada em simulação de tarefas na área de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (RDI) é mais difundida e utilizada no ensino pós-graduado, em particular na Residência Médica. Sua utilização no ensino de graduação nesta área específica é mais restrita, pois não existe treinamento formal em procedimentos radiológicos nesta fase, que tem como conteúdo principal questões mais voltadas para o aprendizado da formação e interpretação de imagens. Ainda assim, métodos de simulação por computador para o ensino na interpretação de exames básicos como a radiografia simples de tórax e de abdômen podem ser criados em ambiente de ensino à dis-

tância como o Teleduc ou similar¹.

Recentemente, o uso dos métodos de simulação no ensino médico aumentou visivelmente, principalmente no ensino pós-graduado, em parte devido à maior preocupação da importância com a segurança dos pacientes².

Na conferência de aprendizado e ensino da RSNA, em 2005, a simulação médica e os simuladores foram considerados como um dos principais pontos a serem investidos no ensino em Radiologia³.

Neste contexto, esta revisão tem como objetivo discutir sucintamente as principais aplicações da técnica de simulação (Tabela I) e as possíveis aplicações futuras da técnica para o ensino específico na área de RDI.

Tabela I: Principais aplicações da técnica de simulação para o ensino na área de Radiologia e Diagnóstico por Imagem

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- Treinamento em urgências e emergências
- Simulação para treinamento em radiologia intervencionista
- Simulação para aquisição de competência em Ultrasonografia diagnóstica
- Outros mecanismos de simulação para aquisição de competências na interpretação de exames de imagem de modo geral

2- PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA TÉCNICA DE SIMULAÇÃO PARA O ENSINO NA ÁREA DE RADIOLOGIA E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

2.1- Treinamento em urgências e emergências

O número de exames radiológicos que necessitam de sedação, analgesia ou meio de contraste vem aumentando rapidamente nos últimos anos⁴. As reações adversas graves à injeção endovenosa de contraste iodado são relativamente raras, mas quando ocorrem necessitam atendimento adequado e imediato. Técnicas de simulação direcionadas para esse treinamento foram criadas⁵ para melhorar a eficiência do atendimento⁶. Uma outra utilidade da técnica de simulação, ainda com esse objetivo, é a possibilidade de servir como ferramenta para medir a eficácia das diversas estratégias de ensino, simuladas ou não, para situações de atendimento de urgência⁷.

A preocupação com o treinamento dos médicos radiologistas para atendimento das reações adversas aos meios de contraste foi motivação para que o Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR) oferecesse pela primeira vez em 1999 o Curso de Assistência à Vida. O Curso foi idealizado nos moldes de outros semelhantes, como o ATLS e o ACLS, com ênfase para simulação do atendimento de emergência (cuidados básicos da vida – ABCs, desfibrilação, vias aéreas e cuidados avançados da vida). Foi óbvia a preocupação com os aspectos específicos do uso do contraste iodado e suas reações adversas. Pouco tempo após sua inauguração, o Curso sofreu consolidação com a publicação do Guia Teórico-Prático de Assistência à Vida em Radiologia.

2.2- Simulação para treinamento em radiologia intervencionista

A Radiologia Intervencionista é uma das sub-áreas que mais cresce dentro da especialidade de RDI. Este crescimento vem sendo determinado pela pressão constante na busca de rotinas e procedimentos menos invasivos, ou mais conhecidos como minimamente invasivos, para resolução de problemas que antes tinham a cirurgia como única opção. À razão disso foi fundada em 1997 a Sociedade Brasileira de Radiologia Intervencionista e Cirurgia Endovascular (SoBRICE - <http://www.sobrince.org.br/>) ligada ao Colégio Brasileiro de Radiologia.

No entanto, a capacitação e a habilitação profissional para realização deste tipo de procedimento são de longa duração, pois a aquisição das habilidades necessárias é feita procedimento por procedimento, existindo muitas variações técnicas e individuais para cada caso que influenciam na destreza necessária e na seqüência de decisões que precisam ser tomadas durante o ato. Além do que, esse treinamento exige prática intensa, que na maior parte dos serviços de capacitação acontece como um misto de observação de vários procedimentos por profissional já formado e realização de passos gradualmente mais complexos até atingir um nível suficiente para realização sem acompanhamento. Todo esse processo normalmente é feito com exames de rotina, em pacientes que, de modo geral, não são informados ou consultados sobre essa prática. Ou seja, considerando os problemas éticos envolvidos nesse tipo de treinamento, existem relatos de métodos de simulação para auxiliar nos vários passos de aprendizados de técnicas de radiologia intervencionista, particularmente nos procedimentos endovasculares de alto risco^{8/10}.

