

# La simulación en medicina. La situación en México

Juan Carlos Serna-Ojeda,\* Delia Borunda-Nava,\* Guillermo Domínguez-Cherit\*

## Resumen

**Introducción:** la simulación médica ha agregado nuevas posibilidades a las herramientas clásicas de la enseñanza de la medicina.

**Discusión:** conocer las ventajas que ofrece el uso de simuladores en el entrenamiento médico permite comprender la necesidad de estar actualizado en este tema en rápido desarrollo. Se revisa la repercusión del error médico en la seguridad del paciente y la curva de aprendizaje en medicina.

**Conclusiones:** la simulación médica en la enseñanza tiene múltiples beneficios y sus alcances abarcan a médicos generales y especialistas, estudiantes y personal paramédico. En México se han ido incorporando centros de simulación a instituciones de salud y universidades.

**Palabras clave:** simulación médica, centros de simulación, enseñanza en medicina

## Abstract

**Background:** Medical simulation has added new possibilities to the classical tools used for the teaching of medicine.

**Discussion:** Knowing the advantages of the use of simulators in medical training allows us to understand the need that exists to be updated in this issue that is rapidly developing. In this manuscript we review the impact of medical error in patient safety and the learning curve in medicine.

**Conclusions:** Use of medical simulation in teaching presents multiple benefits, and its scope reaches physicians and surgeons, students and nonmedical personnel. Mexico has been incorporating simulation centers in health institutions and universities.

**Key words:** Medical simulation, Simulation centers, Teaching in medicine

La seguridad del paciente ha tomado dimensiones impresionantes en los últimos años. La sociedad y los médicos centraron su atención en este tema, en gran parte después de que el Instituto Nacional de Medicina de los Estados Unidos de América reportara en 1999, que ocurrían hasta 98,000 muertes cada año en ese país a causa de un error médico, lo cual excedía a las defunciones ocasionadas por los accidentes de vehículos de motor, así como las del cáncer de mama y el SIDA.<sup>1</sup> Se ha reportado que la tasa de eventos adversos en los hospitales es del 8% de todos los pacientes

admitidos y gran parte son debido a errores cometidos por el personal de salud, muchos de ellos prevenibles.<sup>2</sup>

El error es visto por algunas teorías desde un enfoque que involucra a todo el sistema, en el cual se acepta que los seres humanos son falibles y se espera que ocurra algún error como consecuencia de una falla sistemática, siendo las defensas una pieza clave en la protección del proceso que se lleva a cabo.<sup>3</sup>

El modelo del "queso suizo" representa las fallas que existen en las distintas barreras que evitan el error y en donde su alineación en un momento específico permite que ocurra un accidente.<sup>3</sup> En medicina, las "defensas" van desde el compromiso de los miembros de todo el equipo de salud, la monitorización del paciente y todos aquellos protocolos que buscan lograr la seguridad. Los "huecos" ocurren por la sobrecarga de trabajo, inexperiencia, necesidades fisiológicas, distracción, poco apego a los procedimientos, técnicas deficientes para el manejo de una crisis, descuidos, entre otros. A pesar de todos estos factores, la susceptibilidad a equivocarse no es universalmente reconocida por los médicos, por lo que la corrección de los errores es en ocasiones algo difícil de discutir.<sup>4</sup> Lo cierto es que en todos los ámbitos de la organización de la salud se desarrollan y exploran técnicas para mejorar la calidad en la atención del paciente.

\* Centro de Desarrollo de Destrezas Médicas. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

*Correspondencia:*

Dr. Guillermo Domínguez Cherit

Subdirección de Medicina Crítica

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán  
Vasco de Quiroga 15, colonia Sección XVI, México 14000 D.F.

Tel.: 55139745

Correo electrónico: guidom@prodigy.net.mx

Recibido para publicación: 08-12-2011

Aceptado para publicación: 05-03-2012

### Aprendizaje en medicina

El aprendizaje y la enseñanza de la medicina son fundamentales en la disminución de los errores cometidos por médicos. Aunque la seguridad del paciente ha sido ampliamente reconocida como una clave en la dimensión de la calidad del cuidado, aún existen deficiencias en la educación en seguridad.<sup>5</sup> Entre otras cosas, busca mejorar la realización de procedimientos, disminuir las complicaciones (infecciones, accidentes, estancia hospitalaria prolongada) y mejorar la sobrevida del paciente.

