

Dissertação do MIM

A simulação como metodologia de aquisição de competências na formação médica pré-graduada

Cátia Marisa Loureiro Pereira

Orientador: Dr. Pedro Miguel Gonçalves Vieira Vita

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Medicina

2010/2011

Porto

Abstract

Background: Medical students face great obstacles in their learning experience: global attention focused on minimizing medical errors and the need to improve patient safety; modifications in health care delivery and academic environments that limit patient availability as a learning tool; and verification of outcomes in medical education combined with the demands for assessment and demonstration of competence. Simulation seems to be an initial answer to these difficulties.

Objectives: Knowing that a physician is in constant learning, this article aims to provide a brief overview of this educational innovation.

Methods: Therefore, it was evaluated research published in the databases of international literature about medical simulation, with particular emphasis on undergraduate education, from the last five years.

Results: Although the concept of simulation as an educational tool in medicine is not new, its growing popularity is reflected not only in the increased use of this approach in the last years, but also in the exponential publication of studies about this issue. The use of simulation techniques has enormous potential in medical education, as an excellent instrument for acquiring skills and as a useful means of evaluation. However, it's important to clarify the different perceptions on the definition of simulation and determine its features, best practices, advantages and limitations.

Conclusions: The optimal integration in medical education requires additional studies in order to validate and enhance the learning experience and develop objective criteria by which performance in medical simulators can be examined and confirmed, along with the determination of its contribution to improve patient outcomes.

Keywords:

Simulation; medical education; undergraduate; competency assessment

Resumo

Introdução: Os estudantes de medicina enfrentam grandes obstáculos ao longo da sua experiência de aprendizagem: a atenção global centrada na minimização dos erros médicos e a necessidade de garantir a segurança dos doentes; as alterações na prestação de cuidados de saúde e no ambiente académico que limitam a disponibilidade do paciente como ferramenta de aprendizagem; e a comprovação dos resultados na formação médica combinada com a exigência de avaliação e demonstração de competência. A simulação parece ser uma resposta inicial a estas dificuldades.

Objectivos: Sabendo que um médico é um profissional em constante formação, este artigo visa fornecer uma breve visão geral sobre esta inovação educacional.

Métodos: Assim, foi avaliada investigação publicada nas bases de dados de literatura internacional sobre simulação médica nos últimos cinco anos, com especial ênfase para a formação pré-graduada.

Resultados: Apesar do conceito de simulação como ferramenta educacional na medicina não ser uma ideia nova, a sua crescente popularidade reflecte-se não só no aumento de utilização desta abordagem nos últimos anos, como também na publicação exponencial de estudos sobre este tema. O uso de técnicas de simulação tem um enorme potencial na formação médica, como um excelente instrumento para aquisição de aptidões e como um meio útil de avaliação. Contudo, é importante clarificar as diferentes percepções sobre a definição de simulação e determinar suas características, as melhores práticas, vantagens e limitações.

Conclusões: A integração óptima no ensino da medicina requer estudos adicionais para validar e promover a experiência de aprendizagem e desenvolver critérios objectivos através dos quais a performance nos simuladores médicos possa ser examinada e confirmada, assim como determinar a sua contribuição para a melhoria da prestação de cuidados de saúde.

Palavras-chave:

Simulação; formação médica; pré-graduada; aquisição de competências

Introdução

A aprendizagem é uma actividade fundamental para o ser humano: através dela adquirem-se novos conhecimentos, desenvolvem-se competências e moldam-se comportamentos. ⁽¹⁾ Como estudante sei a importância que esta representa na estruturação, desenvolvimento e formação de qualquer indivíduo.

A aprendizagem através da experiência constitui justamente um processo activo, centrado no estudante, que promove capacidades como investigar, explorar, compreender, pensar criticamente, discutir, resolver problemas, propor soluções. Neste contexto, o estudante de medicina deve ser envolvido activamente nesta tarefa, adquirindo responsabilidade e desenvolvendo valores, conhecimento, aptidões práticas e clínicas. ⁽¹⁾

Ao iniciar a formação médica, os alunos trazem motivações conscientes envolvidas na escolha do curso, juntamente com os vícios e conceitos de doze anos prévios de ensino. Acompanha-os a ânsia de aprendizagem e de obtenção de conhecimento e competências com vista ao profissionalismo e excelência. Sabem desde cedo que esta é uma área exigente: esse rigor é imposto pelos próprios estudantes, médicos, professores, restantes profissionais de saúde, doentes, colegas, mas também por toda a sociedade que deposita nestes a esperança do tratamento óptimo e da cura, por vezes até de transcendência. Nasce, portanto, em cada um dos alunos, uma pequena ideia que como uma semente vai crescendo e se enraizando: em medicina, não são permitidos erros.

Como futuros médicos, aspiram em tornarem-se participantes activos na dinâmica dos serviços e elementos úteis de equipas de profissionais de saúde com o objectivo de alcançar o bem-estar dos doentes. Compreender as rotinas, responsabilidades e burocracias inerentes. Conhecer a realidade do país em que vivem. Prestar cuidados de saúde de forma isenta e responsável, atendendo não só às doenças, mas ao indivíduo na sua globalidade. Reconhecer a importância da relação médico-doente e poder lidar com condições difíceis, como o sofrimento, o medo e a agonia – situações com que serão constantemente confrontados no futuro e para as quais querem estar preparados.

As expectativas no processo formativo são assim muito elevadas. É, por isso, um início de uma jornada marcado pelo receio dessa enorme mudança que se espera: o alto grau de exigência.

Ao longo dos seis anos, comprova-se que este é um percurso fundamental e extremamente enriquecedor. Contudo, ocorrem certas dificuldades inesperadas que impossibilitam uma aprendizagem ideal.

Verifica-se que, ao rigor e responsabilidade que se coadunam com a prática médica, contrapõe-se frequentemente uma aparente falta de exigência no ensino.

O grande número de disciplinas, principalmente numa fase inicial, que não se revelaram essenciais na formação médica e a repetição de certos temas que, apesar de úteis, poderiam ser compactados, impedem a preparação necessária em áreas fundamentais e a abordagem de assuntos úteis que, deste modo, foram descurados. Simultaneamente, a instrução praticada não é motivadora e não potencia as capacidades, com métodos de aquisição e avaliação de competências por vezes obsoletos. Também a falta de disponibilidade de alguns tutores assume por vezes proporções desmotivantes, favorecendo o contacto tardio e desacompanhado com os doentes.

Descobre-se que a aprendizagem está dependente da conjugação fortuita do aparecimento de casos internados com o *timing* das aulas práticas, o que leva a que haja um enorme leque de patologias com as quais não é possível contactar. Por outro lado, todos os alunos são pessoas com as suas emoções, sentimentos, dificuldades, que não devem ser esquecidos. Daí que o ensino não se deveria apenas debruçar na aquisição crua de conhecimento, mas também deveria fomentar o crescimento de valores, propiciando o lado humano e sensível de cada um.⁽²⁾

Estes factores, muitas vezes de nível organizacional, prejudicam a formação. Ao avivarem preocupações, tornam os aprendizes mais hesitantes e temerosos, com um sentimento de incapacidade pairando em todos os seus raciocínios e acções. Quando finalmente confrontados com a clínica, no pressuposto de que já foram adquiridas competências cognitivas, técnicas e psicomotoras, sentem-se à deriva. E se por um lado o contacto precoce com o doente é fundamental, pela maior agilidade e destreza que seriam alcançadas ao realizar certos procedimentos, por outro é aterradora a possibilidade de cometer um erro ou de não se possuírem as aptidões necessárias.

