

Prácticas de simulación en medicina: ventajas, limitantes, recuento histórico y perspectiva ecuatoriana

Simulation practices in medicine: advantages, limitations, historical account and ecuadorian perspective

Práticas de simulação educação em medicina: vantagens, limitantes, histórico e perspectiva ecuatoriana

Jorge A. Carriel Mancilla^{1,2}, Gustavo O. Ramírez Amat¹

¹ Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas, Guayaquil, Ecuador

² Hospital del Día "Efrén Jurado López", Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

El uso de simuladores con fines educativos, de actualización o de desarrollo de habilidades y destrezas, responde a necesidades actuales de la humanidad: desde disminuir la utilización de pacientes vivos, animales o cadáveres para el entrenamiento, hasta la ejecución más eficiente de servicios médicos. Es decir, se relaciona con aspectos éticos, pedagógicos y económicos. En este artículo, se revisa aspectos relacionados con el uso de la técnica de simulación en la enseñanza de la Medicina, especialmente en países desarrollados y se identifica las principales ventajas de su aplicación, importantes algunas de ellas, en particular para países como Ecuador. Finalmente, también se exponen aspectos relativos a las modalidades de implementación de laboratorios de simulación, y algunos costos de la experiencia obtenida en otros países.

Palabras clave: Simulación. Educación Médica. Capacitación. Maniqués.

ABSTRACT

The use of simulators for educational purposes of updating or developing skills and abilities, is a response to meet the current needs of humanity: from reducing the use of living patients, animals or cadavers for training, to the most efficient implementation of medical services. That is, it is related to ethical, educational and economic issues. In this article, we review issues related to the use of simulation techniques in the teaching of medicine, especially in developing countries and we identify the main advantages of the application of such techniques, which are important, especially for countries like Ecuador. Finally, we also discuss issues related to the modalities of implementation of simulation labs, and some costs which were obtained from the experience gained in other countries.

Keywords: Simulation. Education Medical. Training. Manikins.

RESUMO

O uso de simuladores com fins educativos, de atualização ou de desenvolvimento de habilidades e destrezas, responde à necessidades atuais da humanidade: desde diminuir a utilização de pacientes vivos, animais ou cadáveres para o treinamento até para a execução mais eficiente de serviços médicos. Quer dizer, relaciona-se com aspectos éticos, pedagógicos e econômicos. Neste artigo, revisam-se aspectos relacionados ao uso da técnica de simulação no ensino de Medicina, especialmente em países desenvolvidos e identificam-se as principais vantagens de sua aplicação, importantes algumas delas, em particular para países como o Equador. Finalmente, expõem-se também aspectos relativos às modalidades de adequação de laboratórios de simulação e alguns custos da experiência obtida em outros países.

Palavras-chave: Simulação. Educação Médica. Capacitação. Manequins

Introducción

La simulación representa una verdadera revolución en la formación médica. Su uso se ha extendido desde prácticas con la comunidad hasta escenarios clínicos para el desarrollo de destrezas en los estudios de posgrado de las diferentes especialidades médicas, además de enseñanza en escenarios prehospitalarios y educación en pregrado. El nivel

de simulación debe escogerse apropiadamente según los requerimientos de los estudiantes. Los simuladores pretenden, tal como su nombre lo indica, simular (acorde al diccionario de la RAE, simular es representar algo, fingiendo o imitando lo que no es) un ser humano o alguna de sus partes, con el objetivo de que el educando desarrolle habilidades y destrezas, sin realizar daño a ningún ser humano. El uso de simuladores elimina los

problemas éticos, dado que no es lícito que un profesional sanitario se entrene con pacientes si no ha adquirido destrezas y habilidades previas. Lo lógico es que la adquisición de destrezas y determinadas habilidades las adquiera mediante sistemas que le permitan repetir una maniobra o técnica concreta, el número de veces que sea necesario, hasta que la domine con las suficientes garantías para realizarla en pacientes reales.¹