Dawson et al., em estudo recente, demonstraram que a técnica de simulação para aprendizado de procedimentos endovasculares foi eficaz para a aquisição de habilidades requeridas, sem riscos diretos para pacientes¹¹. É interessante notar que neste estudo o procedimento propriamente dito de simulação foi associado à instrução didática, treinamento baseado em computador e demonstração prática em sala de exame, exemplificando que quando se programa uma atividade de ensino baseada em simulação, o próprio preparo para a atividade motiva um engajamento maior do instrutor e do corpo discente. Outros estudos, incluindo estudo randomizado, demonstraram que a simulação baseada em computador para o ensino de procedimentos endovasculares determinou melhora no

desempenho de residentes em treinamento e deveria ser instituída de rotina nos diversos centros de treinamento^{8,10}.

Apesar do claro benefício inerente à aplicação de técnicas de simulação para este tipo de treinamento, existe preocupação quanto a quem e como deveria ser feita a validação destes treinamentos. Alguns consideram que as técnicas de simulação têm potencial para fornecer treinamento robusto e de alta qualidade, possibilitando ainda medir o grau de competência individual, mas que, em áreas particulares como esta com grande variedade de procedimentos e maneiras diferentes de se obter resultados semelhantes, é fundamental que exista uma validação de centros de treinamento que utilizam simuladores por auditores especialistas na área e com capacidade de discernir se o treinamento está sendo adequado ou não¹².

O treinamento na área de intervenção radiológica não-vascular, que é composta por biópsias dirigidas por métodos de imagem e por procedimentos diagnósticos especializados, que exigem punções, também apresenta benefício com a técnica de simulação. Não é incomum que cursos de treinamento ou seções denominadas “hands-on” sejam oferecidos em Congressos ou Jornadas em RDI. Nestas seções de treinamento as estratégias para obter a simulação passam desde a utilização de cortes de carne com inserção de conteúdo alvo até objetos especificamente desenhados para esse fim, denominados phantoms. É de ser notado recente criação de phantom simulador de tecido mamário, em nosso meio, para treinamento de punções dirigidas por ultra-sonografia. Este phantom teve o material especificamente desenvolvido para permitir que o objeto fosse reutilizado várias vezes, mesmo após múltiplas punções, uma vez que seu aquecimento posterior elimina as marcações das punções prévias e promove o retorno ao estado inicial¹³.

2.3- Simulação para aquisição de competência em Ultra-sonografia diagnóstica

A ultra-sonografia é, entre todos os exames de diagnóstico por imagem, o exame mais dependente do examinador, pelo fato de ser dinâmica e realizada em tempo real. Esta característica é determinante para a grande extensão do treinamento necessário para aquisição da competência e habilitação para a realização dos vários tipos de exames. Tal extensão do treinamento veio a determinar que ocorresse a super-especialização na prática da ultra-sonografia, exemplificada pelo fato de que muitos ultra-sonografistas não são

habilitados para a realização de determinados exames ultra-sonográficos.

Habitualmente, na maioria dos centros de treinamento em hospitais ou clínicas especializadas, o aprendizado do exame ultra-sonográfico é realizado durante a rotina de atendimento, em um ambiente com restrição de tempo para realização de exame devido ao número de exames agendados, onde é preciso que o residente em treinamento seja orientado durante ou após o procedimento, ou ainda acompanhe o exame e, posteriormente, repita a técnica observada no mesmo paciente ou voluntário. Apesar de essa situação ser a mais próxima da realidade de atendimento clínico que o profissional encontrará no seu dia a dia após o término do estágio, não necessariamente garante o melhor aprendizado e expõe os pacientes à situação muitas vezes constrangedora. A ultra-sonografia é uma técnica operador-dependente, provavelmente numa escala maior comparativamente aos outros métodos de imagem, e apresenta benefícios claros da utilização da simulação para o treinamento na realização de exames.