Apesar destes obstáculos, é possível confirmar que a medicina é uma área exigente, mas fascinante, que permite progredir em termos pessoais e intelectuais.

De realçar que o crescente número anual de alunos, devido ao aumento de vagas nos cursos de medicina, acentua as já limitadas condições físicas e humanas, dificultando a uniformização da formação prática para todos os alunos. É assim natural que o acesso a determinadas patologias e a visualização e execução de muitos procedimentos seja dificultado. O contacto esporádico mais precoce com os doentes permitiria um vislumbre das habilidades necessárias a adquirir e obter uma percepção mais real da direcção e evolução da aprendizagem pelos alunos.⁽³⁾

Por oposição, a maioria dos procedimentos apresenta uma curva de aprendizagem, o que implica sérias dificuldades no seu ensino inicial, principalmente junto do doente, devido a questões éticas, já que se impõe a obrigação de prestar o tratamento óptimo e assegurar o bem-estar e segurança dos utentes.

Estes factos geram a constatação de que o ensino da medicina pode não estar vocacionado para satisfazer as necessidades dos próprios discípulos, pois não apazigua a insegurança da generalidade dos estudantes de medicina na aproximação desta etapa final: a incerteza dos recém-médicos sobre se terão as competências básicas para poder desempenhar esta profissão. Põe-se a questão sobre se estas dúvidas se colocam a uma escala universal, ou até mesmo, se os próprios elementos responsáveis pela formação percebem essas dificuldades.

Verifica-se que, apesar do conhecimento científico assente nas ciências básicas ser visto como a base primária para o conhecimento e raciocínio médico, o ensino da medicina parece estar envolto numa persistente contestação justamente por privilegiar esse conhecimento em detrimento da compreensão biológica, raciocínio clínico, aptidões práticas e desenvolvimento de carácter, compaixão e integridade.^(2; 4) Em vários trabalhos desenvolvidos sobre esta matéria, o investigador Flexner apurou que o currículo médico incidia predominantemente nos aspectos científicos da medicina, excluindo maioritariamente as questões sociais e humanísticas.⁽²⁾ Em 1925, Flexner evidenciou uma medicina científica na América claramente deficiente no contexto cultural e filosófico.⁽²⁾

Tendo em conta que o objectivo do ensino da medicina é transmitir conhecimento, melhorar capacidades práticas e clínicas e incutir os valores da profissão de uma forma apropriadamente balanceada e integrada^(1; 2), esta é uma crítica que permanece muito actual e pertinente. No presente, as expectativas do

público cresceram e a prestação de cuidados de saúde tornou-se mais complexa. De facto, essa complexidade envolve mais que simples processos intelectuais, exigindo não só o domínio de conhecimento e execução de procedimentos, mas também a capacidade de comunicar eficazmente com os pacientes, familiares e outros profissionais de saúde, assim como a coordenação de uma diversidade de actividades relacionadas com os cuidados de saúde.^(4; 5)

Daí advém a importância de adaptar o ensino às necessidades e à constante evolução da medicina como prestação de cuidados, dotando os alunos de capacidades essenciais para qualquer médico integrado numa equipa multidisciplinar. Este facto exige mais do que a simples transmissão do conhecimento básico.

Todavia, a clínica médica é frequentemente ensinada aos estudantes por uma faculdade que considera a prática da medicina como uma actividade secundária, na qual passam tempo limitado observando doentes e aguçando as suas capacidades clínicas.⁽²⁾ Estes necessitam da oportunidade de praticar aptidões sob orientação de médicos especializados no ensino até atingirem um alto nível de competência. Se isto não for tido em conta, corre-se o risco de relegar os alunos para um papel passivo de observador.

A missão educacional dos hospitais universitários está comprometida pela ausência de linhas de orientação de desempenho e métodos de avaliação que possam estabelecer claramente que os alunos estão prontos para avançar para o nível seguinte de independência e responsabilidade.⁽²⁾ Assim, o desafio não é definir o conteúdo apropriado, mas antes incorporá-lo no programa curricular de forma a enfatizar a sua importância relativamente ao conteúdo biomédico tradicional e, de seguida, encontrar e preparar as capacidades para leccionar esse programa revisto.

Tudo isto requer professores com disponibilidade para observar, instruir e avaliar os seus estudantes e que tenham tempo para a auto-reflexão e o seu desenvolvimento profissional.⁽²⁾ Mas, o que se verifica é, que o ensino é remetido para um plano secundário, quer pelo facto da investigação e da produção científica serem mais gratificantes para a carreira académica, quer pelo cuidado prestado aos pacientes consumir a maior parte do seu tempo, independentemente dos sistemas de saúde onde exerçam as suas funções.⁽¹⁾ Simultaneamente, as reformas nas horas de trabalho, a pressão para aumentar a produtividade e eficiência e as alterações nas remunerações dos profissionais de saúde dificultaram o equilíbrio

entre as obrigações de serviço destes profissionais e o tempo disponível para ensinar e avaliar.^(6; 7)

Concomitantemente, as mudanças na prestação dos cuidados de saúde reduziram a disponibilidade dos doentes como oportunidades de aprendizagem académica, nomeadamente devido à crescente abordagem ambulatoria de condições que anteriormente eram tratadas no internamento, à maior gravidade das doenças e à diminuição da duração dos internamentos.^(6; 7; 8)

Apesar dos obstáculos referidos, esforços têm sido feitos pelas escolas médicas nos últimos anos. Foram implementadas mudanças nos currículos no sentido de desenvolver uma aprendizagem multidisciplinar integrada, com metodologias de avaliação apropriadas e monitorização do processo do ensino, através da introdução de novas abordagens que incentivam um ensino centrado no estudante e uma progressão sequencial.⁽¹⁾ Nos últimos anos, o Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS) e o Centro Hospitalar do Porto (CHP) apostaram na inovação através da criação de um laboratório de simuladores. Estes consistem em dezenas de modelos diferenciados que vêm sendo adquiridos desde 2004 que permitem simular diversos procedimentos, como auscultação cardíaca e pulmonar, exame do fundo ocular, toque rectal, punção lombar, entubação endotraqueal ou desfibrilação. É assim possível treinar técnicas que representam risco ou desconforto para os pacientes, através de cenários controlados com modelos, que permitem fazer uma introdução das mais variadas patologias. Os alunos podem assegurar contacto com certas doenças e aprender a identificá-las. Este investimento dispendioso está acessível aos estudantes do ciclo clínico e docentes com o intuito de colmatar algumas lacunas na formação médica e melhorar a qualidade do ensino prático.

