

OPINIONES, DEBATES Y CONTROVERSIAS

LA SIMULACIÓN CLÍNICA Y EL APRENDIZAJE VIRTUAL. TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS PARA LA EDUCACIÓN MÉDICA

Clinical simulation and virtual learning. Complementary technologies for medical education

Resumen

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la salud se encuentra afectado por varios factores que justifican la implementación de nuevos apoyos pedagógicos. Las nuevas tecnologías educativas se pueden agrupar en la simulación clínica y el aprendizaje virtual con materiales multimedia o usando Internet (e-learning). La simulación clínica consiste en un conjunto de métodos que facilitan a los estudiantes la adquisición de habilidades y destrezas clínicas, en escenarios semejantes a los reales, sin poner en riesgo a los pacientes. El aprendizaje virtual tiene como características la inmaterialidad, la interactividad, la autonomía y la digitalización. Es un proceso en el cual la interacción entre los estudiantes y el docente está mediada por ayuda informáticas. En este artículo se discuten las características, ventajas, desventajas y la aplicación de estas tecnologías en la educación médica.

Palabras clave: simulación, educación médica, aprendizaje, bibliotecas virtuales, tecnología educacional.

Ruíz-Parra A, Ángel-Muller E, Guevara O. La simulación clínica y el aprendizaje virtual. Tecnologías complementarias para la educación médica. *Rev.Fac.Med.* 2009; 57: 67-79.

Summary

Teaching and learning health sciences has been affected by different factors which justify implementing new pedagogic strategies. New educational technologies can be applied to health sciences and may be classified in two major groups: clinical simulation and e-learning. Clinical simulation consists of a group of methods and technologies aimed at enabling students to develop clinical skills and competence, using scenarios similar to real settings, without placing patients at risk. Immateriality, interactivity, autonomy and digitalisation are the qualities characterising e-learning, consisting of processes in which students and teachers' interactions are mediated by computer science technology. This article discusses the advantages, disadvantages, characteristics and application of clinical simulation and e-learning to health science education.

Key words: simulation, education, medical, learning, virtual libraries, educational technology.

Ruíz-Parra A, Ángel-Muller E, Guevara O. Clinical simulation and virtual learning. Complementary technologies for medical education. *Rev.Fac.Med.* 2009; 57: 67-79.

Introducción

El presente artículo es una revisión narrativa sobre las nuevas tecnologías educativas aplicables a las ciencias de la salud. Se revisó la literatura pertinente en la base de datos de Medline utilizando los términos de búsqueda: education, medical (MeSH), simulation, patient (MeSH), patient simulation (MeSH), telemedicine (MeSH), e-learning, e-learning in medical education y virtual patient. Se revisaron referencias de los artículos localizados y de la literatura local. La revisión incluyó artículos en español y en inglés de los últimos diez años hasta agosto de 2008. Los objetivos del artículo son discutir la necesidad de la aplicación de nuevas tecnologías educativas, las características de las diferentes modalidades, sus ventajas y desventajas y el papel que cumplen en la educación en salud.

Justificación para nuevos apoyos pedagógicos en ciencias de la salud

La enseñanza de la medicina ha experimentado marcados cambios desde la década de los noventa. El marco conceptual de la enseñanza de la medicina se centraba en la adquisición de un gran volumen de conocimiento. Esto ha venido dando paso a la integración horizontal trans-disciplinaria entre las ciencias básicas y a la integración vertical entre las ciencias básicas y las clínicas dentro del contexto clínico (1,2). El aprendizaje basado en problemas ha ofrecido un buen escenario para dichos niveles de integración.