Hipócrates, ha inspirado a los médicos desde la antigüedad hasta los momentos actuales con su aforismo *primun non nocere*, primero no hacer daño. Sin embargo, acorde a información publicada en el libro *To Err is human*, en los Estados Unidos se estima que hasta 98.000 muertes en el año se deben a alguna clase de error médico.² Como estrategia educativa, la simulación provee una oportunidad tanto incluyente como experiencial. De esta manera, permite mejorar la educación y ampliar la seguridad de los pacientes. Los profesionales de la salud están utilizando simulación de diferentes formas, que incluyen pacientes simulados y virtuales, maniqués estáticos e interactivos, entrenadores de procedimientos (tasktrainers) y simulación basada en computadora (Aggarwal). Además, la simulación tiene el potencial de recrear escenarios que raramente pueden ser experimentados y permite probar a los profesionales en situaciones complicadas, para posteriormente revisar sus acciones. Es una fuerte herramienta de aprendizaje que ayuda a los profesionales modernos a lograr altos niveles de competencia y cuidado.³

En los últimos 25 años, se ha producido una multiplicación de estos laboratorios a nivel mundial, en el contexto de las escuelas de medicina o de los hospitales, siendo una constante en la práctica totalidad de escuelas de medicina de Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, España, Israel y de otros países desarrollados. Según la base de datos de Bristol Medical Simulation Centre, disponible en: http://www.bmsc.co.uk/sim_database/centres_europe.htm, a la fecha actual el número de estos centros establecidos en cualquiera de sus formatos en todo el mundo es de aproximadamente 1.430 centros, de los cuales aproximadamente 1.000 se sitúan en EE. UU. y Canadá; más de 200 en países europeos, incluido Israel; 23 en Sudamérica; 6 en países africanos, más de 160 en Asia y unos 30 en Australia.¹

Ventajas y limitantes de la simulación

En palabras del Dr. Franco Utili,⁴ internista y urgenciólogo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, durante su ponencia en el Congreso ecuatoriano de Educación Médica, auspiciado por la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), la Asociación de Facultades Ecuatorianas de Medicina y de la Salud (AFEME) y la Universidad de Antwerp, Bélgica, realizado en marzo de 2013, las principales ventajas de la simulación radican en:

1. Ética en la salud: no es ético que un paciente no sepa que es tratado por un estudiante de pregrado, por lo que la simulación puede evitar además problemas de tipo legal;⁵
2. Familiarización de los estudiantes con métodos de auto evaluación y autoaprendizaje: permite la utilización por parte del alumno de medios de enseñanza que pueden adaptarse a su velocidad de aprendizaje y a la disponibilidad de tiempo. En etapas posteriores permite una importante accesibilidad a procesos de educación continua y conservación de las destrezas adquiridas;⁶
3. Estandarización de la enseñanza: la simulación permite un entrenamiento consistente y programado en numerosas situaciones clínicas particulares tales como, patrones de presentación poco habituales, enfermedades raras, procedimientos y situaciones críticas y detección de situaciones potencialmente catastróficas;⁷
4. Uso del error como medio de aprendizaje: durante la simulación es posible permitir que se mantenga el error como una manera de enseñar las consecuencias de éste y repetirlo las veces que sea necesario, de tal forma que se logre que el estudiante conozca las consecuencias de éste, aprenda a reconocerlo y a tratarlo adecuadamente; y
5. Incorporación de nuevos temas no considerados formalmente en los currículum: problemas originados en actitudes de médicos que son motivo frecuente de reclamo de los pacientes. En este sentido, los programas de simulación entregan la posibilidad real de incorporar en forma sistemática al currículum de pregrado, el entrenamiento en actitudes que se consideren deseables.⁴

La educación médica en el transcurso de la última década ha presenciado un incremento significativo en el uso de tecnología de simulación para enseñanza y asesoramiento. Los factores que contribuyeron a que esto suceda, son los cambios

en las políticas de cuidados en salud y la limitación de los ambientes académicos respecto a la disponibilidad y acceso a pacientes como oportunidad de aprendizaje. A nivel mundial, la atención del público general se ha enfocado en los problemas suscitados por el error médico y la necesidad de mejorar la seguridad de los pacientes.⁸

La simulación médica no solo permite ahorrar tiempo valioso en el aprendizaje, sino que también es un recurso disponible en cualquier momento para reproducir una amplia variedad de condiciones clínicas.