Há indicações de que, durante o treinamento inicial do residente, a realização de 200 exames ou menos não é suficiente para o desenvolvimento de um nível aceitável de competência em ultra-sonografia¹⁴. Quando se considera que existem vários tipos de exames ultra-sonográficos, envolvendo múltiplas regiões e órgãos, e que para cada um destes exames existem parâmetros anatômicos diferentes e particulares a serem aprendidos e reconhecidos, fica claro que o número de 200 exames cresce exponencialmente. Com certeza este é um dos principais motivos pelos quais existem cada vez mais sub-especialidades dentro da ultra-sonografia, apoiados pela tendência de sub-especialização sistemática, ou seja, neurorradiologia, sistema músculo-esquelético, diagnóstico por imagem em mastologia, etc...

De todo modo, como a ultra-sonografia é exame inócuo para o paciente, o aprendizado em muitos serviços é feito pela repetição, pelo aprendiz, de exame realizado previamente por profissional já capacitado. Na evolução do treinamento, o aprendiz passa a realizar o exame que posteriormente é revisto por profissional experiente. Este é um treinamento que demanda investimento de boa parte do período de estágios nas residências médicas de RDI, e que ainda assim, requer maior tempo após a residência para consolidação de habilidades e integração do conhecimento anatômico-fisiopatológico.

Independente disso faz parte da maioria dos programas de residência que o médico residente cumpra número mínimo de plantões, incluindo a realização de exames ultra-sonográficos. Como estes atendimentos incluem situações de urgência e emergência, existe sempre a preocupação se os residentes teriam competência para fazer este primeiro atendimento ultra-sonográfico. Neste intuito, as técnicas de simulação têm possibilidade de ajudar a identificar fragilidades e medir competência antes do médico residente assumir tal responsabilidade¹⁵.

2.4- Outros mecanismos de simulação para aquisição de competências na interpretação de exames de imagem de modo geral

Por definição a técnica de simulação na Medicina é a criação de um ambiente educacional em que o aprendizado ocorre pelo uso de um objeto ou aparato, manequim ou grupo de pessoas, sem a presença de um paciente real⁹. O ambiente de simulação pode incluir um manequim completo ou um simulador de procedimentos baseado em computador⁹. Um simulador é um objeto físico que reproduz, em maior ou menor grau de realismo, um procedimento médico que deve ser aprendido, e que incorpora um sistema métrico que permite analisar o progresso e o grau de aprendizado⁹. Estas métricas estão baseadas no currículo dos objetivos educacionais desejados para o treinamento⁹.

Embora os sistemas multimídia interativos baseados em computador, como CDs didáticos, não sejam considerados por definição como técnica de simulação no ensino médico⁹, o impacto positivo de sua utilização torna necessária sua inclusão nesta discussão, no que diz respeito especificamente para o ensino na área de RDI. Há de se considerar que na RDI grande parte do aprendizado recai sobre o reconhecimento de padrões de achados radiológicos nos diversos métodos de imagem, existindo sistematização desejável que corresponde ao: a) reconhecimento de alterações, b) descrição dessas alterações, c) criação de lista de diagnósticos prováveis baseados nos achados em correspondência com dados atuarias, e d) apresentação de um diagnóstico mais provável, considerando o quadro radiológico-clínico globalmente.

Sendo assim, boa parte do treinamento dos médicos residentes se dá pela leitura de exames, seguindo esta sistematização, onde o resultado de seu trabalho é conferido posteriormente, caso a caso, por radiologista graduado. Associando-se ao fato de que uma porcentagem alta destes exames acaba por não

apresentar alterações, muitas doenças têm múltiplas apresentações e incidência variável na população, determinando que no período de treinamento de três anos exista grande probabilidade de que alguns achados ou doenças acabem por não ser “aprendidos”. Por isso, praticamente todos os serviços que treinam residentes em RDI têm a necessidade de criar um arquivo de casos selecionados de interesse didático, o qual é parte fundamental no ensino.