Varios factores han afectado el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la salud y justifican la implementación de nuevos apoyos pedagógicos. Estos factores incluyen (3,4):

1. Los hospitales de tercer nivel han venido transformándose en hospitales de atención ambulatoria o de corta estancia y sólo los pacientes más críticos tienen estancias prolongadas. Esto conlleva a que los estudiantes no tengan acceso a un espectro completo de experiencias educativas, teniendo menos oportunidad de observar y analizar pacientes con diversas condiciones, enfermedades, signos y síntomas clínicos (5).
2. Aunque han estado siempre presentes, las consideraciones sobre la seguridad y el bienestar de los pacientes, así como las implicaciones éticas y legales son cada vez más exigentes y obligan a replantear el método tradicional de adquisición de habilidades clínicas en hospitales de alta complejidad, basado en “ver uno, hacer uno, enseñar uno” (6).
3. Confiar en los pacientes hospitalizados para adquirir habilidades clínicas, hace que la enseñanza pueda depender de la presentación de los casos que llegan al hospital, dejando por fuera otras situaciones clínicas importantes.
4. Estudiantes de pregrado entrenados en diferentes instituciones podrían diferir en sus habilidades, destrezas o competencias ya que tendrían diversas oportunidades para las experiencias educativas.

5. Los escenarios donde se tratan pacientes críticos constituyen sitios donde se integran los conocimientos básicos con los clínicos y se ponen a prueba las habilidades y los conocimientos. Sin embargo, frecuentemente los estudiantes de pregrado son excluidos del manejo de dichos pacientes, sin considerar que en su ejercicio posterior se pueden enfrentar situaciones similares.

6. La reducción de oportunidades para la enseñanza tutorial personalizada en las actividades quirúrgicas, debido al aumento de los costos y al número de estudiantes, ha generado la necesidad de usar modelos, cadáveres y animales para replicar las situaciones clínicas y, más recientemente, al desarrollo de centros o laboratorios para desarrollar habilidades quirúrgicas (7).

7. Las implicaciones personales, sociales y económicas de las complicaciones en los procedimientos invasivos o quirúrgicos (4).

8. El desarrollo de nuevas técnicas quirúrgicas endoscópicas o mínimamente invasivas, que requieren destrezas diferentes a las de los procedimientos quirúrgicos abiertos (4), han limitado la práctica de los estudiantes de pregrado y de postgrado y generado la necesidad de entrenamientos adicionales.

9. Las restricciones que impone la atención en salud teniendo en cuenta indicadores de eficiencia, contención de costos y mejoramiento de la calidad. Esto ha implicado una limitación para la docencia directa con los pacientes institucionalizados y ambulatorios.

10. Los cambios en la percepción de los pacientes hacia los estudiantes de las ciencias de la salud. Anteriormente los pacientes reconocían al “Doctor(a) estudiante como el profesional en sí”, apoyado por un(a) “profesor(a) eminente de medicina” que agregaba con su experiencia un beneficio adicional, haciendo que la situación de caridad se tornara en una ventaja en su favor. En el nuevo marco legal, el (la) estudiante se le percibe como “el (la) practicante”, una persona inexperta y sin conocimiento quien, más que aportar por su cuidado, lo entorpece y le produce molestias y pérdidas de tiempo innecesarias.

11. La proliferación de facultades y el aumento del número de estudiantes frente a una disponibilidad restringida de sitios de enseñanza. Los pacientes se pueden sentir incomodados, invadidos y utilizados cuando son valorados en forma repetida, de manera individual o grupal, por razones educativas.

12. La necesidad de incluir en los programas de pregrado las técnicas de reanimación básica y avanzada que constituyen un requisito indispensable para todo médico graduado.

13. La evaluación positiva por estudiantes y graduados que han participado en diversas experiencias con nuevas tecnologías educativas.

Aspectos pedagógicos

Las nuevas tecnologías educativas se pueden agrupar en dos divisiones: la simulación y el aprendizaje virtual con materiales multimedia o usando Internet (e-learning). La telemedicina comparte componentes de ambas y desempeña un importante papel educativo y de servicio a la comunidad.

1. Simulación clínica

La simulación es un conjunto de técnicas para re-crear aspectos del mundo real; típicamente para reemplazar o amplificar experiencias verdaderas (8). En un enfoque pedagógico la simulación es un término genérico para la representación artificial de un proceso de la vida real, que pretende lograr metas educativas por medio del aprendizaje de experiencias (6).