Paralelamente, esta ferramenta tem conquistado grande popularidade a nível global, sendo já considerada um componente essencial para o ensino da medicina.^(9; 10) Nesse sentido, uma revisão no âmbito da simulação no ensino da medicina suscitou o meu interesse.

Partindo da perspectiva de uma estudante de medicina, este trabalho poderá ter utilidade quer para professores, como incentivo à motivação e colaboração na aprendizagem, quer para estudantes, pois contribui para uma maior segurança dos jovens licenciados, tornando-os mais capazes e preparados para os desafios futuros. Por esse motivo, as críticas construtivas dos estudantes podem ser

importantes no sentido de ir ao encontro das suas ansiedades, contribuindo para que o programa curricular possa ser optimizado. Apesar das limitações de uma análise deste tipo, a minha condição actual de finalista do curso de medicina e prestes a encetar a vida profissional, permite que a experiência pessoal possa concorrer para uma melhoria na prestação do ensino.

Neste sentido, procedeu-se a uma comparação dos resultados publicados em artigos referentes à simulação médica, com especial ênfase para a formação pré-graduada, dos últimos cinco anos (2006-2010) obtidos de uma pesquisa efectuada entre Outubro de 2010 e Janeiro de 2011 nas bases de dados de literatura internacional na área médica e biomédica com as seguintes palavras-chave: *simulation; medical education; undergraduated; student; competency assessment*.

Desenvolvimento

Competências e métodos de aquisição e avaliação de competências

A competência em medicina foi definida por Epstein (2007) como “o habitual e sagaz uso da comunicação, conhecimento, aptidões técnicas, raciocínio clínico, emoções, valores e reflexão na prática diária para o benefício dos indivíduos e comunidades que são servidas”. A competência é contextual, reflectindo a relação entre capacidades e tarefas exigidas ao médico numa situação particular no mundo real.^(11; 12)

Segundo o modelo da pirâmide conceptualizada por Miller, os aprendizes podem ser avaliados em quatro níveis distintos consoante cada um dos domínios da competência. Estas etapas são^(6; 13):

- a) *Knows* – na base da pirâmide encontra-se o conhecimento, que consiste em recordar factos, teorias e princípios básicos;
- b) *Knows how* (aplicação do conhecimento ou competência) – capacidade de resolver problemas, tomar decisões e descrever procedimentos;
- c) *Shows how* (desempenho) – demonstração das aptidões num ambiente controlado;
- d) *Does* – no topo encontra-se a acção, ou seja, o comportamento na prática real.

Os passos *Knows* e *Knows how* constituem etapas centradas na teoria, enquanto as seguintes residem em aspectos práticos. A aprendizagem deve idealmente incluir todos os estádios de forma sequencial para aquisição das capacidades e experiência. E em cada estádio deve determinar-se qual o método de aquisição e avaliação de competências mais adequado.^(11; 13)

Existem vários métodos para aquisição de competências usados na área médica, cada um com as suas vantagens e limitações implícitas.⁽¹¹⁾ Tendo em conta que a psicologia cognitiva tem demonstrado que factos e conceitos são melhor recordados e postos em prática quando são ensinados, praticados e avaliados no contexto em que vão ser usados,⁽²⁾ a simulação tem suscitado grande interesse no ensino da medicina. Sendo esta uma disciplina que conjuga a ciência e a arte, exposições repetidas de diferentes situações e condições clínicas poderão trazer

uma melhoria da experiência, aprimorando as habilidades e a confiança.⁽⁵⁾ É importante que isso ocorra durante o curso, pois os efeitos emocionais dos encontros reais podem interferir nas capacidades e no raciocínio.⁽¹³⁾

Simulação

A par da evolução na prestação de cuidados de saúde, ocorreu também um avanço significativo da tecnologia, pelo que a abordagem ao ensino pode aproveitar as vantagens em seguir esse rumo.

A utilização da simulação apresenta um enorme potencial no ensino da medicina, não só como excelente instrumento para aquisição de competências, mas também como um meio útil de avaliação das mesmas.^(5; 6; 13) A simulação propriamente dita não é inovadora. Começou por ser adoptada com sucesso em profissões de alto risco, através de simuladores de voo para pilotos e astronautas, exercícios militares e cenários operacionais para funcionários de centrais nucleares.^(5; 6; 14) A sua larga aplicação à indústria militar e da aviação, áreas que mantêm uma cultura de segurança e que não toleram erros, pelas conseqüentes morbilidade e mortalidade implícitas, despertaram o interesse na aplicação desta modalidade a áreas ligadas à saúde.

A sua primeira aplicação neste campo remonta ao século XVIII, quando Madame Du Coudray usou um modelo fetal e pélvico para o treino de parteiras, em França.⁽¹⁰⁾ Desde então ocorreu uma introdução gradual em várias áreas médicas, como a anestesiologia, a medicina de emergência, os cuidados intensivos e a medicina interna.^(5; 6) Destaca-se o papel pioneiro da anestesiologia, mantendo-se na vanguarda da simulação, área onde foi criado o primeiro manequim, simples, efectivo, prático e de baixo custo, possibilitando o treino padronizado da ressuscitação, assim como o “Sim-One”, um simulador de alta-fidelidade de um paciente humano para auxiliar os novos anestesistas na inserção de tubos endotraqueais.⁽¹⁰⁾

Apesar do conceito de simulação como ferramenta educacional na saúde não ser uma ideia nova, a sua utilização tem aumentado exponencialmente nos últimos anos. Prova disso é a crescente criação de centros de simulação⁽⁵⁾ e o aparecimento de associações e sociedades internacionais de simulação.⁽¹³⁾

Contudo, existem diferentes percepções sobre a definição do termo simulação.⁽¹³⁾ A definição redutora, e mais conhecida, de simulação consiste na

utilização de tecnologia avançada para recriar a prática clínica. Todavia, esta não se limita ao desempenho técnico e psicomotor, incluindo também o domínio cognitivo. Assim, este conceito engloba diversas abordagens técnicas e abrange qualquer ambiente simulado no qual os formandos tentam resolver um problema apresentado interagindo e comunicando com os seus pares, o equipamento ou o paciente.^(10; 13) Não é, portanto, exclusivo de centros de simulação nem se confina à utilização de tecnologia, podendo necessitar apenas de uma folha de papel.