El término “curva de aprendizaje”, con amplio uso en ingeniería, se refiere al registro de las mejoras que se producen en los costos a medida que los productores ganan experiencia y se incrementa el número y la calidad en los productos finales. En medicina, ha sido utilizado para contabilizar las complicaciones mayores y la mortalidad, así como mayores tiempos de procedimiento entre los profesionales sin experiencia y el progreso que se obtiene conforme se adquieren conocimientos y habilidades.<sup>6</sup> Esto es algo constante ya que se espera que los profesionales de la salud estén adquiriendo destrezas continuamente.<sup>5</sup>

Según algunos modelos de aprendizaje el porcentaje de la retención de ideas se modifica acorde a las acciones que se realizan, siendo mínimo con el leer y escuchar, medio con la observación, y máximo con la simulación de experiencias reales y la ejecución de actividades. Sin embargo, actualmente ya no es éticamente aceptable el avanzar sobre la curva de aprendizaje mediante el ensayo y error, por lo que es necesario explorar, definir e implementar modelos de entrenamiento del personal de salud con los cuales no se exponga a los pacientes a errores que se pueden prevenir.<sup>6</sup>

### Simulación

Simulación es la capacitación que ofrece al alumno la oportunidad de una práctica constante de destrezas psicomotoras mientras se familiariza con instrumentos y equipos, y al mismo tiempo gana experiencia en el reconocimiento de problemas y en el desarrollo de toma de decisiones, así como en el perfeccionamiento de técnicas y procedimientos que pueden presentarse en casos poco frecuentes. El entrenamiento basado en la simulación ha sido utilizado en profesiones de alto riesgo en el área nuclear, militar, y para incrementar al máximo la seguridad.<sup>7</sup>

La aviación ofrece el ejemplo más común, en donde el concepto de aprender usando distintas modalidades de simulación se institucionalizó como una parte integral de la cultura de seguridad. La cantidad de pérdidas materiales y accidentes fatales disminuyó drásticamente desde la implementación de la simulación en ésta área. En este sentido, la

medicina ha tomado lecciones importantes de la experiencia de la industria de la aviación. Tanto los pilotos como los médicos operan en ambientes complejos en donde las personas interactúan con la tecnología, en ambos existen riesgos que varían en gravedad, requieren de decisiones rápidas y con un margen de error mínimo, y existe una sobrecarga en la cantidad de información captada.<sup>8</sup> Por el contrario, los accidentes de aviones aunque infrecuentes, son altamente visibles, involucran una pérdida de gran cantidad de vidas que incluye la del piloto y resultan en una investigación exhaustiva de los factores causales; en un error médico se daña normalmente a un solo paciente y muchas veces no se les presta atención.<sup>8</sup> Además los pilotos comprenden las consecuencias del cansancio y buscan alternativas que no pongan en peligro sus tomas de decisiones, mientras que los médicos tienden a menospreciar los efectos del estrés y la fatiga haciendo difícil la discusión sobre estrategias para la corrección de errores.<sup>4</sup>

La simulación médica ha ido desarrollándose y mejorando a lo largo de más de medio siglo.<sup>9</sup> Existen simuladores que sólo replican una parte del entorno, los que la mayoría de las veces se tratan de regiones anatómicas y se utilizan para el desarrollo de ciertas habilidades específicas (canalización o punción venosa). Hay sistemas basados en computación, que simulan aspectos de la fisiología humana o de farmacología. Los que utilizan la realidad virtual permiten representar objetos y ambientes similares a los originales. Existen ambientes simulados, en donde se recrea todo el contexto clínico para que los distintos miembros del equipo médico trabajen en conjunto. Finalmente, los simuladores integrados combinan el uso de maniquíes con sistemas de computación.<sup>10</sup>

### Los beneficios de la simulación médica

El uso de simuladores en medicina trae una serie de ventajas tanto para el personal que lo utiliza como para los pacientes. Desde una perspectiva ética, el daño a los pacientes como producto del entrenamiento o falta de experiencia está justificado sólo después de extremar las medidas que no ponen en riesgo a los pacientes, lo anterior para el cumplimiento del imperativo moral de *primum non nocere* o primero no hacer daño.<sup>7</sup>