Además, la simulación permite superar obstáculos éticos y molestias en los pacientes objeto del entrenamiento y aprendizaje médico. Por ejemplo en los exámenes ginecológicos, tactos rectales y otros. Más importante aún es que cuando ocurre un error, los estudiantes pueden aprender a reconocerlo y a realizar correcciones en un ambiente favorable, sin el temor de ocasionar daño al paciente, lo cual evita bloqueos en el propio aprendizaje.⁹

Varias instituciones formadoras de médicos y personal sanitario en el mundo promueven el uso de simulación médica en el entrenamiento de los futuros profesionales.

En Estados Unidos, el Consejo de Acreditación para la Educación Médica de Graduados (Accreditation Council for Graduate Medical Education, ACGME por sus siglas en inglés) estipula que los programas de residencia en medicina interna deben proveer a sus residentes acceso a entrenamiento utilizando simulación. Sin embargo, no existen guías específicas respecto a cómo implementar la educación basada en simulación.¹⁰

Para Quesada y colaboradores (2007), los simuladores médicos pueden ser agrupados en 3 grandes grupos: modelos para desarrollo de habilidades en distintos procedimientos, por lo general partes anatómicas: pelvis, genitales, etc., modelos de pantalla (software informáticos) y modelos a escala real.¹¹

En la actualidad existe un grupo de simuladores denominados de alta fidelidad o de gama alta, en referencia a su elevado nivel tecnológico, que son capaces de reproducir fehacientemente respuestas

fisiológicas y a acciones farmacológicas, además de permitir la realización de procedimientos, con las consecuentes alteraciones que los mismos puedan provocar, gracias a sistemas informáticos de alta tecnología. Los simuladores de alta gama son modelos a escala real, correspondientes a diferentes edades, desde neonato hasta adulto, y a diferentes situaciones: embarazo, politraumatizado y otros. Estos simuladores clínicos son sistemas informáticos que reproducen lo más fielmente posible tanto la fisiología como determinadas situaciones patológicas del paciente, en distintos escenarios: quirófano, unidad de cuidados intensivos, sala de urgencias, unidad de vigilancia intensiva móvil, etc., simulando problemas a los que se enfrentan habitualmente los profesionales sanitarios. En esos casos el objetivo de la enseñanza y el entrenamiento están dirigidos a la optimización de la asistencia de los enfermos.¹¹

A pesar de que la simulación médica es un sistema de enseñanza en expansión a nivel mundial, existen todavía una serie de incógnitas que tendrán que esclarecerse en los próximos años. En este sentido, Hammond (2004) planteó la existencia de una serie de cuestiones que no han sido suficientemente aclaradas por el momento, tales como: ¿cuál es el impacto que sufre el alumno cuando comete un error con el paciente?, ¿debemos desarrollar la simulación hasta la muerte del enfermo?, ¿debemos utilizar el simulador fundamentalmente para enseñar o para valorar el rendimiento?, ¿tiene el médico el mismo comportamiento durante la simulación que en la atención a un caso real?, ¿es el simulador una herramienta objetiva en la acreditación?, ¿qué actuaciones y actitudes se deben medir?, ¿la intervención sobre qué problema discrimina entre una adecuada actuación y un escaso rendimiento?, ¿quién evalúa el rendimiento?, ¿cuántos casos simulados son necesarios para evaluar la competencia del alumno?, ¿cuál es el caso ideal?, entre otros.¹² Aun con estas dudas, la simulación clínica parece una técnica privilegiada y de gran utilidad como herramienta educativa, capaz de mejorar el conocimiento en la atención al paciente crítico y el politraumatizado.¹¹

