



Investigación en  
Educación Médica

<http://riem.facmed.unam.mx>

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

# Simulación en Educación Médica

Andrea Dávila-Cervantes

*Departamento de Educación Médica de Pregrado, Facultad de Medicina, Universidad de Alberta, Edmonton, Alberta, Canadá*

Recepción 1 de noviembre de 2013; aceptación 4 de febrero de 2014

### PALABRAS CLAVE

Educación Médica; simulación; habilidades; destrezas; Canadá.

### Resumen

La simulación en la Educación Médica ha presentado un desarrollo importante a nivel mundial, ésta se ha convertido en una herramienta mediante la cual se favorece la adquisición de habilidades clínicas previo al contacto real con el paciente y fomenta la seguridad para éste, mediante la realización de destrezas para disminuir la posibilidad de errores o complicaciones en la realización de procedimientos. Los avances en la tecnología de la simulación han creado un cambio en el paradigma de la educación y se ha dirigido la atención en la adquisición de competencias y habilidades necesarias para la práctica médica. Las aplicaciones de la simulación son múltiples y cuentan con un potencial ilimitado, la mayoría de las experiencias involucran el entrenamiento de habilidades y la adquisición del conocimiento cognitivo. La simulación en la Educación Médica sirve como plataforma para la Educación Médica Continua, ésta provee a los profesionales en la salud la oportunidad para conocer nuevos avances y procedimientos, favorece la exploración de diversas áreas con deficiencia en competencias y provee de poderosas herramientas de intervención para mejorar las habilidades que requieren mayor entrenamiento. En este artículo se ofrece un panorama conceptual respecto a la simulación, se describe el desarrollo, las características de la misma, las ventajas que ofrece esta herramienta educativa y se analizan los diversos estudios que se están realizando en este campo.

### KEYWORDS

Medical Education; simulation; skills; abilities; Canada.

### Simulation in Medical Education

### Abstract

*Simulation-based medical education is a rapidly growing field, as is illustrated by the increased development of simulation centers worldwide. Simulation is becoming a powerful force in addressing the need to increase patient safety through quality-care training, it serves as*

**Correspondencia:** Undergraduate Medical Education. 1-002 Katz Group Centre for Pharmacy and Health Research, Edmonton, Alberta, Canadá T6G 2E1. Teléfono: 780 492 1512. Fax: 780 492 9531. Correo electrónico: davcer@yahoo.com

*an alternative to the real patient and permit educators to gain full control of a pre selected clinical scene without the risk of distressing patients or encountering other harmful aspects of learning on real patients. Advances in medical simulation technology along with other unfolding trends have started to shift research attention to the performance component of clinical competency. Simulation is gaining a central role in Medical education and has shifted, out of necessity, from traditional apprenticeship to more directed clinical skills training.*

*Simulation helps the physician in the acquisition of medical skills and promotes the education within the context of patient safety; it offers a controlled environment for teaching and learning in simulators with real scenarios for medical students in which they acquire abilities for professional practice.*

*This article provides a conceptual overview of simulation, its development, characteristics, the advantages of this educational tool and several studies in this field are discussed.*

## Introducción

La simulación en el área de la salud consiste en situar a un estudiante en un contexto que imite algún aspecto de la realidad y en establecer, en ese ambiente, situaciones o problemas similares a los que deberá enfrentar con individuos sanos o enfermos, de forma independiente, durante las diferentes prácticas clínicas.

La necesidad de crear una cultura de seguridad para el paciente y de brindar calidad en la atención, han favorecido el desarrollo acelerado de la simulación en la Educación Médica a nivel mundial. De forma tradicional el principio: “ver uno, hacer uno y enseñar a uno” se ha propuesto como una norma en la enseñanza de la práctica clínica. La simulación en la Educación Médica ha sido propuesta como un método para reducir la brecha educativa entre “ver uno” y “hacer uno”.<sup>1</sup>

La simulación clínica es una herramienta educativa con la que se favorece la adquisición de ciertas habilidades técnicas y competencias necesarias para el cuidado de la salud.

Una de las grandes diferencias entre la enseñanza de la medicina con el modelo tradicional y la enseñanza basada en la simulación, es que durante el entrenamiento clínico en pacientes reales los alumnos deben de estar continuamente supervisados para evitar que cometan errores y corregirlos de manera inmediata, esto con el fin de cuidar la integridad y seguridad del paciente; en contraste, dentro de una simulación, los errores son permitidos por el instructor, con el fin de que el alumno aprenda de las consecuencias de su error, rectifique y vuelva a realizar el procedimiento de manera correcta, reforzando así sus conocimientos.