En el contexto del simulador, las necesidades del alumno obtienen la mayor prioridad, ya que la agenda de entrenamiento se ajusta a las necesidades del médico en aprendizaje y no al paciente, creando una educación centrada en el aprendiz.<sup>5</sup> Esto permite seleccionar los simuladores apropiados acorde a las técnicas que se desean desarrollar, e ir avanzando a través de distintos niveles de destreza, para posteriormente pasar del simulador al entorno clínico.<sup>10</sup>

La retroalimentación educativa es una de las características más importantes de la educación médica basada en simulación, ya que además de que los simuladores tienen la capacidad de informar sobre el desempeño inmediato, el apoyo de educadores permite adaptar los objetivos de aprendizaje deseados.<sup>11</sup> Por ello, las sesiones de entrenamiento idealmente deben de contar con un instructor clínico y un técnico capacitado en la solución de problemas del equipo.

La evaluación progresiva de las habilidades por medio del simulador permite un cambio de la asesoría tradicional orientada en lo cognitivo a una forma más integral de conocimiento y habilidades clínicas simultáneas.<sup>5</sup> Los simuladores proveen evidencia objetiva de rendimiento, incorporando funciones de seguimiento y mejorando la evaluación del desempeño.

El clínico que comete un error experimentará una reacción emocional que servirá como un poderoso instructivo para evitar este tipo de fallas de manera subsecuente, pero que sólo será aplicable para el siguiente paciente; en un ambiente simulado los médicos tienen la oportunidad de aprender y corregir sus errores antes de exponer a un paciente real.<sup>12</sup> La simulación permite a los que se encuentran en entrenamiento tomar riesgos y avanzar más en los procedimientos.<sup>5</sup>

Por todos los beneficios mencionados, los simuladores prometen jugar un rol revolucionario en la educación médica, por lo que distintas instituciones han sugerido el incorporar el uso de esta tecnología en la formación de los profesionales de la salud.<sup>12,13</sup> La percepción de los médicos hacia esta herramienta tiende a ser buena, lo que incrementa sus posibilidades.<sup>14</sup>

### **Alcances y aplicaciones de la simulación en medicina**

Los alcances de la simulación son múltiples y la integración del entrenamiento basado en simuladores para la práctica clínica puede ser utilizada en diversas áreas para una correcta preparación.<sup>10</sup> Dentro del personal médico, la simulación puede ser utilizada por médicos especialistas, residentes, médicos generales y estudiantes de medicina. También puede utilizarse para el entrenamiento del personal paramédico como son enfermeras, paramédicos, químicos y demás personal de apoyo.<sup>15</sup> Su uso puede expandirse a profesionales en ingeniería biomédica, y para la educación del público en general.

Las aplicaciones de los simuladores médicos inician desde su uso en el aprendizaje de conceptos de medicina básicos, como son la fisiología de la respiración, la hemodinámica cardiovascular, la introducción al uso de instrumentos de monitorización fisiológica para la toma de decisiones (electrocardiograma, pulsoximetría, etc.), evaluación de

signos vitales, familiaridad con el equipo clínico y el entrenamiento en procedimientos sencillos como la inserción de catéteres.<sup>16</sup>

La preparación de los médicos en respuesta a situaciones de crisis en donde la toma de decisiones es fundamental, puede beneficiarse de la simulación mediante la enseñanza y la organización de equipos de emergencia.<sup>17</sup> El beneficio se acompaña de la posibilidad de mejorar la actuación ante éstos eventos, con el entrenamiento en cursos sobre pacientes politraumatizados (ATLS) y de reanimación cardiopulmonar avanzada (ACLS).<sup>18,19</sup>

La simulación médica es aplicable a distintas áreas de especialización. En el manejo del paciente en estado crítico, puede utilizarse en la práctica de procedimientos (colocación de catéteres venosos centrales y manejo de la vía aérea) y en la práctica de distintos escenarios clínicos para la toma de decisiones.<sup>20-23</sup> En cirugía ha demostrado reducir el tiempo quirúrgico y disminuir los errores por técnicas de laparoscopía.<sup>24,25</sup> La simulación de enfermedades cardíacas permite mejorar el diagnóstico y tratamiento de las mismas.<sup>25</sup> En anestesiología ha mostrado utilidad en la generación de distintas destrezas.<sup>25-27</sup> El entrenamiento con el uso de simuladores en endoscopía gastrointestinal demostró una mejoría del rendimiento durante este procedimiento.<sup>28</sup> En urología ha sido utilizado para mejorar habilidades quirúrgicas y de endoscopía.<sup>29-31</sup> Ha demostrado mejorar la adquisición de destrezas en cirugías de oftalmología.<sup>32</sup> En obstetricia puede ser utilizado para generar habilidades durante la atención del trabajo de parto, incluyendo variedades como la presentación pélvica, la distocia de hombros y el uso de fórceps.<sup>33</sup>