É uma técnica que substitui e amplifica as situações reais de forma orientada, na qual os participantes estão envolvidos interactivamente de forma a evocar e replicar os aspectos relevantes do real. Desta forma, consiste numa metodologia para a aprendizagem prática que pode ser aplicada a várias áreas e formandos, independentemente do nível de formação.⁽⁵⁾ O termo simulador refere-se a qualquer dispositivo de simulação, que pode ser para uso individual ou colectivo, de baixa ou alta-fidelidade. A fidelidade de um simulador é determinada pelo realismo que consegue traduzir através de atributos como características visuais e tácteis, possibilidade de *feedback* e interacção com o interveniente.⁽¹⁵⁾

Também uma clarificação dos métodos e abordagens de ensino seria útil com vista a poder assimilar todas as potencialidades desta ferramenta. Para além da importância da definição correcta do termo, do que ele representa e inclui, uma classificação apropriada contribuiria sobremaneira para uma aplicação mais sensata e optimizada.⁽¹³⁾

Várias classificações têm sido propostas, na tentativa de colmatar esta ambiguidade^(6; 7; 11; 13; 14; 15; 16). A categorização não deve basear-se apenas no tipo de simulador, mas sim ter em conta a finalidade da sua utilização, o ambiente, a interactividade, o modo como decorre essa interacção e qual a intervenção do instrutor durante a actividade. Adicionalmente, conhecer os benefícios e as desvantagens associadas a cada modelo assume extrema relevância. Assim, uma definição padronizada que incorporasse o grau de fidelidade à realidade de cada tipo de simulação apresentará uma tradução positiva aquando da sua aplicação.⁽¹³⁾ É fundamental que esta seja enunciada de forma clara e objectiva para que todos os utilizadores possam usufruir de todas as suas potencialidades no ensino.

Princípios do ensino médico baseado na simulação

Independentemente do tipo de simulador usado, certos aspectos são comuns a todos. Tendo em conta a investigação feita sobre este tema, foram identificadas doze propriedades e boas práticas. São elas: o *feedback*, a prática deliberada, a integração curricular, a mensurabilidade dos resultados, a fidelidade dos simuladores, a aquisição e manutenção de aptidões, o domínio da aprendizagem, a transferência para a prática, o treino em equipa, o teste de situações de alta exigência (*high-stakes testing*), a formação do instrutor e o contexto educacional e profissional.⁽¹⁷⁾

Estes aspectos abordam noções essenciais que todos os médicos educadores devem conhecer e adoptar no que diz respeito à simulação em medicina. No entanto, é um facto que muitos permanecem mal estudados.

Um princípio básico no uso da simulação no ensino da medicina é que quanto mais o estudante acreditar que a situação que experiênciava é real, melhor será a sua utilidade educacional.⁽¹⁴⁾ Porém, para que o seu impacto seja maximizado, este tem de ser acompanhado de dois conceitos fundamentais: *feedback* e *debriefing*. Estes pontos-chave pressupõem uma constante colaboração, com a finalidade de partilhar e discutir se as atitudes aprendidas foram efectuadas de forma correcta, assim como a existência de uma reunião onde se recolhem informações de como decorreu certa tarefa, exigindo a assistência contínua de um professor ou até de um computador que permita estabelecer estes parâmetros.^(14; 16; 17; 18; 19) O *feedback* é considerado justamente o elemento constituinte das boas práticas mais importante, sendo o mais frequentemente citado na literatura.⁽¹⁷⁾

Se é essencial que o instrutor guie de forma eficaz os formandos, cabe também à integração de exercícios baseados na simulação nos currículos padronizados das escolas médicas ou dos programas de pós-graduação contribuir para que o seu uso seja vantajoso.^(5; 17; 19; 20)

A selecção do tipo de simulador adequado tendo em consideração a fidelidade é crucial: eventos mais complexos podem exigir simuladores mais sofisticados (alta tecnologia), enquanto procedimentos mais básicos, como suturar ou realizar uma punção lombar, podem ser treinados em aparelhos de menor fidelidade, que mimetizam apenas certas partes do corpo.⁽¹⁵⁾ Todos eles permitem submeter os

formandos a avaliações formativas, para treino e aprendizagem, e sumativas, como ocorre no fim de um curso, com a atribuição de licenças ou certificados.⁽¹¹⁾

É claro que o contexto no qual ocorre o ensino e a prática profissional desencadeia efeitos profundos nos resultados de aprendizagem, remetendo para a importância da autenticidade das situações recriadas.^(17; 21)

Estes e os restantes aspectos referidos são discutidos seguidamente no contexto das vantagens e controvérsias desta metodologia.

Vantagens

Ao facilitar a integração de conhecimentos interdisciplinares e complexos de uma forma contextualizada e global, é uma mais valia em amplas vertentes.

Os parâmetros chave do processo de aprendizagem de simulação são: contexto, ambiente e participação activa dos intervenientes. Uma característica comum aceite largamente pelas definições educacionais da simulação médica consiste no envolvimento activo dos aprendizes na resolução do problema que lhes foi apresentado, interagindo e comunicando com os seus pares, o equipamento e o paciente.⁽¹³⁾ Muitos defendem, justamente, que favorece a eficácia do processo de aprendizagem.⁽⁵⁾

Ao variar os parâmetros dos cenários, é possível expor os formandos a uma ampla diversidade de comportamentos e resultados, comparativamente ao que iriam encontrar na prática clínica num certo período de tempo.^(5; 13) Assegura também que estes ganhem experiência clínica sem dependerem do acaso dos casos clínicos disponíveis num determinado serviço, num certo dia, possibilitando o contacto com patologias raras ou situações incomuns.^(5; 22)

Os simuladores estão acessíveis em qualquer momento e podem reproduzir uma larga variedade de condições e situações clínicas a pedido, proporcionando uma experiência padronizada para todos.^(20; 23) Assim, um planeamento curricular dependente de encontrar pacientes reais com condições específicas de interesse é transformado num esquema proactivo e com grande flexibilidade. Adicionalmente, os simuladores não acusam cansaço ou constrangimento, nem têm comportamentos imprevisíveis.⁽⁶⁾

A propósito da discussão sobre se é apropriado usufruir de substitutos de tecidos e anatomia humana para aprendizagem, como cadáveres humanos ou animais vivos, esta utilização levanta preocupações éticas e coloca questões

adicionais: o custo elevado, a disponibilidade limitada e a manutenção de um ambiente clínico realista adequado.⁽⁶⁾ A utilização de outro tipo de simuladores contorna a maioria desses obstáculos éticos, continuando a consentir que os formandos cometam erros, aprendam a reconhecê-los e corrigi-los, sem temerem prejudicar os pacientes reais. Ao mesmo tempo, a experiência educacional torna-se centrada no aluno, em vez de estar focada exclusivamente no paciente.^(6; 7; 20)

Como já referido, independentemente de ser adquirida em condições simuladas ou na vida real, a experiência repetida e acumulada melhora a performance e confiança.^(13; 17; 20) Esta prática repetitiva é precisamente um elemento da simulação que facilita a aprendizagem.⁽⁵⁾ Esta ferramenta permite uma intervenção mais activa por parte do estudante, já que incita a auto-avaliação, auto-reflexão e espírito crítico sobre a sua performance.⁽¹⁶⁾ A identificação de pontos fracos no desempenho conduz à melhoria prática da sua performance, optimizando a obtenção de resultados mínimos pelos formandos.⁽²⁰⁾ Vários estudos comprovam o melhor desempenho técnico alcançado com a prática de procedimentos em simuladores.^(18; 24; 25; 26; 27; 28) Alguns destes simuladores demonstraram mesmo encurtar significativamente a curva de aprendizagem.⁽¹⁴⁾