La era moderna de la simulación médica tiene su origen en la segunda mitad del siglo XX, en la cual se identifican tres movimientos que impulsaron su desarrollo. El primero de ellos se inicia con la obra de Asmund Laerdal, quien en conjunto con médicos anestesiólogos y una fábrica de juguetes, desarrolló un modelo de reanimación cardiopulmonar al que llamó: “Resusci Anne”, un simulador de bajo costo pero efectivo para desarrollar habilidades y destrezas psicomotoras.<sup>2,3</sup>

El segundo movimiento está asociado con la simulación moderna y concierne al desarrollo de simuladores dedicados a reproducir de manera más precisa las características humanas de los pacientes, y se ubica también

durante la segunda mitad del siglo XX, con la creación del simulador SIMone™, desarrollado por Abrahamson y Denson a finales de los 60’s en la Universidad de Harvard. Este simulador contaba con ciertas características que lo hacían único, entre ellas presentaba ruidos respiratorios, ruidos cardíacos, así como pulsos carotídeo y temporal sincronizados. Las respuestas fisiológicas a las maniobras que se le realizaban, eran en tiempo real, mediante un programa de computación.<sup>3</sup>

Posteriormente se inició el desarrollo de simuladores en varias instituciones, generando los entrenadores de segmentos corporales, destinados a la realización de procedimientos técnicos básicos como el tacto rectal, venopunción, oftalmoscopia y cateterismo vesical, entre otros.<sup>3,4</sup>

Durante este periodo se desencadenó un avance tecnológico rápidamente progresivo con modelos cada vez más sofisticados, en la búsqueda de simuladores integrales con sistemas basados en computación.

El tercer movimiento ha sido la reforma educativa mundial, la cual inició a finales del siglo pasado y continúa actualmente. Uno de los pilares de esta reforma es la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza aplicando las nuevas tecnologías, logrando un aprendizaje de habilidades clínicas y de comunicación, entrenamiento y formación en pregrado, posgrado y en Educación Médica Continua.<sup>4,6</sup>

En la actualidad, el uso de simuladores es una realidad gracias a avances en tecnología y a la sistematización de aspectos relevantes de la teoría de la Educación Médica.<sup>7</sup>

En fechas recientes ha existido un importante aumento en la cantidad de literatura dedicada a la simulación, este cambio surgió como respuesta al reporte publicado en el año de 1999 en Estados Unidos de Norteamérica titulado “To err is Human: Building a Safer Health System”, así como a estudios de análisis de causa en los cuales se determinó que el error humano es causa principal de eventos adversos que llevan a desenlaces desfavorables para pacientes.<sup>8,9</sup> A partir de esa fecha se planteó la necesidad de integrar en los programas de enseñanza conceptos de seguridad para el paciente e incluso esfuerzos dirigidos para reestructurar la educación clínica actual, de tal manera que contemplara aspectos de desarrollo profesional para que se otorgue una atención segura, efectiva, centrada en el paciente, eficiente y equitativa.<sup>10</sup>

El marco teórico y conceptual de la simulación médica, está centrado en el concepto de competencias. La

competencia se define como el conjunto de actitudes, destrezas, habilidades y conocimientos requeridos para realizar con calidad la labor profesional.<sup>11,12</sup>

En la actualidad existe un amplio reconocimiento que los médicos y los profesionales de la salud deben poseer una amplia gama de competencias para proveer atención de calidad para los pacientes. Estas van más allá del conocimiento médico o de las destrezas técnicas: dichas competencias se refieren al trabajo en equipo, liderazgo, profesionalismo, destrezas de relación interpersonal y de comunicación, toma de decisiones y algunas conductas que minimizan el riesgo de errores médicos y favorecen la seguridad del paciente.<sup>11</sup>

La enseñanza de dichas habilidades debe ser parte integral del currículo en medicina. La inclusión de dichas habilidades en el currículo representa un reto, pues éstas son más difíciles de enseñar y de evaluar.

Al poder replicar diversos escenarios clínicos mediante la simulación, se puede evaluar la adquisición de múltiples competencias tanto técnicas como no técnicas.