### **Centros de simulación médica en México**

La simulación aplicada a la medicina inicia en nuestro país en la década de los años 80 con algunos simuladores de alta fidelidad en distintas universidades. Posteriormente, empiezan a surgir algunos centros con simuladores los cuales estaban enfocados principalmente al entrenamiento en reanimación cardiovascular básica y avanzada. La necesidad de implementar esta tecnología en la educación médica y de mejorar la calidad en la atención del paciente propició la creación de centros más avanzados de simulación en distintas instituciones de salud.

En el año 2003 se crea el Centro de Desarrollo de Destrezas Médicas (CEDDEM) del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” (INNSZ), y se inaugura formalmente a principios del 2004, con lo que se convierte en el primer centro de su tipo en América Latina que tiene un enfoque multidisciplinario y para áreas médicas y quirúrgicas. Desde entonces se ha incorporado

por el INNSZ el uso de simuladores como parte integral de sus programas de enseñanza de diversas especialidades médicas, así como en los programas de educación médica de pregrado (incluyendo estudiantes de medicina en diferentes niveles, internos y pasantes en servicio social), y en áreas paramédicas, como enfermería y técnicos (respiratorios, endoscopistas, radiólogos, etc.).<sup>34</sup>

El CEDDEM al ser un centro de orientación múltiple se enfoca a las áreas ya mencionadas del personal de la salud, siendo algunos de los cursos que mayormente imparte los de Soporte Vital Básico y Cardiovascular Avanzado (BLS y ACLS) y Fundamentos de Cuidados Críticos en Soporte Inicial (FCCS), pero abarcando las necesidades acorde a distintas especialidades y ofreciendo también capacitación al público en general como en cursos de Reanimación Cardiopulmonar. Varias veces al año se imparte el Curso Avanzado de Apoyo Vital en Trauma (ATLS) y recientemente se inició con el curso de Fundamentos de Cuidados Críticos en Soporte Inicial en Paciente Pediátrico (PFCCS). Se realizan cursos de actualización en epidemiología sobre prevención de infecciones nosocomiales, infecciones en accesos vasculares y cursos sobre higiene de manos. En el área de gastroenterología se han realizado cursos sobre enfermedad por reflujo gastroesofágico y enfermedad inflamatoria intestinal. Además es centro de entrenamiento certificado de la World Gastroenterology Organisation, en donde se provee entrenamiento teórico y práctico en técnicas avanzadas de gastroenterología, hepatología, motilidad gastrointestinal y endoscopía. El centro ha sido sede en diversas ocasiones de exámenes del Consejo Mexicano de Medicina Crítica y del Consejo Mexicano de Gastroenterología. Se efectúan cursos de ultrasonido en anestesiología, así como de valoración y manejo de la vía aérea. Se han realizado cursos de actualización en distintas áreas quirúrgicas como la cirugía plástica, urología y cirugía endocrina. Desde su creación se han impartido un total de 456 cursos, atendiendo a un promedio de 140 alumnos por mes.

El centro del INNSZ cuenta entre otros, con simuladores de: práctica de resucitación cardiopulmonar, manejo de arritmias, manejo de vía aérea, accesos venosos centrales, simulador interactivo de paciente en estado crítico Sim-Man®.<sup>35</sup> Además también cuenta con equipo que permite la simulación de distintas habilidades como: cateterismo cardíaco, procedimientos endourológicos y nefrostomías percutáneas, endoscopía de tubo digestivo alto, bajo y vías biliares, broncoscopía, accesos vasculares periféricos y cirugía laparoscópica.<sup>35</sup> Se han realizado un total de 1027 prácticas en estos simuladores.