Assim, a aprendizagem baseada na simulação pode ser a forma de desenvolver conhecimento, habilidades e atitudes, enquanto se protege os pacientes de riscos desnecessários. Logra ser, pois, uma valiosa ferramenta para aprender a mitigar tensões éticas e resolver dilemas práticos.⁽⁵⁾ Também a preparação para lidar com eventos médicos inesperados, aumenta a confiança dos alunos.⁽²³⁾

Por ser considerada como um factor de motivação pelos formandos,⁽²⁹⁾ esta é uma forma de tornar vivos os livros e outro material de estudo, funcionando como estímulo para os estudantes progredirem e se aperfeiçoarem. Esta técnica integra ainda o factor de dimensão humano onde capacidades não-técnicas são aplicadas num contexto, designadamente trabalho em equipa, comunicação e liderança.^(13; 16)

A simplificação dos procedimentos em várias etapas, que viabiliza a oportunidade de simular cada uma das tarefas isoladamente, pode representar uma vantagem considerável para a aquisição de aptidões clínicas e cirúrgicas. Contudo, Kneebone (2009) combate a visão segura de que a força da simulação consiste em compartimentar as capacidades em componentes simples a serem praticados separadamente.⁽²¹⁾ Segundo ele, o seu grande potencial reside justamente em recriar situações complexas enquanto protege os pacientes. Esta complexidade

assenta não só na performance técnica, mas também no crescimento intrínseco do clínico, o que abrange aprender a lidar com o stress, a incerteza e até o medo. Desta perspectiva, esta metodologia oferece mais do que um meio de adquirir aptidões técnicas: proporciona um espaço seguro de apoio à transição e transformação.⁽²¹⁾

Para além de a simulação ser o modo ideal de aprendizagem sem causar prejuízo ou inconveniente aos doentes, é também um método muito conveniente para avaliar capacidades, já que permite recriar situações realistas que colocam os participantes perto do topo da pirâmide de Miller.⁽¹³⁾ Torna-se portanto num meio útil para dominar faculdades com vista a almejar níveis de dificuldade mais elevados.^(5; 20) Um dos pontos positivos da simulação é o seu alto grau de segurança e confiança:⁽³⁰⁾ os simuladores apresentam consistentemente os problemas da mesma forma para cada examinando e minimizam a variabilidade inerente aos encontros clínicos actuais. Esta reprodutibilidade torna-se particularmente importante nas decisões para obtenção de certificados e licenças, mesmo durante a formação pós graduada.^(6; 11)

As avaliações formais estão centradas tradicionalmente em capacidades clínicas isoladas, principalmente do foro cognitivo centrado na memorização. Todavia, através desta metodologia podem ser testados múltiplos domínios em simultâneo: assistência aos pacientes, conhecimento médico, profissionalismo e aptidões interpessoais e comunicacionais, entre outros, permitindo tanto o desenvolvimento e avaliação de competências individuais em situações semelhantes ao dia-a-dia, como a colaboração efectiva em equipa e construção de uma cultura orientada para a segurança.^(31; 32)

Segundo Lateef (2010), os pré-requisitos que podem ser melhorados com esta metodologia incluem o treino técnico e funcional; as capacidades de resolução de problemas e tomadas de decisão; e as capacidades interpessoais e de comunicação ou competências baseadas no trabalho de equipa.⁽⁵⁾

Para que este progresso seja alcançado, é necessária uma colaboração activa, para além da aquisição prévia de conhecimento e habilidades básicas, sendo importante ter *feedback* e *debriefing* logo após as sessões de simulação. Estes são, aliás, elementos que facilitam a aprendizagem.^(5; 17; 20)

Desta forma, os benefícios educacionais atribuídos à utilização da simulação no ensino da medicina incluem:⁽⁵⁾

- Prática deliberada com feedback;
- Exposição a eventos incomuns;
- Reprodutibilidade;
- Oportunidade de avaliação dos formandos;
- Ausência de riscos para pacientes.

Apesar das vantagens enumeradas, é no entanto essencial comprovar se estes benefícios se traduzem na prática clínica. Relativamente à execução de procedimentos, foi demonstrado que o volume de experiência reduz as taxas de complicação nos pacientes, melhorando o desempenho antes mesmo de esses procedimentos serem realizados em doentes.^(5; 33; 34)

De facto, existe uma crescente pressão no sentido de comprovar que o ensino traz efectivamente resultados. Esta deriva da tentativa das instituições académicas e das organizações profissionais se auto-regularem e estipularem parâmetros de referência de qualidade, mas representa principalmente uma resposta à exigência do público para assegurar que os médicos são competentes.^(6; 32)

De realçar que o facto de os estudantes serem expostos a procedimentos que até então lhes estavam vedados e até poderem praticar num ambiente seguro, é extremamente motivante e desperta o seu interesse por áreas com as quais teriam menos contacto. Estudos apontam para um impacto positivo a longo prazo nos estudantes de medicina relativamente à cirurgia vascular, podendo desempenhar um papel importante no recrutamento de estudantes para programas de treino cirúrgico futuros.⁽²⁷⁾

A tecnologia da simulação pode também ser utilizada para o ensino das ciências básicas, nos chamados anos pré-clínicos dos cursos de medicina.⁽⁵⁾ Aí sua utilidade não se cingiria ao estudo da anatomia ou fisiologia humana, mas também contribuiria para a preparação do confronto com o paciente real. Gordon et al. (2010) apoiam a introdução da simulação nos cursos de medicina numa fase pré-clínica para que a passagem do conhecimento para a acção pensada ocorra antes do estudante contactar com os doentes.⁽³⁾ Deste modo, a simulação tornaria a emoção num catalisador para a recordação e incorporação do conhecimento sem qualquer risco para os pacientes ou prestadores de cuidados. Esta seria uma forma de antecipar a contextualização das ciências básicas no complexo ambiente clínico, favorecendo a compreensão da ciência básica e acelerando a aquisição de perícia médica.⁽³⁾ A investigação sugere que a integração simultânea dos princípios das

ciências básicas e clínicas no processo de ensino pode conduzir a clínicos com diagnósticos mais precisos, mesmo quando confrontados com casos desafiantes.⁽³⁵⁾

Limitações e controvérsias

Esta metodologia está longe de reunir unanimidade relativamente aos parâmetros da sua utilização, levantando-se ainda inúmeras questões sobre a sua aplicação.