La simulación ofrece un foro para conceptualizar la enseñanza tanto en el ámbito del conocimiento como en aspectos técnicos y actitudinales. Esta es utilizada para reproducir experiencias reales de pacientes a través de escenarios.

Las aplicaciones de la simulación son múltiples y cuentan con un potencial ilimitado, la mayoría de las experiencias involucran el entrenamiento de habilidades ya sean básicas o avanzadas, que sirven para el entrenamiento clínico o con el fin de mejorar el conocimiento cognitivo.<sup>13</sup>

Mediante la simulación se certifican ciertas habilidades y destrezas que se requieren en la profesión con el fin de promover una cultura de seguridad.<sup>13</sup>

Existen diversos tipos de simulación que son utilizados como estrategia de aprendizaje, entre estos se encuentran el paciente estandarizado, el simulador humano, el paciente híbrido, los simuladores virtuales y los simuladores de habilidades, todos estos favorecen el análisis crítico posterior a la realización de la práctica, pueden utilizarse para reproducir aspectos de la realidad en situaciones de riesgo y se observa el grado de dominio alcanzado por los participantes.<sup>14,15</sup>

Existen diversas clasificaciones en la literatura en cuanto a las alternativas de simulación basadas en el concepto de "fidelidad"; este término define el grado de realismo de los modelos utilizados. En general se describen tres modalidades de simulación: baja fidelidad, fidelidad intermedia y alta fidelidad<sup>16</sup> (Tabla 1).

En la actualidad la enseñanza de la medicina con el uso de la simulación es una metodología aceptada, la cual día a día cobra mayor importancia en la Educación Médica. La simulación es utilizada como herramienta de evaluación en los Exámenes Objetivos Estructurados, los cuales han sido avalados por los diversos cuerpos colegiados. Estos grupos de acreditación utilizan exámenes basados en pacientes simulados dentro de sus requerimientos de certificación, reconociendo las ventajas de ambientes simulados con fines de evaluación. A nivel mundial existen movimientos para los derechos de los pacientes en los cuales se establece que la simulación debe ser utilizada con fines educativos antes de poner en riesgo la seguridad del paciente.<sup>17-19</sup>

La instrucción y la educación basada en simulación ha demostrado su efectividad en diversas áreas de la salud.<sup>20,21</sup> Múltiples estudios han demostrado que mediante la simulación se mejora la adquisición del conocimiento médico, se favorece la adquisición de ciertas habilidades técnicas y se fomenta el trabajo en equipo.<sup>22</sup>

La simulación ha sido empleada exitosamente en pregrado, específicamente en el área de farmacología y neurociencias, así como en el entrenamiento de habilidades quirúrgicas y de exploración física.<sup>23-26</sup> Los alumnos de pregrado entrenados con simulación han demostrado menor estrés, mayor seguridad y mejor disposición a realizar ciertos procedimientos. Asimismo, se ha evidenciado una mejor disposición de los pacientes a ser atendidos por estudiantes cuando estos han sido entrenados previamente con simulación.<sup>27-30</sup>

Posgrado es una de las áreas donde la simulación ha aportado en las diversas dimensiones que requiere el médico en formación. Mediante la creación de ciertos escenarios clínicos donde los participantes asumen diferentes roles para aprender a manejar situaciones complejas, acciones de mejora o solucionar dilemas éticos, se logra adquirir ciertas actitudes y valores propios del ejercicio de la profesión médica. En Anestesiología se ha demostrado una mejoría en el desarrollo de juicio crítico y reflexivo tanto de residentes como de especialistas. El desarrollo de la simulación en el área quirúrgica ha sido amplio, existen datos que avalan el uso de la simulación para el desarrollo de habilidades técnicas tanto en la cirugía laparoscópica como en endoscopia. Específicamente en simulación quirúrgica laparoscópica se ha demostrado que el entrenamiento en base a competencias que incluye simulación virtual, permite adquirir habilidades básicas laparoscópicas para procedimientos tales como colecistectomías.<sup>31-38</sup>

La Colaboración Cochrane publicó un estudio en el cual se evaluaron todos los ensayos clínicos controlados en los que se comparaba el entrenamiento con realidad virtual (RV) en cirugía vs. otras técnicas incluyendo la caja de entrenamiento (también llamado entrenamiento mediante video EV). Los autores concluyen que el entrenamiento con RV debe ser utilizado como herramienta en la enseñanza de la cirugía laparoscópica y es tan efectivo como el entrenamiento mediante video para complementar el entrenamiento laparoscópico estándar.<sup>39</sup>