En el año 2005 se creó el Centro de Enseñanza y Certificación de Aptitudes Médicas (CECAM) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este centro cuenta con dos salas de replicación hospitalaria (Urgencias y Terapia

Intensiva), una Sala de Replicación Cardiológica, una de Simulación Ginecoobstétrica y una de Evaluación de Situaciones Médicas.<sup>36</sup> El CECAM ha integrado la enseñanza y práctica en simuladores de situaciones médicas en el currículum principalmente de los alumnos de pregrado, aunque también para la capacitación de algunas especialidades.

Desde la inauguración de este centro, un total de 92,326 alumnos han hecho uso de sus instalaciones, en un total de 5,144 prácticas, con lo que es el centro de simulación más grande de Latinoamérica.<sup>37</sup>

La importancia de este rubro en México continúa en crecimiento, y actualmente muchas instituciones ya cuentan con un centro de simulación en medicina. A continuación se presenta una lista de algunos de los hospitales y universidades en donde se encuentran simuladores médicos:

- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”
- Universidad Nacional Autónoma de México
- Instituto Politécnico Nacional
- Hospital Médica Sur
- Centro Médico Dalinde
- Tecnológico de Monterrey
- Universidad del Valle de México
- Universidad Autónoma de Nuevo León
- Universidad de las Américas Puebla
- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
- Facultad de Estudios Superiores Iztacala
- Universidad Autónoma de Sinaloa
- Universidad Autónoma de Zacatecas
- Universidad de Hidalgo
- Universidad de Quintana Roo
- Universidad Anáhuac
- Universidad del Noreste

## Conclusión

La simulación médica es una herramienta útil en la atención de la seguridad del paciente, y puede mejorar la curva de aprendizaje del médico en formación. La simulación no intenta remplazar la enseñanza en el ambiente clínico, sino que busca mejorar la preparación para realzar la experiencia con el paciente. Sus beneficios son extensos y sus alcances se expanden cada vez más. El desarrollo de los centros de simulación en medicina se difunde también en México.

## Referencias

1. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To err is human: building a safer health system*. Washington, DC: National Academy Press, 1999 (consultado 2007 Feb 22). Disponible en: [http://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&q=to+err+is+human+kohn&btnG=Buscar&lr=&as\\_ylo=&as\\_vis=0](http://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&q=to+err+is+human+kohn&btnG=Buscar&lr=&as_ylo=&as_vis=0)