Existem riscos quando os formandos são habilitados apenas com certos tipos de simuladores em detrimento dos pacientes reais. Daí dever ser assegurado que as aptidões adquiridas não se tornaram procedimentos automáticos que só podem ser executados perante determinado modelo e sob certas circunstâncias.⁽¹³⁾ Os exercícios devem ser diversos em dificuldade e na sucessão de eventos escolhida, para, deste modo, permitir experimentar uma larga variedade de situações, comportamentos e respostas, reconhecendo que nenhum destes corresponde a um paciente comum.⁽¹³⁾ Os cenários de simulação podem também incluir pacientes reais no ambiente simulado, de diversas origens, sem estereótipos raciais ou de género, conferindo-lhe autenticidade, minorando a artificialidade e testando aptidões como a empatia, comunicação e juízo clínico.⁽²²⁾

Ao fazer com os procedimentos pareçam simples, a simulação focada em tarefas pode deixar os estudantes mal preparados para a complexa realidade dos cuidados clínicos.⁽³⁾

Muitos clínicos vêem a excessiva confiança na medicina puramente tecnológica como uma ameaça aos cuidados de forma humanista.⁽¹⁴⁾ Esta pode ser uma limitação ultrapassada pela consciência deste facto por parte dos formadores, que devem tentar sublinhar as dimensões humanas, éticas e culturais inerentes a esta profissão.⁽¹⁴⁾ De facto, o professor é um elemento crucial da simulação, sem o qual a experiência alcançada pode não ser benéfica. Relativamente ao papel do instrutor na facilitação, orientação e motivação dos seus discípulos, este continua por ser pesquisado de modo adequado, apesar de se constatar a complexidade inerente a esta tarefa.⁽¹⁷⁾

Também uma terminologia deficiente e mal definida pode dar uma falsa impressão aos formandos, fazendo-os crer que estão totalmente preparados para o confronto com a realidade.⁽¹³⁾ Isto geralmente resulta numa visão ambiciosa e

distorcida da sua aprendizagem que culmina muitas vezes na perda de motivação, aliada a uma falta de crença na sua perícia e na dos seus tutores. ⁽¹³⁾

Adicionalmente, a manutenção de um cenário clínico realista é árdua e requer tempo; o número de estudantes, a disponibilidade da equipa envolvida e outras limitações técnicas podem restringir a exposição dos formandos à simulação. ⁽³⁶⁾ Esta abordagem deve consistir em providenciar aprendizagem de qualidade e experiência no terreno a poucos alunos em simultâneo e no tempo apropriado do seu currículo. De acordo com Alinier (2007), o problema na adopção apropriada da simulação de alta-fidelidade assenta mais na preparação dos mecanismos institucionais do que na própria tecnologia. ⁽¹³⁾ Constitui portanto um desafio logístico que harmoniza o uso efectivo dos simuladores com a sua integração na altura adequada do programa educacional médico estruturado: só assim a medicina baseada na simulação poderá ser produtiva. ^(7; 11; 14; 15; 17; 19; 37)

Portanto, apesar do seu contributo valioso, não devemos esquecer que as várias modalidades de simulação não substituem a experiência clínica e que, como qualquer outra intervenção em medicina, a sua utilização deve ser sustentada em evidências.

Esta ferramenta de aprendizagem é dispendiosa para as instituições, o que reforça ainda mais esta necessidade. Esta é justamente considerada por vários autores como a maior das suas limitações. ^(5; 7; 11; 12; 14; 15; 23; 37; 38; 39) De facto, o custo das sessões de simulação não é negligenciável, particularmente quando se trata de alta tecnologia, como a simulação de realidade virtual, pelo que se deve assegurar que a abordagem aplicada apresenta a melhor relação custo-benefício.

Portanto, é necessário comprovar que a simulação traz benefícios educacionais e se esses são superiores a outros métodos de ensino. Segundo Hammoud et al. (2008), ainda não tinha sido demonstrado até ao momento que o treino baseado na simulação era superior a outras formas de treino cirúrgico, apesar da simulação ser mais vantajosa comparativamente a não haver qualquer treino. ⁽¹⁵⁾ Entretanto surgiram estudos que concluem que a simulação é superior a outros métodos no ensino da medicina. ⁽⁴⁰⁾

Não obstante, o simples acesso aos simuladores não é garantia de que serão usados efectivamente, tanto para treino como para avaliação médica. Assim, urge identificar a forma mais efectiva de utilizar a simulação no ensino da medicina.

Mas para que se assegure que os cenários médicos criados reproduzem adequadamente os objectivos chave de aprendizagem e que são medidas de competência clínica credíveis são necessários estudos com rigor e qualidade capazes de fornecer conclusões fiáveis.

Como qualquer outro método usado para o treino e avaliação médica, este deve ser válido e de confiança. A confiança reside na sua capacidade em gerar resultados iguais mesmo se repetido em momentos distintos. A validade diz respeito à capacidade de um teste medir realmente o propósito para o qual ele foi concebido. Uma validade construtiva permite saber se o teste consegue diferenciar níveis de experiência distintos relativamente a um factor em particular.^(9; 15) Assegurados estes parâmetros, é possível considerar esta modalidade útil para o ensino e avaliação nos diferentes domínios da área médica.

Foi demonstrado que a prática repetida envolvendo a simulação médica está associada a melhores resultados de aprendizagem.^(13; 17; 20) A literatura mostra que a simulação médica melhora o desempenho de diversas habilidades clínicas e inúmeros estudos atestam a validade de diferentes simuladores médicos, realçando também a sua validade construtiva.^(7; 18; 24; 25; 26; 27; 28) Mas, um grande inconveniente reside nos poucos estudos de validação cuidadosamente controlada para muitas dessas técnicas.^(9; 14; 24; 31; 36; 38; 41) Acresce ainda o facto da maioria dos estudos não deduzir metodologias que permitam conduzir estudos de validação rigorosa.

De destacar que grande parte dos artigos publicados sobre este tema se debruça sobre o desempenho de procedimentos, dando menor ênfase a outros atributos não técnicos fundamentais, como a capacidade de trabalho em equipa ou de comunicação.

Acresce ainda que a investigação muitas vezes não aborda a questão quicá mais relevante da validade preditiva, isto é, se as capacidades adquiridas em ambiente simulado podem ser generalizadas para situações clínicas reais.^(5; 6; 9; 17) A investigação sobre se a simulação tem influência directa positiva nos resultados do tratamento dos pacientes no geral ainda é escassa.⁽⁵⁾ Pela dificuldade em delinear e executar estudos que permitam verificar esta hipótese, já que exigiria um seguimento dos doentes a longo prazo, a transferência para a prática clínica e cirúrgica continua por compreender.^(9; 15) Contudo a investigação é encorajadora, apontando para uma transferência favorável e para uma melhoria dos resultados na saúde.^(42; 43; 44; 45; 46) Talvez devido à sua utilização relativamente recente na

formação médica pré-graduada, ainda não foi largamente estudado qual o seu impacto no futuro, nomeadamente se os estudantes serão melhores clínicos, mais competentes e capazes de comunicar ou de fazer parte uma equipa clínica.

Assim, é fundamental reconhecer que esta metodologia pode não ser apropriada em todos os casos, estabelecendo quais as situações que trarão vantagens para o futuro. Importante também distinguir que benefício futuro é este, ou seja, se esta vantagem se traduz numa melhoria efectiva da prestação de cuidados de saúde, com consequentes efeitos benéficos para a população.