En obstetricia han sido numerosos los aportes de la simulación en la realización de ciertos procedimientos como la amniocentesis bajo ultrasonografía, el uso de forceps, el manejo de distocia de hombros y de emergencias obstétricas y trauma.<sup>40,41</sup>

## Características de la simulación

El éxito de la simulación depende de que exista una alta fidelidad física en la cual se logren desarrollar habilidades manuales, una alta fidelidad conceptual en la cual se desarrolla el razonamiento clínico y la habilidad para solucionar problemas y por último, la alta fidelidad emocional o vivencial en la cual se favorece la retención de información mediante el manejo de procesos complejos que involucran conocimientos o emociones.

Una simulación exitosa no está basada en el realismo de la simulación *per se*, sino en el compromiso de los

**Tabla 1.** Tipos de simulación y sus características basados en el concepto de fidelidad.

Tipo de simulación	Características
1. Baja fidelidad	Simuladores de un segmento anatómico, en los cuales se practican ciertos procedimientos y algunas maniobras tanto invasivas como no invasivas. Prácticas como exploración ginecológica, aplicación de inyecciones intramusculares o intravenosas o toma de presión arterial.
2. Fidelidad intermedia	Combina el uso de una parte anatómica con computadoras que permiten manejar ciertas variables.
3. Alta fidelidad	Integración de múltiples variables fisiológicas, manejados mediante computadoras utilizando tecnología avanzada en <i>hardware</i> y <i>software</i> para aumentar el realismo de la simulación. Prácticas de situaciones clínicas complejas como la atención de un parto eutócico o complicado, intubación endotraqueal, resucitación cardiopulmonar en niños y adultos, reconocimiento de enfermedades cardíacas y atención de emergencias en una terapia intensiva.

participantes en sus roles, una conexión adecuada entre los involucrados con el fin de que el alumno logre ligar de forma activa las experiencias sociales, psicológicas y clínicas previamente vividas.

Una de las características de la simulación es que en ésta se utiliza el aprendizaje previamente adquirido para estimular la participación del alumno, potenciar el conocimiento cercano a la vida real y su aplicación a situaciones cotidianas. Estos conceptos conducen hacia las cuatro características básicas de la simulación: la observación del mundo real, su representación física o simbólica, la acción sobre esta representación y los efectos de esta acción sobre el aprendizaje humano.

Desde el punto de vista social, la simulación es útil para ensayar estrategias de enfrentamiento con la realidad, aprender a tomar decisiones, a resolver problemas, planificar en contextos con cierto desorden o incertidumbre, o para realizar técnicas creativas que descubran alternativas a un problema dado, entre muchas otras.<sup>42,43</sup>

El desarrollo de la simulación como estrategia formativa ha dado lugar a un amplio conjunto de técnicas específicas como la asignación de roles, consistente en la representación de una situación social problemática que hay que asumir por medio de la recreación personal, mediante la representación de un papel distinto del que se juega en la vida ordinaria, estimula la implicación y la participación personal, da lugar a una expresión emocional abierta que facilita el diálogo, haciéndolo más fluido y positivo.<sup>44,45</sup>

Uno de los puntos clave en la simulación es la sesión de realimentación o *'debriefing'*, la cual se realiza posterior al evento. En ésta se identifica el impacto de la experiencia, se explican conceptos, hechos y los principios usados en la simulación, el instructor identifica los puntos de vista de cada uno de los participantes sobre la experiencia vivida y se crea un contexto en el cual el alumno pueda aprender, y una vez experimentado lo incorpore a la vida diaria.<sup>46</sup> Durante la realimentación se favorece la adquisición de conocimientos de forma estructurada para que el alumno realice el autoaprendizaje y la autoevaluación, y se promueve la comunicación y el análisis entre los miembros del equipo.<sup>47</sup>

## Investigación en simulación

La simulación es una herramienta que sirve para favorecer la realización de las mejores prácticas clínicas. Esta puede ser utilizada como objeto de investigación para

validar su eficacia como herramienta educativa o puede ser utilizada para evaluar el desempeño del médico en un ambiente seguro y controlado, el cual asemeja al ambiente clínico habitual.<sup>48</sup>

Cientos de reportes individuales de investigación sintetizados en 5 diferentes revisiones sistemáticas revelan que la Educación Médica basada en simulación es una intervención educativa que favorece la adquisición de ciertas competencias, las cuales pueden ser medidas en el laboratorio educativo.<sup>49-53</sup>

El estándar de oro en la validación de la simulación con el fin de brindar seguridad a los pacientes, es la ciencia traslacional. De forma tradicional, la ciencia traslacional pone su máximo énfasis en que los avances de la ciencia y la tecnología influyan en la salud humana, ésta persigue diseñar rápidamente y estudiar cuanto antes nuevas aproximaciones diagnósticas o terapéuticas basadas en los últimos avances de la ciencia básica.