2. Baker GR, Norton PG, Flintoff V, Blais R, Brown A, Cox J, et al. The Canadian Adverse Events Study: the incidence of adverse events among hospital patients in Canada. *CMAJ* 2004;170:1678–1686.
3. Reason J. Human error: models and management. *BMJ* 2000;320(7237):768–770.
4. Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ* 2000;320(7237):745–749.
5. Ziv A, Small SD, Wolpe PR. Patient safety and simulation-based medical education. *Med Teach* 2000;22:489–495.
6. Aggarwal R, Mytton OT, Derbrew M, Hananel D, Heydenburg M, Issenberg B, et al. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care* 2010;19:i34–i43.
7. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med* 2003;78:783–788.
8. Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. *BMJ* 2000;320(7237):781–785.
9. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care* 2008;23:157–166.
10. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation—a continuum of medical education? *Med Educ* 2003;37(suppl 1):22–28.
11. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach* 2005;27:10–28.
12. Gordon JA, Oriol NE, Cooper JB. Bringing good teaching cases “to life”: a simulator-based medical education service. *Acad Med* 2004;79:23–27.
13. Brim NM, Venkatan SK, Gordon JA, Alexander EK. Long-term educational impact of a simulator curriculum on medical student education in an internal medicine clerkship. *Simul Healthc* 2010;5:75–81.
14. Gordon JA, Wilkerson WM, Shaffer DW, Armstrong EG. “Practicing” medicine without risk: students’ and educators’ responses to high-fidelity patient simulation. *Acad Med* 2001;76:469–472.
15. Miller S. Implications for incorporating simulation in nursing education. *J Pract Nurs* 2010;60:2–5.
16. Good ML. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Med Educ* 2003;37(suppl 1):14–21.
17. DeVita MA, Schaefer J, Lutz J, Wang H, Dongilli T. Improving medical emergency team (MET) performance using a novel curriculum and a computerized human patient simulator. *Qual Saf Health Care* 2005;14:326–331.
18. Barsuk D, Ziv A, Lin G, Blumenfeld A, Rubin O, Keidan I, et al. Using advanced simulation for recognition and correction of gaps in airway and breathing management skills in prehospital trauma care. *Anesth Analg* 2005;100:803–809.
19. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Linquist LA, Feinglass J, et al. Simulation-based training of internal medicine residents in advanced cardiac life support protocols: a randomized trial. *Teach Learn Med* 2005;17:202–208.
20. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O’Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med* 2009;37:2697–2701.
21. Mayo PH, Hackney JE, Mueck JT, Ribaudo V, Schneider RF. Achieving house staff competence in emergency airway management: results of a teaching program using a computerized patient simulator. *Crit Care Med* 2004;32:2422–2427.
22. Lighthall GK, Barr J, Howard SK, Gellar E, Sowb Y, Bertacini E, et al. Use of a fully simulated intensive care unit environment for critical event management training for internal medicine residents. *Crit Care Med* 2003;31:2437–2443.
23. Barnato AE, Hsu HE, Bryce CL, Lave JR, Emlet LL, Angus DC, et al. Using simulation to isolate physician variation in intensive care unit admission decision making for critically ill elders with end-stage cancer: a pilot feasibility study. *Crit Care Med* 2008;36:3156–3163.
24. Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg* 2004;91:146–150.
25. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Petrusa ER, et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 1999;282:861–866.
26. Nyssen AS, Larbuisson R, Janssens M, Pendeville P, Mayné A. A comparison of the training value of two types of anesthesia simulators: computer screen-based and mannequin-based simulators. *Anesth Analg* 2002;94:1560–1565.
27. Córdova-Domínguez JA, Guevara-López U, Covarrubias-Gómez A, Martínez-Liévano L, Borunda-Nava D, Domínguez-Cherit G, et al. Estudio piloto para la evaluación de la técnica de bloqueo simpático lumbar utilizando un modelo de simulación virtual. *Rev Mex Anest* 2007;30:61–66.
28. Hochberger J, Matthes K, Maiss J, Koebnick C, Hahn EG, Cohen J. Training with the compactEASIE biologic endoscopy simulator significantly improves hemostatic technical skill of gastroenterology fellows: a randomized controlled comparison with clinical endoscopy training alone. *Gastrointest Endosc* 2005;61:204–215.
29. Shah J, Mackay S, Vale J, Darzi A. Simulation in urology—a role for virtual reality? *BJU Int* 2001;88:661–665.
30. Watterson JD, Beiko DT, Kuan JK, Denstedt JD. A randomized prospective blinded study validating acquisition of ureteroscopy skills using a computer based virtual reality endourological simulator. *J Urol* 2002;168:1928–1932.
31. Rodríguez-Covarrubias F, Martínez Liévano L, Gabilondo Pliego B, Gabilondo Navarro F, Atisha-Fregoso Y, Arroyo C. Simulador computarizado de inmersión virtual como modelo de inicio de entrenamiento de laparoscopia urológica. *Actas Urol Esp* 2006;30:819–823.
32. Solverson DJ, Mazzoli RA, Raymond WR, Nelson ML, Hansen EA, Torres MF, et al. Virtual reality simulation in acquiring and differentiating basic ophthalmic microsurgical skills. *Simul Healthc* 2009;4:98–103.
33. Gardner R, Raemer DB. Simulation in obstetrics and gynecology. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2008;35:97–127, ix.
34. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”. Centro de Desarrollo de Destrezas Médicas: Información General Actualizado 2011 Marzo 17(consultado 2007 Feb 22). Disponible en: <http://www.innsz.mx/opencms/contenido/departamentos/cedem/informacion.html>
35. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”. Centro de Desarrollo de Destrezas Médicas: Equipamiento Actualizado 2011 Marzo 17(consultado 2007 Feb 22). Disponible en: <http://www.innsz.mx/opencms/contenido/departamentos/cedem/equipamiento.html>
36. Dávila-Cervantes A. CECAM: una propuesta complementaria en la formación profesional de los médicos de postgrado. *Perinatol Reprod Hum* 2009;23:178–181.
37. Dávila-Cervantes A. Centro de Enseñanza y Certificación de Aptitudes Médicas (CECAM) del Departamento de Integración de Ciencias Médicas. *Rev Facultad Med UNAM* 2011;54:60–61.