La simulación de experiencias clínicas es un conjunto de métodos que facilitan a los estudiantes la adquisición de habilidades y destrezas clínicas, en escenarios semejantes a los reales, sin poner en riesgo a los pacientes (3). Aunque se puede considerar que la discusión de casos clínicos y la presentación de diversos escenarios para evaluación son formas de simulación, los antecedentes del uso de los simuladores modernos se sitúan en la década de los veinte, cuando Edgard Link, desarrolló los simuladores de vuelo para entrenamiento de pilotos. En la década de los setenta, también para la aviación, se desarrollaron simuladores para el manejo de crisis, promoción del trabajo en equipo y liderazgo. El uso de esta tecnología en medicina se inició en las últimas dos décadas en el campo de la anestesiología (3,10). En la actualidad se han convertido en ayudas para el aprendizaje y en sistemas de integración entre las ciencias básicas y las clínicas (6,9,10).

Múltiples avances han contribuido al desarrollo de escenarios, modelos y maniqués de simulación de situaciones fisiológicas y patológicas. Entre ellos se encuentran la informática, la bioingeniería y las ciencias del aprendizaje y el comportamiento. El desarrollo de nuevas formas de simulación constituye además un campo fértil para la investigación y la integración multidisciplinaria.

La simulación no reemplaza los escenarios clínicos reales pero permite que el estudiante aprenda, en medios controlados, contribuyendo a mejorar sus habilidades clínicas y a disminuir la ansiedad ante la realización de un examen o un procedimiento (10). Por lo tanto contribuye a mejorar el cuidado y los desenlaces de los pacientes (11). Los simuladores y la simulación son herramientas complementarias que pueden acelerar el aprendizaje y enriquecer las verdaderas interacciones con los pacientes, las cuales siguen siendo la base de la educación médica (12).

Por lo tanto, los simuladores se deben considerar como parte de un conjunto de herramientas complementarias para el entrenamiento y no en competencia con otras tradicionales (14).

Ventajas de la simulación clínica

Entre las ventajas señaladas para la simulación clínica se encuentran las siguientes (3,6,10,13):

1. Constituyen oportunidades para la práctica deliberada, la reflexión y la retroalimentación inmediata. De hecho, la evaluación del desempeño en situaciones clínicas reales es difícil, pero puede ser facilitada en simulaciones donde se puede registrar o grabar el desempeño (14).
2. Mejora la adquisición y retención del conocimiento en comparación con otras metodologías tradicionales (14).
3. Se puede usar el mismo escenario clínico para múltiples grupos de estudiantes, ofreciendo oportunidades similares para el aprendizaje.
4. Permite la planeación y desarrollo de casos clínicos basados en las necesidades del estudiante y no en la disponibilidad de los pacientes.
5. Permite la práctica continua y repetitiva, de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y de la escuela.
6. Ofrece la oportunidad para enseñar aspectos como el trabajo en equipo, habilidades de comunicación, liderazgo, manejo del estrés y toma de decisiones en circunstancias de apremio (6).
7. Los escenarios de simulación se pueden utilizar individualmente o simultáneamente por estudiantes de diferentes carreras de la salud.
8. Se puede permitir el curso clínico del error para conocer las consecuencias, establecer la retroalimentación y hacer las correcciones pertinentes.
9. Mejora las habilidades clínicas antes de enfrentar al paciente y mejora el comportamiento en áreas clínicas específicas.
10. Ofrece la oportunidad de conocer y utilizar equipo e instrumental reales.
11. Los estudiantes pueden practicar procedimientos invasivos sin ofrecer riesgos adicionales para los pacientes.
12. Puede ser costo-efectivo ya que el entrenamiento en salas quirúrgicas reales es costoso y usa recursos escasos. Además el entrenamiento tradicional por tutoría emplea mucho tiempo en elementos de ejecución en vez de considerar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes (14).
13. La preparación de materiales, modelos y maniqués, sesiones, orientación pedagógica y contenidos, dan lugar a la integración interdisciplinaria de profesionales de la salud, de la educación, de la bioingeniería, del diseño gráfico y de la informática, entre otros.
14. Es una fuente de investigación en educación médica.

Limitaciones de la simulación clínica

La simulación contribuye, pero no reemplaza la enseñanza clínica en escenarios reales. No se puede sugerir, por ejemplo, que la simulación sea una forma dominante del entrenamiento quirúrgico que reemplace las demás formas de entrenamiento en este campo (14).