É também necessário esclarecer se há manutenção das aptidões aprendidas por um longo período de tempo. Os resultados são mistos, carecendo de mais investigação para averiguar se há degradação das capacidades com o tempo e qual a frequência com que o treino deve ser repetido.^(24; 47; 48; 49) No trabalho desenvolvido por Burchard et al. (2007) o desempenho de técnicas de ressecção histeroscópica foi melhor nos primeiros seis meses, reforçando que simulação melhora a performance, mas requer intervenções frequentes para que o médico mantenha essa performance óptima.⁽²⁴⁾

Contrariando a crescente publicação de literatura sobre este tema, uma visão geral da literatura até 2003 concluiu que é imprescindível melhorar o rigor e a qualidade da pesquisa sobre simulação.^(5; 15; 17) No entanto, McGaghie et al. (2010) verificaram uma melhoria considerável na investigação feita nesta área entre 2003-2009.⁽¹⁷⁾

Os próprios formandos reconhecem estas problemáticas, como é demonstrado em alguns estudos que abordaram as suas expectativas relativamente à simulação. Fundamentando-se na ausência de linhas de orientação para a implementação de um ensino baseado na simulação, Shanks et al. (2010) averiguaram a perspectivas dos internos de medicina interna sobre o uso de simuladores no seu percurso.⁽⁵⁰⁾ Estes apontaram como principais obstáculos a limitação de tempo, o grande número de alunos para cada instrutor, a disponibilidade condicionada dos simuladores e a ausência de realismo de alguns dos modelos. Eles próprios reconheceram a importância do formador e do seu papel crucial na demonstração do procedimento, observação da execução da técnica pelos aprendizes e *feedback*. Sugerem que os cursos de simuladores deveriam estar disponíveis mais precocemente no internato, com um pequeno grupo de formandos em cada sessão e um instrutor para três ou

quatro alunos, apesar de não ter sido avaliado se as ideias propostas trariam benefício.⁽⁵⁰⁾

Conclusões

A simulação constitui um instrumento educacional com crescente popularidade, tendo-se assumido nos últimos anos como um componente essencial para o ensino da medicina.

Esta metodologia permite abordar capacidades cognitivas, psicomotoras e interpessoais. No entanto, é essencial reconhecer que a simulação não substitui a prática clínica, mas constitui antes uma ferramenta valiosa na preparação dos estudantes de medicina pelo espectro alargado de cenários clínicos que podem ser apresentados. Estes possibilitam a criação de um ambiente de aprendizagem clinicamente realista, estruturado, controlado e não ameaçador. A aquisição de conhecimentos e práticas ocorre activamente, sem o compromisso da segurança dos doentes, proporcionando um *feedback* imediato e uma auto-avaliação objectiva. Para além da incorporação mais precoce de experiência clínica simulada no percurso académico, que permite reforçar a compreensão e integração do conhecimento médico, constitui ainda uma metodologia útil para uma avaliação uniforme.

Numa altura em que há cada vez mais pressões sociais e políticas baseadas na segurança dos utentes, juntamente com reformas que condicionam menos oportunidades de aprendizagem, a simulação pode contribuir para um ensino da medicina mais justo, equilibrado e motivante, indo ao encontro das expectativas dos alunos que têm assim percepção da sua evolução.

Por estes motivos, esta metodologia começa a desempenhar um importante papel na formação dos futuros profissionais de saúde. Não se esgotando no ensino pré-graduado, contribui grandemente para o desenvolvimento profissional contínuo de profissionais já qualificados.

São muitos os artigos publicados sobre a utilização da simulação na medicina, porém a ausência de validação dos seus resultados continua a ser um entrave à utilização fiável deste método. Faltam ainda estudos que analisem todas as potencialidades desta ferramenta no contexto adequado, bem como as suas repercussões concretas nos cuidados de saúde.

Contudo, a generalidade da investigação ressalva que a simulação médica só irá cumprir o seu potencial se implementada como parte integrante de um programa

curricular estruturado, com objectivos de aprendizagem claramente predefinidos e assente em boas práticas.

É ainda fundamental salvaguardar que o desenvolvimento de qualidades humanas nos médicos jovens é um princípio central da profissão médica que vai sempre exigir a instrução e cultivo por parte de médicos mentores e que nunca serão simuladas convenientemente pela tecnologia, independentemente de quão sofisticada. Assim, a educação baseada na simulação irá reforçar, e não depreciar, o papel do médico clínico educador.

Agradecimentos

Esta dissertação coincide com o culminar de um longo percurso de aprendizagem. No momento em que um novo ciclo está prestes a ter início, é-me concedida a possibilidade de retribuir em poucas palavras a todos aqueles que contribuíram para alcançar esta etapa.

Agradeço a colaboração do meu orientador, Dr. Pedro Vita, para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida. Este não seria excepção. A eles devo o facto de chegar onde cheguei e a eles devo tudo o que mais conquistar. À minha irmã, pelo apoio constante e afecto, à sua maneira. Aos meus avós, pelo carinho que sempre me votaram. Ao Osmano, pela âncora segura e permanente alento.

O meu agradecimento a todos os colegas de curso e amigos, pelas dificuldades que enfrentámos juntos e pelos pequenos momentos que fizeram a diferença.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, directa ou indirectamente, me inspiraram ao longo deste caminho.

Bibliografia

1. Vantini I, Benini L. Models of learning, training and progress evaluation of medical students. *Clin Chim Acta* 2008;393:13-16.
2. Cooke M, Irby DM, Sullivan W, Ludmerer KM. American Medical Education 100 Years after the Flexner Report. *N Engl J Med*. 2006;355:1339-1344.
3. Gordon JA, Hayden EM, Ahmed RA, Pawlowski JB, Khoury KN, Oriol NE. Early Bedside Care During Preclinical Medical Education: Can Technology-Enhanced Patient Simulation Advance the Flexnerian Ideal? *Acad Med* 2010;85,(2):370-377.
4. Skochelak, SE. A decade of reports calling for change in medical education: what do they say? *Acad Med* 2010;85 Suppl 9:26-33.
5. Lateef, F. Simulation based learning: just like the real thing. *J Emerg Trauma Shock* 2010;3:348-352.
6. Scalese RJ, Obeso VT, Issenberg SB. Simulation technology for skills training and competency assessment in medical education. *J Gen Intern Med* 2007;23 Suppl 1:46-49.
7. Reznick RK, MacRae H. Teaching surgical skills - Changes in the wind. *N Engl J Med* 2006;355:2664-2669.
8. Dawson S, Gould DA. Procedural simulation's developing role in medicine. *Lancet* 2007;369:1671-1673.
9. Van Nortwick SS, Lendvay TS, Jensen AR, Wright AS, Horvath KD, Kim S. Methodologies for establishing validity in surgical studies. *Surgery* 2010;147(5):622-630.
10. Swanwick, T. *Understanding Medical Education: Evidence, Theory and Practice*. Wiley-Blackwell; 2010.
11. Epstein, RM. Assessment in Medical Education. *N Engl J Med* 2007;356:387-396.