La investigación en simulación cumple con los criterios de la ciencia traslacional, ya que es capaz de demostrar que lo aprendido en un laboratorio de simulación tiene un impacto real en el cuidado del paciente.<sup>48</sup>

La ciencia traslacional avanza del laboratorio al paciente en al menos tres fases continuas. El campo de la investigación en simulación en fase T1 es aquella en la cual se presenta progreso en el desempeño específicamente relacionado al entorno de la simulación. Tiene como objetivo trasladar los descubrimientos básicos de laboratorio para la investigación clínica.<sup>54</sup>

La fase T2 demuestra que el aprendizaje en el laboratorio de simulación se traduce directamente en pruebas de eficacia clínica a nivel del paciente, comparar los resultados de diferentes tratamientos con el fin de identificar el tratamiento adecuado para el paciente y trasladar estos resultados en guías de práctica clínica. Un ejemplo de esta fase corresponde al aprendizaje de la colecistectomía laparoscópica en un simulador de realidad virtual, el cual ha demostrado una reducción en la realización de errores predefinidos en pacientes en el quirófano, cuando se compara con el método de enseñanza tradicional.<sup>55</sup>

La fase T3 de la investigación está dirigida a mejorar en conjunto la salud de los pacientes y de la sociedad.<sup>56</sup> Como ejemplo de esta última se encuentra la evidencia de que al adquirir experiencia y dominar un procedimiento mediante el uso de simuladores, como la inserción de un catéter venoso central, se logra una disminución en las complicaciones asociadas a la realización de esta técnica como la sepsis.<sup>57,58</sup>

En un futuro la investigación en esta área determinará si, la repetición de ciertas habilidades mediante la simulación se relaciona de forma directa con la reducción de errores y, en consecuencia se favorecerá una mayor seguridad del paciente.

### Integración de la simulación en el currículo

Como se mencionó previamente la simulación corresponde a una de las múltiples estrategias de enseñanza disponibles para la educación en medicina. Otras incluyen aprendizaje basado en problemas, experiencias clínicas ya sea en hospital, comunidades, etc.

El incorporar la simulación en el currículo determinando de antemano donde debe de ser utilizada de forma más eficiente, lleva a un mejor uso y aplicación de la modalidad. La experiencia de la simulación debe de ser planeada, implementada y evaluada. Esta puede incluirse como parte de un curso o puede ser utilizada como herramienta para favorecer la integración de forma horizontal a lo largo del currículo. Cuando la simulación forma parte integral del currículo con objetivos claros y bien definidos, la experiencia es más enriquecedora que cuando se realiza como una actividad extra-curricular.<sup>59</sup>

### Conclusiones

El objetivo de la Educación Médica es el desarrollo de profesionales de la salud competentes y dedicados que sean capaces de proporcionar el más alto nivel de atención y seguridad a sus pacientes. El determinar el camino más adecuado y los elementos necesarios para llegar a este objetivo, sigue siendo un reto. En las últimas dos décadas, la simulación ha entrado en escena de una forma dramática y su uso ha crecido de manera exponencial, asimismo, se han realizado grandes avances en la inclusión de esta herramienta en los diferentes programas educativos. Esto ha impactado positivamente en la Educación Médica en diferentes aspectos como la estandarización de la enseñanza y la familiarización de los estudiantes con métodos de autoevaluación y autoaprendizaje, en la ética en temas de salud y en el uso del error como un medio de aprendizaje.

En la actualidad, el principal desafío consiste en generar más y mejor investigación, así como refinar la forma más efectiva y eficiente de usar la simulación en el ámbito de la Educación Médica, con el fin de crear programas educativos exitosos y resultados educativos duraderos.

### Financiamiento

Ninguno.

### Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

### Presentaciones previas

Ninguna.