Aunque la validación sobre simulación y simuladores es apropiada y necesaria, puede ser muy difícil, costosa y consumir mucho tiempo. Aún las pruebas definitivas de preguntas limitadas pueden ofrecer dificultades. Se debe tener en cuenta que la pregunta de fondo es si la simulación, como parte de un currículum basado en competencias, es una estrategia pedagógica efectiva comparada con la aproximación existente (14). Aún más, la validación última sería si esos currículos tienen alguna influencia sobre los desenlaces de los pacientes.

Una revisión sistemática de experimentos clínicos controlados que incluyó 30 estudios con 760 participantes, encontró que la calidad de los experimentos fue pobre. En esta revisión la simulación con computador mostró mejores resultados que la ausencia de entrenamiento, pero no superior al entrenamiento estándar o la video simulación. No hubo suficientes datos para determinar si la video-simulación era mejor que el entrenamiento estándar o el uso de modelos (15). No obstante, la comparación más válida sería con modelos pedagógicos que tengan y no tengan la simulación, si se tienen en cuenta no solo las complejidades del paciente, sino las del proceso enseñanza aprendizaje.

Aunque los costos de los equipos, los escenarios, la preparación del talento humano y de los materiales son una consideración importante, se debe pensar en su contraparte: los costos del entrenamiento en los escenarios clínicos reales, los costos del error, el imperativo de mayor seguridad y bienestar para los pacientes, la necesidad de ofrecer mejores oportunidades para el aprendizaje, las limitaciones actuales para la enseñanza y la necesidad de adquirir habilidades en el manejo de equipos modernos y sofisticados.

Espectro de la simulación clínica

Los simuladores van en un rango desde videos y programas de computación, pasando por modelos de partes corporales, cajas de entrenamiento como los pelvi-trainer, modelos animales, práctica en cadáveres, simuladores quirúrgicos de realidad virtual, simuladores de procedimiento total, hasta modelos humanos de escala completa (4,16-18). El espectro de la simulación incluye desde simples réplicas del cuerpo humano, hasta simuladores de pacientes de alta fidelidad, conducidos por complejos modelos fisiopatológicos de computador, desarrollados para semejar con alta validez los ambientes clínicos (19).

La simulación se ha utilizado en una variedad de situaciones clínicas entre las que se encuentran:

1. La enseñanza de la semiología,

2. Los cursos de reanimación, soporte vital cardíaco y trauma
3. La enseñanza de situaciones inusuales en anestesia, medicina interna, obstetricia y cuidado crítico
4. El entrenamiento quirúrgico, como una alternativa a los pacientes reales y para adquirir destrezas no técnicas como el trabajo en equipo y la respuesta ante crisis o emergencias (20)
5. La enseñanza de procedimientos mínimamente invasivos y
6. La enseñanza de procedimientos que conllevan riesgos mayores.

Una clasificación simple de los simuladores los divide en: *basados en modelos físicos*, los que usan *computadores* para crear ilusiones de la realidad y los que *combinan* los dos modelos.

Otra clasificación es (21):

- Entrenadores de tareas parciales
- Sistemas basados en computadores
- Realidad virtual y sistemas hápticos
- Pacientes simulados
- Ambientes simulados
- Simuladores integrales
- Simuladores conducidos por el instructor
- Simuladores conducidos por el modelo

Los simuladores de realidad virtual y sistemas hápticos usualmente están compuestos por una interfase háptica (para crear la sensación táctil) y un programa de simulación con realidad virtual. Un ensayo que utilizó una columna virtual háptica, para el entrenamiento de palpación, encontró que los estudiantes mejoraban sus habilidades diagnósticas con esta práctica (22). La realidad virtual utiliza la pantalla de un computador como una ventana a través de la cual se puede ver un mundo virtual (19). Kolb describió el ciclo del aprendizaje en estas cuatro habilidades: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación abstracta. Estas son cumplidas por el aprendizaje con simuladores de realidad virtual.