Debido al alto costo de los centros de simulación clínica, la evaluación de su eficacia es esencial. Algunos docentes creen que la aceptación del entrenamiento con simuladores no ocurrirá hasta que existan pruebas completas de su eficacia, en

términos de costo-efectividad, mejora del aprendizaje o del resultado de los pacientes. En este sentido, las líneas de investigación se centran respecto a si el empleo de los recursos humanos y materiales necesarios para su puesta en marcha se justifican por una mejora en los resultados, cuidados más efectivos y seguros o aumento de la satisfacción y productividad de los profesionales.¹¹

Múltiples estudios como los de Devitt y colaboradores (2001), Holzman y colaboradores (1995), Chopra y colaboradores (1994), Olympo (2001), Satish y colaboradores (2001), Schwidd y colaboradores (2002), entre otros, han evidenciado la ventaja de utilizar simulación en las distintas áreas de la medicina, previo a abordar, realizar procedimientos y tomar decisiones vitales frente a un paciente real.¹³⁻¹⁸

Todo lo planteado con anterioridad puede explicar que aunque el empleo de simuladores para la formación y entrenamiento clínico está ganando aceptación en todo el mundo y ha tenido un considerable crecimiento en la última década, todavía no ha logrado ser adoptado como método docente de empleo universal. La falta de trabajos de investigación que demuestren su efectividad, la dificultad en la valoración de lo transferido de la simulación a la realidad y la importante inversión económica necesaria para el desarrollo de un centro de simulación se presentan como los principales factores limitantes de su implantación y desarrollo.¹¹

No cabe duda que implementar un centro de simulación médica es una tarea costosa. En su mayoría, los centros de simulación en el mundo son costeados por fondos de investigación, donaciones y soporte comercial.³ Es preciso establecer el costo-efectividad de la implementación de estos centros.

Sin embargo, esto ha sido escasamente realizado, pues la mayoría de los investigadores enfocan esfuerzos hacia el entrenamiento en sí.³ Bridges y Diamond, en 1999, calcularon que en los Estados Unidos el tiempo adicional que un residente de cirugía tarda en un quirófano, puede llegar a ser tanto como \$48.000 USD por residente cada año²⁰. Si esto lo multiplica por 1.000, que es el número aproximado de residentes de cirugía en Estados Unidos, el costo anual por tiempo adicional en los quirófanos es de \$48 millones USD.

Apenas un puñado de compañías en el mundo se dedican a desarrollar tecnologías para simulación médica, lo cual encarece todavía más los costos de la misma. Aggarwal y colaboradores (2010) creen necesaria la participación de los gobiernos para impulsar la investigación en este campo y para lograr la implementación adecuada de estos centros en todas las facultades y escuelas de medicina.³

Recuento histórico de la simulación médica

Existen datos de que el entrenamiento de diversos procedimientos utilizando simulación se remonta al año 600 antes de Cristo.¹⁰ La simulación, como concepto moderno del que hoy día se conoce, nace en 1929, año en el que el Ingeniero estadounidense Edwin A. Link, logró poner en funcionamiento el primer simulador de vuelo.⁴

A fines de la década del 60, Arthur C. Guyton, uno de los fisiólogos más reconocidos del último medio siglo, junto con Thomas Coleman demostraron el uso de simulación computarizada para educación médica y desarrollo de pruebas de hipótesis concernientes a circuitos fisiológicos.^{20,21}