### Referencias

1. Akaike M, Fukutomi M, Nagamune M, et al. Simulation-based medical education in clinical skills laboratory. *J Med Invest* 2012;59:28-35.
2. Bradley P. History of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ* 2006;40(3):254-262.
3. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care* 2008;23(2):157-166.
4. Gordon MS. Cardiology patient simulator, Development of an animated manikin to teach cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 1974;34(3):350-355.
5. Satava RM. Historical review of surgical simulation a personal perspective. *World J Surg* 2008;32(2):141-148.
6. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, et al. Simulation based medical education: an ethical imperative. *Acad Med* 2003;78(8):783-788.
7. McLaughlin S, Fitch M, Goyal D, et al. Simulation in Graduate Medical Education 2008: A review for Emergency Medicine. *Acad Emerg Med* 2008;15:1117-1129.
8. Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine. To err is human Building a Safer Health System. Kohn LK, Corrigan JM, editors. Washington D.C.: Institute of Medicine-National Academy Press; 2000. p. 287.
9. Shojania KG, Duncan BW, McDonald KM, et al. Making Health Care Safer: A Critical Analysis of Patient Safety Practices. Agency for Healthcare Research and Quality, U.S. Department of Health; 2001. p. 655.
10. Sachdeva AK, Gabler Blair P. Educating surgery residents in patient safety. *Surg Clin N Am* 2004;84:1669-1698.
11. Epstein RM, Hundert EM. Defining and assessing professional competence. *JAMA* 2002;287:226-235.
12. Fox-Robichaud AE, Nimmo GR. Education and simulation techniques for improving reliability of care. *Curr Opin Crit Care* 2007;13:737-741.
13. Bond W, Khun G, Binstadt E, et al. The use of simulation in the development of Individual Cognitive Expertise in Emergency Medicine. *Acad Emerg Med* 2008;15:1037-1045.
14. Kneebone R. Simulation in surgical training educational issues and practical implications. *Med Educ* 2003;37(Suppl 1):22-28.
15. Ziv A. A Practical Guide for Medical Teachers. 3<sup>rd</sup> ed. Chapter 28, Simulators and simulation-based medical education. Elsevier Academic Press; 2009. p. 217-222.
16. Maran NJ, Glavin RJ. Low-to high-fidelity simulation-a continuum of medical education? *Med Educ* 2003;37(Suppl 1):22-28.
17. Ziv A, Rubin O, Sidi A, et al. Credentialing and certifying with simulation. *Anesthesiol Clin* 2007;25(2):261-269.
18. Sutnick AI, Stillman PL, Norcini JJ, et al. ECFMG assessment of clinical competence of graduates of foreign medical schools. Educational Commission for Foreign Medical Graduates. *JAMA* 1993;270(9):1041-1045.
19. Reznick RK, Blackmore D, Dauphinee WD, et al. Large scale high stakes testing with an OSCE: report from the Medical Council of Canada. *Acad Med* 1996;71(1 Suppl):S19-21.
20. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care* 2004;13 Suppl 1:i2-10.
21. Gaba DM. Anesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ* 2000;320(7237):785-788.
22. Sanchez LD, Delapena J, Kelly SP, et al. Procedure lab used to improve confidence in the performance of rarely performed procedures. *Eur J Emerg Med* 2006;13(1):29-31.
23. Via DK, Kyle RR, Trask JD, et al. Using high-fidelity patient simulation and an advanced distance education network to teach pharmacology to second year medical students. *J Clin Anesth* 2004;16(2):144-151.
24. Seybert AL, Kobulinsky LR, McKaveney TP. Human patient simulation in pharmacotherapy course. *Am J Pharm Educ* 2008;72(2):37.
25. Fitch MT. Using high fidelity emergency simulation with large groups of preclinical medical students in a basic science course. *Med Teach* 2007;29(2-3):261-263.