2. El aprendizaje virtual

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en la medida en que intervienen en los modos de aprendizaje, el acceso a la información, la adquisición de los conocimientos y las formas de comunicación, introducen elementos nuevos en la educación (23). Se están transformando las formas de acceso al conocimiento, las formas de aprendizaje, de comunicación, de relaciones personales y la propia identidad. Además, como lo señaló McLuhan, toda nueva tecnología amplifica, exterioriza y modifica muchas funciones cognoscitivas (24).

En la sociedad informacional hay claras implicaciones de las nuevas tecnologías en la memoria (bases de datos, hiperdocumentos, ficheros), imaginación (simulaciones), percepción (realidades virtuales, telepresencia) y en la comunicación. Las instituciones educativas están sometidas a estas tecnologías y deben aplicarlas, utilizarlas y cambiar (21).

Características del aprendizaje virtual

Inmaterialidad. Su materia prima es la información y es inmaterial por la posibilidad de construir mensajes sin referentes externos. Se genera y procesa información facilitando su acceso en corto tiempo.

Interactividad. Tiene pleno sentido en el terreno educativo y didáctico. Hay información instantánea, rompiendo las barreras temporales o espaciales de naciones y culturas (25,26).

Autonomía. Se puede decidir la secuencia de información a seguir, establecer el ritmo, cantidad y profundización de la información que se desea. Los límites pueden ser prefijados por el profesor o por el diseñador del programa.

Digitalización. Las anteriores características, son posible gracias a la digitalización de la información que permite y facilita su distribución.

El papel que las TIC puede jugar en el aprendizaje se ha justificado por el número de sentidos que pueden estimular y la potencialidad de los mismos en la retención de la información. Algunas, como las multimedias, propician la retención de la información al combinar diferentes sistemas simbólicos donde el alumno, además de recibir la información por diferentes códigos, tiene que realizar actividades (23). Se puede considerar que de hecho el profesorado es, o debe ser

“un multimedia (...) [que] presente la información mediante diferentes códigos: su voz, sus gestos, escribiendo sus textos en la pizarra, acudiendo a otros medios y, desde luego, utilizándolos con sentido. (...) Lo verdaderamente novedoso de la multimedia es integrar y permitir todas estas formas de comunicar en un solo medio: el ordenador” (27).

La acepción actual de multimedia es la que hace referencia a programas que se desarrollan a través del computador. La multimedia se convierte en un entorno de aprendizaje que combina las posibilidades educativas de diferentes medios de comunicación interconectados y controlados a través de un computador (28). Con un ordenador es posible crear un modelo de información con máxima flexibilidad y más o menos complejo según las características que se vayan añadiendo. Con la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner (29) se fortalece la necesidad de un enfoque pedagógico en el cual se favorezca el aprendizaje de personas con diferentes tipos de inteligencia. La multimedia estimula el aprendizaje en cada persona en una forma diferente. Por otro lado, de acuerdo con la teoría conductista, el aprendizaje se ve favorecido por los refuerzos positivos (30). Los programas computacionales educativos actuales disponen de situaciones de

aprendizaje en las que el alumno debe encontrar una respuesta y se asocian con refuerzos sonoros, de texto, símbolos, etc., indicándole al estudiante si acertó o erró la respuesta.

La multimedia también permiten crear “mapas conceptuales” en múltiples dimensiones, puede enlazar cualquier tipo de información en la estructura del mapa generando una estructura multidimensional que se podría llamar hipermapa conceptual y posibilita compartir conocimiento con otras personas.

Ventajas de la multimedia en la educación

Los currículos se han visto ampliado sus recursos. El profesorado tiene la posibilidad de descargar tareas repetitivas y de crear aplicaciones educativas en poco tiempo. Los materiales multimedia bien orientados y combinados con otros recursos pueden favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje grupales e individuales. Algunos de sus aportes son (31):