El primer laboratorio de habilidades estructurado en una Facultad de Medicina europea se estableció formalmente en la Universidad de Maastricht, en Holanda, en 1974. Dicho laboratorio facilitó el entrenamiento en cuatro áreas bien definidas: habilidades de exploración física, habilidades terapéuticas, habilidades de laboratorio y habilidades de comunicación.¹

Los primeros cursos y programas de entrenamiento médico basados en simulación pueden remontarse a finales de la década de los 60 e inicios de los 70, cuando investigadores de la Universidad de Miami desarrollaron a Harvey, el paciente cardiológico simulado.³

En los 80, Gaba desarrolló e implementó el uso de maniqués computarizados para el uso en anestesiología.²² Estas técnicas permitían oportunidades para prácticas a repetición en un ambiente seguro y pedagógico. Hoy en día estos maniqués han evolucionado tanto que pueden tener funciones tan reales como respirar, dilatar pupilas o reproducir una arritmia con todas las alteraciones hemodinámicas que esto conlleva.

En los años 80, los cursos y programas de formación en politrauma como Soporte Vital Avanzado en Trauma (Advanced Trauma Life Support, ATLS por sus siglas en inglés), desarrollado por el Colegio Americano de Cirugía (American College of Surgeons) se diseñaron combinando sesiones teóricas con talleres prácticos, utilizando metodología demostrativa que incluía sesiones de discusión, así como prácticas en laboratorio de cirugía animal. Posteriormente, se incorporó la evaluación teórica antes y después del curso, así como la evaluación práctica utilizando pacientes simulados.²³

Los protocolos internacionales y los cursos mundialmente aceptados, como son los de cuidados cardíacos de emergencias y soporte vital básico y avanzado, utilizan esta efectiva estrategia de educación basada en la simulación médica. El empleo de esta técnica de aprendizaje ha permitido a respetables organizaciones como la American Heart Association (AHA, por sus siglas en inglés) y ACS estandarizar sus cursos para obtener el éxito de globalización que actualmente representan.

Durante estos últimos años, se ha puesto en marcha una nueva generación de cursos que utilizan las nuevas metodologías didácticas de formación, entre ellos las acciones formativas en las que se incorporan herramientas didácticas de e-learning. Los cursos desarrollados con simulación robótica con el empleo de simuladores, herramientas didácticas de dramatización, escenografía veraz y posterior análisis de las asistencias simuladas tras ser grabadas en video, han supuesto un salto cualitativo importante en la metodología didáctica.²³

Los maniqués modernos son mucho más prácticos y reales que sus prototipos ancestrales y pueden utilizarse con tecnología inalámbrica en su mayoría. Los modelos de simuladores de materiales tipo látex para realizar procedimientos, y más recientemente el uso de simulación cibernética -realidad virtual-, han originado una nueva rama de la enseñanza médica que rápidamente se expande por el mundo.

Actualmente, es ampliamente aceptado que los simuladores sirven como herramienta coadyuvante del aprendizaje, aunque no llegan a reemplazar la experiencia directa con pacientes.³ Hoy en día es

posible encontrar verdaderos “hospitales simulados”, que incluso cuentan con helipuertos y sitios de arribo de ambulancias, quirófanos, salas de espera y demás, para que la experiencia del entrenado sea lo más cercana a la realidad. Por nombrar algunos ejemplos: Hospital Virtual Valdecilla, Harvard Center for Medical Simulation, Hospital Virtual de la Universidad de Anhembi Morumbi.

Simulación médica en el Ecuador

Desde mediados de la primera década del nuevo siglo, varias de las Facultades de Medicina del país han realizado esfuerzos para concretar centros de simulación médica. Pese a que no existe un registro oficial, alrededor de 8 de las 23 Facultades de Medicina del país cuentan con laboratorios o centros de simulación, acorde a la información de los 2 grandes proveedores de simuladores en el país.