Com a mudança gradativa da documentação dos exames em filmes radiológicos para exames em formato digital houve uma revolução no que diz respeito à transferência e arquivamento das imagens médicas, e, por conseguinte, dos exames do arquivo de interesse didático. Além disso, as ferramentas de informática, em constante evolução, permitiram que fossem criados ambientes de treinamento utilizando-se o arquivo de interesse didático e incluindo-se conteúdo referente aos achados radiológicos, quadro clínico, diagnóstico diferencial e diagnóstico mais provável, multiplicando exponencialmente a possibilidade de aprendizado de doenças menos frequentes ou de apresentações incomuns de doenças frequentes. A consolidação dessa tendência veio com padronização das imagens médicas em formato conhecido como DICOM (“digital imaging and communication in medicine”), impulsionando o desenvolvimento de sistema de arquivamento e gerenciamento de imagens médicas conhecido como PACS (“picture archiving and communication system”)¹⁶. O PACS é um sistema de arquivamento e comunicação voltado para o diagnóstico por imagem que permite o pronto acesso, em qualquer setor do hospital ou clínica, de imagens médicas em formato digital, sendo caracterizado por quatro subsistemas: aquisição, exibição, disponibilização e armazenamento de imagens¹⁶. Com esse sistema é possível arquivar imagens ou exames completos com interesse didático específico para o treinamento e aquisição de habilidades na interpretação de exames e imagens radiológicas.

Tal foi o impacto da disseminação do ambiente digital para arquivamento e gerenciamento de imagens médicas que a Sociedade Norte Americana de Radiologia desenvolveu projeto de software denominado MIRC (“Medical Imaging Resource Center”), de caráter livre e aberto, baseado em imagens DICOM, e destinado à identificação, indexação e recuperação de imagens digitais, incluindo a possibilidade de sua utilização para a criação de banco de imagens didáticas que podem ser compartilhadas por vários hospitais e centros de treinamento (<http://www.rsna.org/MIRC/index.cfm>).

Atualmente, além de CDs interativos destinados ao ensino, existem vários websites que tem extensa base de casos, com questionários de conteúdo fundamental para determinada doença ou achado, com resumo clínico-rádio-patológico, onde como exemplo se pode citar: www.auntminnie.com. A utilização de casos selecionados para compor conteúdo mínimo e fundamental para aquisição de habilidades específicas na interpretação de imagens de tórax, abdômen e encéfalo está em processo de estruturação para aplicação na Disciplina Estágio de Clínica Médica II que consta do currículo do sexto ano do Curso de Medicina da FMRP USP, utilizando-se o sistema Teleduc para sua aplicação (Figura 1)¹.

3- COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÃO

O ensino-aprendizado de residentes na área de RDI sofreu profunda transformação nas últimas décadas, todas relacionadas à evolução explosiva de novos métodos de imagem e da melhora tecnológica dos métodos já existentes. A técnica de aprendizado por simulação tem ganhado espaço no ensino e treinamento para situações de urgência e emergência,

para procedimentos de radiologia intervencionista e na ultra-sonografia diagnóstica. A evolução do ambiente eletrônico-digital na área de RDI tem propiciado o desenvolvimento de softwares que possibilitam a criação de banco de casos de interesse didático e que podem atuar como ensino simulado na interpretação de exames de imagem.

Há que se concordar que a tendência do modelo de ensino médico moderno, ou seja, o modelo Halstediano, cujo processo está baseado no treinamento pós-graduado gradual e lento, tem tendência de levar ao aumento do número de erros médicos e à redução da segurança dos pacientes. Isto porque existem pressões sobre o sistema de saúde para que haja redução ao máximo do tempo de internação de doentes, com ênfase ao tratamento domiciliar, e para que seja dada preferência a procedimentos minimamente invasivos. Soma-se a isso o fato de que, de modo geral, os pacientes internados são, em média, mais gravemente enfermos e com demanda de procedimentos mais complexos⁹. Ou seja, isto deve ter um reflexo direto no treinamento de graduandos e pós-graduandos, com grande pressão na aquisição diferenciada e rápida de habilidades. Como o modelo de ensino atual não é mais

Teleduc
Visão de Formador
Visão de Aluno
Estrutura do Ambiente
Dinâmica do Curso
Agenda
Avaliações
Atividades
Material de Apoio
Leituras
Perguntas Frequentes
Exercícios
Enquetes
Parada Obrigatória
Mural
Fóruns de Discussão
Bate-Papo
Correio
Grupos
Perfil
Diário de Bordo
Portfólio
Acessos
Intermap
Configurar
Administração
Suporte
Sair

Correlação Clínico-Radiológica do Estágio em Clínica Médica II

Estrutura do Ambiente

Esta página apresenta informações gerais sobre o ambiente Teleduc. Suas ferramentas são apresentadas e seus propósitos de utilização são explicitados.