1. Proporciona información. Los CD-ROM o el acceso a bases de datos por internet proporcionan todo tipo de información multimedia e hipertextual.
2. Aviva el interés. Los alumnos suelen estar muy motivados al utilizar estos materiales. La motivación es uno de los motores del aprendizaje porque incita a la actividad y al pensamiento aumentando la dedicación al trabajo.
3. Mantiene una continua actividad intelectual. Los estudiantes están permanentemente activos al interactuar con el ordenador y mantienen la iniciativa en el trabajo. La versatilidad e interactividad del ordenador y la posibilidad de “dialogar” con él, les atrae y mantiene su atención.
4. Orienta aprendizajes en entornos que pueden incluir buenos gráficos dinámicos, simulaciones y herramientas para el proceso de la información que guían a los estudiantes y favorecen la comprensión.
5. Promueve un aprendizaje a partir de los errores. La retroalimentación inmediata a las acciones de los usuarios les permite conocer sus errores, justo en el momento en que se producen y ensayar nuevas respuestas.
6. Facilita la evaluación y el control. Los programas pueden contar con herramientas de control de tiempo de uso y evaluación.
7. Al liberar al profesor de trabajos repetitivos y rutinarios se puede dedicar más tiempo a estimular el desarrollo de las facultades cognoscitivas de los alumnos.
8. Posibilita el trabajo individual o grupal, ya que se pueden adaptar a los conocimientos previos y al ritmo de trabajo individual a la vez que permiten compartir información y trabajar en grupo.

Desventajas de la multimedia

Algunas desventajas de la multimedia en la educación, que constituyen retos para quienes diseñan material multimedial educativo, son (29):

Adicción. El multimedia interactivo resulta motivador, pero puede provocar adicción y el profesorado deberá estar atento.

Distracción. En ocasiones los alumnos se dedican a jugar en vez de trabajar.

Aprendizajes incompletos y superficiales. La libre interacción de los alumnos con estos materiales (no siempre de calidad) puede proporcionar aprendizajes incompletos con visiones superficiales de la temática.

Diálogos rígidos. Los materiales didácticos exigen la formalización previa de la materia y que el autor haya previsto los caminos y diálogos que los alumnos seguirán en su proceso.

Desorientación informativa. Muchos estudiantes se pierden en los hipertextos y la atomización de la información les dificulta obtener visiones globales. Los materiales hipertextuales pueden resultar difíciles de imprimir por su fraccionamiento.

Cansancio visual y otros problemas físicos derivados de malas posturas.

Control de calidad insuficiente. Los materiales para la autoformación y los entornos de teleformación no siempre tienen adecuados controles de calidad.

Internet y educación (e-Learning)

Con internet se ha dado un nuevo paso en educación a distancia convirtiéndola en una experiencia virtual. En un entorno de e-Learning la entidad educativa debe proporcionar información ya sea de texto, multimedia, video o audio a través de un sitio web, algunas veces de acceso restringido. Los registros automáticos permiten mantener reportes de los avances en los ejercicios y el material del curso y evaluar a los estudiantes. El soporte de parte de los instructores se da por correo electrónico, "chats" de texto y voz (mediante diversos programas como ICQ, MSN Messenger, Webcity), foros de discusión o videoconferencias. Existe variedad de plataformas que ofrecen estas herramientas, dejando libertad al docente de organizarlas según su preferencia.

Las ventajas que ofrece la educación virtual incluyen la reducción de costos para ofrecer cursos a un mayor número de participantes, ahorro en seminarios y capacitación a instituciones descentralizadas, flexibilidad de horarios y posibilidad de capacitar a personas de diferentes lugares. Permite al estudiante organizar sus horarios para el curso de la forma más conveniente. Por otro lado despiertan el interés del estudiante y estimulan su participación en foros de discusión y otros medios (32).

Discusión

La simulación una forma de mejorar las habilidades clínicas y disminuir la ansiedad que ocurre en la interacción entre el estudiante de las ciencias de la salud, el paciente y los escenarios clínicos reales. El aprendizaje con simuladores permite prácticas repetitivas sin colocar en riesgo a los pacientes y hay evidencia de que contribuye a mejorar el cuidado de los pacientes.

Por otro lado las tecnologías de la información y la comunicación, aplicadas al aprendizaje virtual, contribuyen a formar un nuevo tipo de estudiante; uno más preocupado por el proceso que por el producto, preparado para la toma de decisiones y elección de su ruta de aprendizaje. En definitiva preparado para el autoaprendizaje. Esto abre un desafío al sistema educativo preocupado por la adquisición, memorización y reproducción de la información en función de patrones establecidos. Estos nuevos medios reclaman la existencia de una nueva configuración del proceso didáctico y metodológico.