A partir del año 2010, varias Facultades de Medicina del país empezaron a adquirir equipos de simulación de alta fidelidad. En el año 2011, Universidades como la U. San Antonio de Machala, U. Católica de Cuenca y U. Católica de Santiago de Guayaquil, inauguraron sus respectivos centros de simulación. En el 2012, el hospital pediátrico “Roberto Gilbert”, que cuenta con la certificación para dictar cursos de la American Heart Association, inauguró su centro con simuladores de alta gama, el primero en un entorno hospitalario. En el año 2013 se inauguró en Quito el primer centro privado de simulación, propuesta realizada por una de las empresas proveedoras de equipos en el país.

Los autores de esta publicación realizamos un encuesta vía e-mail a todas las Facultades y Escuelas de Medicina del país, con seguimiento telefónico posterior a funcionarios de dichas Facultades. Lastimosamente sólo 3 instituciones que cuentan con centros de simulación respondieron.

Las variables utilizadas en la encuesta fueron: nombre de la institución, año de inicio de las actividades del centro de simulación, número de simuladores, número de simuladores de alta fidelidad, sistema de grabación, proveedor, inversión realizada, cursos realizados y certificaciones obtenidas (por ejemplo, certificación de AHA). La información recopilada se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Información recopilada por encuestas vía e-mail respecto a centros de simulación en Facultades de Medicina del Ecuador

	Institución	Fecha de inicio de actividades	No simuladores	Simuladores "Alta gama"	Sistema de grabación audio-vídeo	Inversión realizada	Cursos realizados	Certificación aha/acs/otras
1	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	Agosto de 2011	60	4 (Hal, Noelle Newborn Hal, Paediatric Hal)	Sí	\$400.000,00	Taller de pediatría, taller de vía aérea difícil, taller de RCP básico y primeros auxilios, Basic Life Support (BLS)/ Soporte vital básico, advanced Cardiovascular Life Support (ACLS)	AHA en trámite
2	Universidad Católica de Cuenca	Octubre de 2011	12	3	Sí	75.000,00	Cursos curriculares básicos y avanzados en el manejo de Emergencias médicas	Ninguna
3	Universidad San Antonio de Machala	Enero de 2011	3	3	Sí	100.000,00	Capacitación Gaumard	Ninguna

Conclusiones

La simulación como técnica que reemplaza la experiencia real se ha convertido en los últimos años en herramienta útil para la formación y desarrollo profesional. El desarrollo de las tecnologías de información, con la disminución de costos asociada, facilita e impulsa este auge. Como cualquier otro facilitador del aprendizaje, depende de la forma en que es utilizado, para alcanzar los mejores beneficios.

La decisión del uso de simuladores en la enseñanza del ejercicio de la medicina depende de algunos factores, que van desde la necesidad de formación hasta la disponibilidad de recursos. Por ello, los autores de este estudio recomiendan profundizar en el análisis de modelos de enseñanza que incluyan el uso de simuladores, con metodologías que apunten a maximizar el beneficio de esta técnica.

Hoy en día, la herramienta debe ser explotada por aquellas facultades del país que cuentan con dichos equipos, pues al momento, su utilización continúa siendo reservada, existiendo factores adversos o limitantes a vencer para que nuestros docentes las utilicen de manera frecuente.

Desde el punto de vista ético, está más que clara la ventaja en la utilización de este tipo de equipos.

En cuanto al costo-efectividad, deben realizarse estudios en nuestro medio que inicialmente demuestren que indudablemente es una herramienta que permite mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades del estudiante de medicina, siempre complementando la práctica clínica real, que sirva como método de evaluación estandarizada, y posteriormente buscar el resultado costo-efectividad de los equipos.

Los pacientes atendidos en las casas asistenciales a las que acuden nuestros estudiantes de medicina, futuros profesionales, serán los principales beneficiarios del uso de la simulación, por lo que los esfuerzos para lograr adquirir estos costosos equipos deben ser compartidos entre el Estado, las casas asistenciales y los centros de estudio superior.