Autenticação de acesso:

O ambiente possui um esquema de autenticação de acesso aos cursos. Para que formadores, coordenadores, alunos, comitadas e visitantes tenham acesso ao curso é preciso que se tenha uma senha e uma identificação pessoal (login), ambas solicitadas ao participante sempre que ele acessar o curso.

Atenção! Para garantir a integridade das informações armazenadas no curso é imprescindível sair do navegador (Mozilla/Opera/Internet Explorer/Navigator/MSN) ao terminar uma sessão de acesso.

Página de entrada do curso

A página de entrada do curso é dividida em duas partes. À esquerda estão as ferramentas que serão utilizadas durante o curso e, à direita, é apresentado o conteúdo correspondente àquela determinada ferramenta selecionada na parte esquerda.

No estar no curso é apresentado o conteúdo da ferramenta "Agenda" que contém informações atualizadas, dicas e sugestões dos formadores para os alunos. Esta página funciona como um canal de comunicação direto dos formadores com os alunos. Não são colocadas informações que seriam fornecidas normalmente no início de uma aula presencial. O conteúdo de "Agenda" é atualizado de acordo com a dinâmica do curso.

Cada curso apoiado pelo ambiente Teleduc pode utilizar um subconjunto das ferramentas descritas a seguir. Assim, pode acontecer de em um determinado momento de curso algumas ferramentas não estarem visíveis no menu à esquerda e, portanto, não disponíveis. Ocorre isso não uma ferramenta, em diferentes momentos de curso, faz parte da metodologia adotada por cada formador. Certamente, se há a seleção de uma nova ferramenta, este fato é avisado ao aluno por meio da Agenda.

Ferramentas de ambiente

Estrutura do Ambiente

Contém informações sobre o funcionamento do ambiente Teleduc.

Figura 1: Página de apresentação do Teleduc do Curso em estruturação para aplicação na Disciplina Estágio de Clínica Médica II que consta do currículo do sexto ano do Curso de Medicina da FMRP USP - http://arenito.cirp.usp.br/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod_curso=448

capaz de prover o treinamento de maneira compreensiva e completa, já é possível notar proliferação cada vez maior de estágios de super-especialização em vários grandes centros e especialidades, inclusive no próprio HCRP – USP.

Uma questão importante sobre a técnica de simulação é quanto à sua validade e eficiência. Compartilhamos a opinião de que não há porque aguardar prova inequívoca dos benefícios das técnicas de simulação no ensino médico quando se considera que vidas humanas dependem de indivíduos com treinamento adequado nas várias situações de atendimento médico¹⁷. Além de que, a simulação não é técnica excludente, mas pode e deve ser aplicada conjuntamente com técnicas clássicas e inovadoras a fim de fortalecer o esforço em reduzir ao máximo o risco de dano aos pacientes. Ainda nesse contexto, já existem evidências de que a simulação, assim como outras estratégias, é eficaz como mecanismo de motivação, e de manutenção desta motivação, dos alunos para a busca ativa de informações e explicações referentes ao objeto de estudo¹⁸.

Apesar de serem descritos riscos potenciais da utilização dos métodos com simulação, como aquisição de comportamento inapropriado (treinamento negativo) ou desenvolvimento de um falso sentimento de segurança com as habilidades supostamente adquiridas as quais poderiam acarretar prejuízo ao paciente², tais riscos são pouco prováveis pelo intenso envolvimento do corpo docente e discente no processo de planejamento e implantação da técnica de simulação.

Especificamente na área de RDI, o assunto “simulação” está em análise pelo American Board of Radiology, pela Radiological Society of North América (RSNA) e pela Society of Interventional Radiology (SIR) que formaram uma força tarefa com objetivo de apresentar opinião consensual para esta revolução tecnológica na educação⁹.

Por fim, considerando a questão segurança dos pacientes, é possível prever que a simulação de procedimentos para o ensino da Radiologia tem tendência de crescimento e será uma mudança revolucionária na maneira como os profissionais da área de saúde irão manter sua proficiência e habilidade.

Elias Júnior J. Simulation in radiology learning. *Medicina (Ribeirão Preto)* 2007; 40 (2): 192-8.