26. Ewy GA, Felner JM, JUUL D, et al. Test of a cardiology patient simulator with students in fourth-year electives. *J Med Educ* 1987;62(9):738-743.
27. Okuda Y, Quinones J. The use of simulation in the education of emergency care providers for cardiac emergencies. *Int J Emerg Med* 2008;1(2):73-77.
28. Issenberg SB, Gordon MS, Greber AA. Bedside cardiology skills training for the osteopathic internist using simulation technology. *J AM Osteopath Assoc* 2003;103(12):603-607.
29. Issenberg SM, McGaghie WC, Gordon DL, et al. Effectiveness of a cardiology review course for internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *Teach Learn Med* 2002;14(4):223-228.
30. Van Sickle KR. The pretrained novice: using simulation-based training to improve learning in the operating room. *Surg Innov* 2006;13(3):198-204.
31. Graber MA, Wyatt C, Kasperek L, et al. Does simulator training for medical students change patient opinions and attitudes toward medical student procedures in the emergency department? *Acad Emerg Med* 2005;12(7):635-639.
32. Halamek LP, Kaegi DM, Gaba DM, et al. Time for a new paradigm in pediatric medical education: teaching neonatal resuscitation in a simulated delivery room environment. *Pediatrics* 2000;106(4):E45.
33. Hunt EA, Shilkofski NA, Stavroudis TA, et al. Simulation translation to improved team performance. *Anesthesiol Clin* 2007;25(2):301-319.
34. Britt RC, Reed SF, Britt LD. Central line simulation: a new training algorithm. *Am Surg* 2007;73(7):680-682.
35. Nishisaki A, Keren R, Nadkarni V. Does simulation improve patient safety? Self-efficacy, competence operational performance and patient safety. *Anesthesiol Clin* 2007;25(2):225-236.
36. Chang L, Petros J, Hess DT, et al. Integrating simulation into a surgical residency program: is voluntary participation effective? *Surg Endosc* 2007;21(3):418-421.
37. Sedlack RE, Baron TH, Downing SM, et al. Validation of a colonoscopy simulation model for skills assessment. *Am J Gastroenterol* 2007;102(1):64-74.
38. Oropesa I, Sanchez-Gonzalez P, Lamata P, et al. Methods and tools for objective assessment of psychomotor skills in laparoscopic surgery. *J Surg Res* 2011;17(191):e81-95.
39. Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, et al. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(1):CD006575.
40. Gardner R, Raemer DB. Simulation in obstetrics and Gynecology. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2008;35:97-127.
41. Draycott TJ, Crofts JF, Ash JP, et al. Improving neonatal outcome through practical shoulder dystocia training. *Obstet Gynecol* 2008;112(1):14-20.
42. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med* 2009;76(4):330-343.
43. Bridgen D, Dangerfield P. The role of simulation in medical education. *Clin Teach* 2008;5:167-170.
44. Salas E, Diaz Granados D, Weaver S, et al. Does team training work? Principles for Health care. *Acad Emerg Med* 2008;15:1002-1009.
45. DeVita MA, Schaefer J, Lutz J, et al. Improving medical crisis team performance. *Crit Care Med* 2004;32(S2):S61-S65.
46. Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, et al. Debriefing with good judgement; combining rigorous feedback with genuine inquiry. *Anesth Clin* 2007;25:361-376.
47. Rudolph JW, Simon R, Raemer DB, et al. Debriefing as formative assessment: closing performance gaps in medical education. *Acad Emerg Med* 2008;15:1010-1016.
48. McGaghie W, Draycott T, Dunn W, et al. Evaluating the impact of simulation on translational patient outcomes. *Simul Healthc* 2011;6(suppl):S42-S47.
49. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 1999;282:861-866.
50. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, et al. Futures and uses of high-fidelity medical simulation that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical Teacher* 2005;27:10-28.
51. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, et al. Effect of practice on standardized learning outcomes in medical education. *Med Educ* 2006;40:792-797.
52. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, et al. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ* 2010;44:50-63.
53. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, et al. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med* 2011;86(6):706-711.
54. Dougherty D, Conway PH. The "3T's" road map to transform US health care: the "how" of high-quality care. *JAMA* 2008;299(19):2319-2321.
55. Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, et al. Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room—a randomized controlled trial. *Am J Surg* 2010;199:115-120.
56. Rubio DM, Schoenbaum EE, Lee LS, et al. Defining translational research: implications for training. *Acad Med* 2010;85(3):470-475.
57. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, et al. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Arch Intern Med* 2009;169(15):1420-1423.
58. Barsuk JH, Cohen ER, McGaghie WC, et al. Long-term retention of central venous catheter insertion skills after simulation-based mastery learning. *Acad Med* 2010;85(10 Suppl.):S9-S12.
59. Motola I, Devine LA, Chung HS, et al. Simulation in health care education: a best evidence practical guide. *AMEE Guide No. 82. Med Teach* 2013;35(10):e1511-1530.