Referencias bibliográficas

- Gómez M, Manuel JC. Editorial: La simulación clínica en la formación quirúrgica del siglo XXI. *Cir Esp*. 2011; 89(3): 133-135.
- Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To err is human: building a safer health system*. Washington: National Academy Press, 2000.
- Aggarwal y cols. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care* 2010;19 (Suppl 2): i34ei43
- Franco U. Simulación en educación médica. Congreso ecuatoriano de Educación Médica. Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). Marzo del 2013.

5. Lynoe N, Sandlund M, Westberg K, et al. Informed consent in clinical training: patient experiences and motives for participating. *Med Educ* 1998;32: 465-71.
6. Association of American Medical Colleges. Medical school objectives project: Medical informatics objectives. 1998. Disponible en: <https://www.aamc.org/initiatives/msop/>.
7. Ziv A, Wolpe PR, Small S, et al. Simulation-Based Medical Evaluation: An ethical Imperative. *Academic Medicine* 2003;78:783-788.
8. Scales RJ, Obeso VT, Issenberg SB. Simulation Technology for Skills Training and Competency Assessment in Medical Education. *J Gen Intern Med* 2007;23 (Suppl 1): 46-9.
9. Jiang y cols.: Learning curves and long-term outcome of simulation-based thoracentesis training for medical students. *BMC Medical Education* 2011;11:39.
10. Shanks y cols.: Use of simulator-based medicalprocedural curriculum: the learner's perspectives. *BMC Medical Education* 2010;10:77.
11. Quesada A, Burón A, Castellanos A, Del Moral I, González C, Olalla J, Rabanal J, Rodríguez J, Teja J. Formación en la asistencia al paciente crítico y politraumatizado: papel de la simulación clínica. *Med Intensiva*. 2007;31(4):187-93.
12. Hammond J. Simulation in critical care and trauma education and training. *Curr Opin Crit Care*. 2004;10:325-9.
13. Devitt JH, Kurrek MM, Cohen MM, Cleave-Hogg D. The validity of performance assessments using simulation. *Anesthesiology*. 2001; 95:36-42.
14. Holzman R, Cooper JB, Gaba DM, Philip JH, Small SD, Feinstein D. Anesthesia crisis resource management: real-life simulation training in operating room crises. *J Clin Anesth*. 1995; 7:675-87.
15. Chopra V, Gesink BJ, De Jong J, Bovill JG, Spierdijk J, Brand R. Does training on an anaesthesia simulator lead to improvement in performance? *Br J Anaesth*. 1994;73:293-297.
16. Olympio MA. Simulation Saves Lives. *ASA Newsletter*. 2001;65:15-9.
17. Satish U, Streufert S, Marshall R, Smith JS, Powers S, Gorman P, et al. Strategic management simulations is a novel way to measure resident competencies. *Am J Surg*. 2001; 181:557-61.
18. Schwid HA, Rooke GA, Carline J, Steadman RH, Murray WB, Olympio M, et al. Evaluation of anesthesia residents using mannequin-based simulation: a multiinstitutional study. *Anesthesiology*. 2002;97:1434-44.
19. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *Am J Surg* 1999; 177:28e32.
20. Guyton, AC, Coleman TG. Quantitative analysis of the pathophysiology of hypertension. *Circ. Res*. 1969;24: 1-19.
21. Guyton AC, Coleman TG, and Granger HJ. Circulation: overall regulation. *Annu. Rev. Physiol*. 1972;34:13-46.
22. Gaba DM, Howard SK, Flanagan B, Smith BE, Fish KJ, Botney R. Assessment of clinical performance during simulated crises using both technical and behavioural ratings. *Anesthesiology*. 1998;89:8-18.
23. Ayuso F, Nogué R, Coll Vinent B, Fernández Esáin B, Miró Ó. Docencia en medicina de urgencias y emergencias. *An. Sist. Sanit. Navar*. 2010; 33 (Supl. 1): 203-213