12. Varga C, Almeida V, Germano C, Melo DG, Chachá S, Souto B, et al. Relato de experiência: o uso de simulações no processo de ensino-aprendizagem em medicina. *Revista Brasileira de Educação Médica* 2009;33(2):291-297.
13. Alinier, G. A typology of educationally focused medical simulation tools. *Medical Teacher* 2007;29:243-250.
14. Murphy JG, Cremoni F, Kane GC, Dunn W. Is simulation based medicine training the future of clinical medicine? *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2007 Jan;11(1):1-8.
15. Hammoud MM, Nuthalapaty FS, Goepfert AR, Casey PM, Emmons S, Espey EL, et al. To the point: medical education review of the role of simulators in surgical training. *Am J Obstet Gynecol* 2008 Oct;199(4):338-343.
16. Lippert A, Dieckmann PG, Oestergaard D. Simulation in medicine. *Notfall Rettungsmed* 2009;12 Suppl 2:49–52.
17. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ* 2010;44:50-63.
18. Acton RD, Chipman JG, Gilkeson J, Schmitz CC. Synthesis versus imitation: evaluation of a medical student simulation curriculum via objective structured assessment of technical skill. *Journal of Surgical Education* 2010;67(3):173-178.
19. Wayne DB, McGaghie WC. Use of simulation-based medical education to improve care quality. *Resuscitation* 2010;81:1455-1456.
20. Hofmann, B. Why simulation can be efficient: on the preconditions of efficient learning in complex technology based practices. *BMC Medical Education* 2009;9(48):1-6.
21. Kneebone, R. Perspective: Simulation and Transformational Change: The Paradox of Expertise. *Acad Med.* 2009;84(7):954-957.
22. Kneebone R, Nestel D, Wetzel C, Black S, Jacklin R, Aggarwal R, et al. The Human Face of Simulation: Patient-Focused Simulation Training. *Acad Med* 2006; 81(10): 919-924.

23. Huang, G, Reynolds, R and Candler, C. Virtual Patient Simulation at U.S. and Canadian Medical Schools. *Acad Med* 2007;82(5):446-451.
24. Burchard ER, Lockrow EG, Zahn MC, Dunlow SG, Satin AJ. Simulation training improves resident performance in operative hysteroscopic resection techniques. *Am J Obstet Gynecol* 2007;197(5):542-543.
25. Andreatta PB, Woodrum DT, Birkmeyer JD, Yellamanchil RK, Doherty GM, Gauger PG, et al. Laparoscopic skills are improved with LapMentor training: results of a randomized, double blinded study. *Ann Surg* 2006;243(6):854-860.
26. Barsuk, JH; McGaghie, WC; Cohen, ER; Balachandran, JS; Wayne, DB. Use of simulation-based mastery to improve the quality of central venous catheter placement in a medical intensive care unit. *J Hosp Med* 2009;4:397-403.
27. Lee JT, Qiu M, Teshome M, Raghavan SS, Tedesco MM, dalman RL. The utility of endovascular simulation to improve technical performance and stimulate continued interest of preclinical medical students in vascular surgery. *Journal of Surgical Education* 2009;66:367-373.
28. Donoghue AJ, Durbin D, Nadel F, Stryjewski G, Kost S, Nadkarni V. Effect of high-fidelity simulation on pediatric advanced life support training in pediatric house staff: a randomized trial. *Pediatr Emerg Care* 2009;25(3):139-144.
29. Botezatu M, Hult H, Fors UG. Virtual patient simulation: what do students make of it? A focus group study. *BMC Medical Education* 2010;10(91):1-8.
30. Jude DC, Gilbert GG, Magrane D. Simulation training in the obstetrics and gynecology clerkship. *Am J Obstet Gynecol* 2006 Nov;195(5):1489-1492.
31. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ* 2006;40(3):254-262.
32. Ziv A, Erez D, Munz Y, Vardi A, Barsuk D, Levine I, et al. The Israel Center for Medical Simulation: A Paradigm for Cultural Change in Medical Education. *Acad Med* 2006;81(12):1091-1097.
33. Gupta A, Peckler B, Schoken D. Introduction of hi-fidelity simulation techniques as an ideal teaching tool for upcoming emergency medicine and trauma residency programs in India. *J Emerg Trauma Shock* 2008;1:15-18.

34. Lateef F. What's new in emergencies, trauma, and shock? Role of simulation and ultrasound in acute care. *J Emerg Trauma Shock* 2008;1:3-5.
35. Woods NN, Brooks LR, Norman GR. It all makes sense: Biomedical knowledge, causal connections and memory in the novice diagnostician. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2007;12:405-415.
36. Adler M, Vozenilek JA, Trainor JL, Eppich WJ, Wang EE, Beaumont JL, et al. Development and Evaluation of a Simulation-Based Pediatric Emergency Medicine Curriculum. *Acad Med* 2009;84(7):935-941.
37. Bismuth J, Donovan MA, O'Malley MK, El Sayed HF, Naoum JJ, Peden EK, et al. Incorporating simulation in vascular surgery education. *Journal of Vascular Surgery* 2010 Oct;52(4):1072-1080.
38. Schreuder HW, van Dongen KW, Roeleveld SJ, Schijven MP, Broeders IA. Face and construct validity of virtual reality simulation of laparoscopic gynecologic surgery. *Am J Obstet Gynecol* 2009;200: 540-542.
39. Nara N, Beppu M, Tohda S, Suzuki T. The introduction and effectiveness of simulation-based learning in medical education. *Intern Med* 2009;48(17):1515-1519.
40. McCoy CE, Menchine M, Anderson C, Kollen R, Langdorf MI, Lotfipour S. Prospective randomized crossover study of simulation vs. didactics for teaching medical students the assessment and management of critically ill patients. *J Emerg Med* 2010;40:448-455.
41. Balkissoon R, Blossfield K, Salud L, Ford D, Pugh C. Lost in translation: unfolding medical students' misconceptions of how to perform a clinical digital rectal examination. *Am J Surg* 2009;197(4):525-532.
42. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, McGaghie WC. Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest* 2008;133:56-61.
43. Draycott TJ, Crofts JF, Ash JP, Wilson LV, Yard E, Sibanda T, et al. Improving neonatal outcome through practical shoulder dystocia training. *Obstet Gynecol* 2008;112:14-20.

44. Seymour, NE. VR or OR: a review of the evidence that virtual reality simulation improves operating room performance. *World J Surg* 2008;32:182-188.
45. Edelson DP, Litzinger B, Arora V, Walsh D, Kim S, Lauderdale DS, et al. Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Arch Intern Med* 2008;168:1063-1069.
46. Domuracki KJ, Moule CJ, Owen H, Kostandoff G, Plummer JL. Learning on a simulator does transfer to clinical practice. *Resuscitation*. 2009, Vol. 80, pp. 346-349.
47. Sinha, P, Hogle, NJ and Fowler, DL. Do the laparoscopic skills of trainees deteriorate over time? *Surg Endosc* 2008;22:2018-2025.
48. Lammers, RL. Learning and retention rates after training in posterior epistaxis management. *Acad Emerg Med* 2008;15:1181-1189.
49. Crofts JF, Bartlett C, Ellis D, Hunt LP, Fox R, Draycott TJ. Management of shoulder dystocia: skill retention 6 and 12 months after training. *Obstet Gynecol* 2007;110:1069-1074.
50. Shanks D, Wong RY, Roberts JM, Nair P, Ma I. Use of simulator-based medical procedural curriculum: the learner's perspectives. *BMC Medical Education* 2010;10(77):1-7.