Abstract: Simulation, as a teaching, tool has been used by several areas of expertise. Radiology teaching, in particular, has applied simulation mainly for interventional techniques learning. Nonetheless, there is a growing demand to expand simulation to diagnostic radiology learning once its application represents a higher safety for patients by all meanings. This review presents the main actual applications of simulation technique for Radiology learning and discusses possible new applications.

Keywords: Simulation. Education, Medical. Problem-Based Learning, Radiology; teaching. Diagnostic Imaging. Radiology, Interventional.

REFERÊNCIAS

- 1 - Rocha HVO. Ambiente TelEduc para a educação à distância baseada na web: princípios, funcionalidades e perspectivas de desenvolvimento. In: Moraes MC, ed. Educação à distância fundamentos e práticas. Campinas (SP): UNICAMP, 2002; p. 197-211.
- 2 - Jha AK, Duncan BW, Bates DW. Simulator-based training and patient safety. In: Shojania KG, Duncan BW, McDonald KM, Wachter RM, editors. Making health care safer: a critical analysis of patient safety practices. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2001. Chap.45, p. 511-8. (Evidence Report/Technology Assessment, 43). <http://www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/index.html#toc>
- 3 - McCloud TC, Bisset GS, 3rd, Bresolin L. RSNA teaching and learning conference: summary of findings. *Radiographics* 2006;26 (2): 539-42.
- 4 - Chait P. Future directions in interventional pediatric radiology. *Pediatr Clin North Am* 1997;44(3):763-82.
- 5 - Medina LS, Racadio JM, Schwid HA. Computers in radiology. The sedation, analgesia, and contrast media computerized simulator: a new approach to train and evaluate radiologists' responses to critical incidents. *Pediatr Radiol* 2000; 30 (5): 299-305.
- 6 - Sadler DJ, Parrish F, Coulthard A. Intravenous contrast media reactions: how do radiologists react? *Clin Radiol* 1994;49 (12): 879-82.

- 7 - Sica GT, Barron DM, Blum R, Frenna TH, Raemer DB. Computerized realistic simulation: a teaching module for crisis management in radiology. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172 (2): 301-4.
- 8 - Chaer RA, Derubertis BG, Lin SC, Busch HL, Karwowski JK, Birk D et al. Simulation improves resident performance in catheter-based intervention: results of a randomized, controlled study. *Ann Surg* 2006; 244 (3): 343-52.
- 9 - Dawson S. Procedural simulation: a primer. *Radiology* 2006;241(1):17-25.
- 10 - Dayal R, Faries PL, Lin SC, Bernheim J, Hollenbeck S, DeRubertis B et al. Computer simulation as a component of catheter-based training. *J Vasc Surg* 2004;40(6):1112-7.
- 11 - Dawson DL, Meyer J, Lee ES, Pevec WC. Training with simulation improves residents' endovascular procedure skills. *J Vasc Surg* 2007;45 (1): 149-54.
- 12 - Gould DA, Reekers JA, Kessel DO, halmers NC, Sapoval M, Patel AA et al. Simulation devices in interventional radiology: validation pending. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17 (2 Pt 1): 215-6.
- 13 - Vieira SL. Desenvolvimento de um "phantom" para treinamento de biopsia de mama guiada por Ultra-Som, [Dissertação de Mestrado],. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirao Preto - USP; 2005. 94 p.
- 14 - Hertzberg BS, Kliewer MA, Bowie JD, Carroll BA, DeLong DH, Gray L et al. Physician training requirements in sonography: how many cases are needed for competence? *AJR Am J Roentgenol* 2000;174 (5): 1221-7.
- 15 - Monsky WL, Levine D, Mehta TS, Kane RA, Ziv A, Kennedy B et al. Using a sonographic simulator to assess residents before overnight call. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178 (1): 35-9.
- 16 - de Azevedo-Marques PM, Trad CS, Elias Júnior J, Santos AC. Implantação de um mini-PACS (sistema de arquivamento e distribuição de imagens) em um hospital universitário. *Radiol Bras* 2001;34 (4): 221-4.
- 17 - Gaba DM. Improving anesthesiologists' performance by simulating reality. *Anesthesiology* 1992; 76 (4): 491-4.
- 18 - Tan GM, Ti LK, Suresh S, Ho BS, Lee TL. Teaching first-year medical students physiology: does the human patient simulator allow for more effective teaching? *Singapore Med J* 2002;43 (5): 238-42.