Conclusión

Numerosos factores han afectado la enseñanza de las ciencias de la salud limitando las oportunidades de aprendizaje directo en escenarios clínicos y con pacientes reales. Afortunadamente el desarrollo de tecnologías como la simulación clínica y el aprendizaje virtual pueden complementar la enseñanza, facilitar el aprendizaje y mejorar en los estudiantes las habilidades clínicas, comunicativas, de trabajo en equipo y de respuesta ante situaciones de urgencia, a la vez que disminuyen los riesgos para el paciente; sin embargo, no substituyen a los escenarios clínicos reales ni el aprendizaje directo con los pacientes. Por lo tanto, consideramos que es necesario incluir estos métodos en los procesos de enseñanza-aprendizaje en las ciencias de la salud, haciendo parte de los desarrollos curriculares.

Ariel Iván Ruiz-Parra¹
Edith Angel-Müller²
Oscar Guevara³

¹ MD, MSc. Profesor Titular,
 Dpto. de Obstetricia y Ginecología e Instituto de Investigaciones Clínicas.
 Facultad de medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

² MD. Profesora Asociada,
 Dpto. de Obstetricia y Ginecología,
 Facultad de medicina,
 Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

³ MD, MSc. Profesor Asociado,
 Dpto. de cirugía, Unidad Cirugía General.
 Facultad de medicina,
 Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Correspondencia: airuizp@unal.edu.co.

Referencia

1. **Elliot M.** Are we going in the right direction? A survey of the undergraduate medical education in Canada, Australia and the United Kingdom from a general practice perspective. *Medical Teacher*. 1999; 21: 53-60.
2. **Snyman WD, Kroon J.** Vertical and horizontal integration of knowledge and skills - a working model. *Eur J Dental Education*. 2005; 9: 26-31.
3. **Ypinazar VA, Margolis SA.** Clinical simulators: applications and implications for rural medical education. *Rural and Remote Health*. 2006; 6: 527 (Online). Disponible en <http://rrh.deakin.edu.au>.
4. **Roberts KE, Bell RL, Duffy AJ.** Evolution of surgical skills training. *World J Gastroentrol*. 2006;12: 3219-3224.
5. **O'Sullivan M, Martin J, Murray E.** Student's perceptions of the relative advantages and disadvantages of community-based and hospital-based teaching: a qualitative study. *Medical Education*. 2000; 34: 648-655.
6. **Flanagan B, Nestel D, Joseph M.** Making patient safety the focus: crisis resource management in the undergraduate curriculum. *Medical Education*. 2004; 38: 56-66.
7. **Anastakis DJ, Wanzel KR, Brown MH, Mellroy JH, Hamstra SJ, Ali J, et al.** Evaluating the effectiveness of a 2-year curriculum in a surgical skills center. *Am J Surg*. 2003; 185:378 -385.
8. **Gaba D.** The future vision of simulation in health care. *Quality SafetyHealth Care*. 2004; 13(suppl 1):i2-i10.
9. **Morgan PJ, Cleave-Hogg D.** Simulation technology in training students, residents and faculty. *Curr Op Anaesthes*. 2005; 18: 199-203.
10. **Pugh CM, Salud LH; Association for Surgical Education.** Fear of missing a lesion: use of simulated breast models to decrease student anxiety when learning clinical breast examinations. *Am J Surg*. 2007; 193:766-70.
11. **Shaefer JJ 3rd.** Simulators and difficult airway management skills. *Pediatric Anaesthesia*. 2004; 14: 28-37.
12. **Dutta S, Gaba D, Krummel TM.** To simulate or not to simulate. What is the question? *Ann Surg*. 2006; 243: 301-305.
13. **Hammond J.** Simulation in critical care and trauma education and training. *Curr Op Critical Care*. 2004; 10: 325-329.
14. **McLaughlin SA, Doezem D, Sklar DP.** Human simulation in emergency medicine training: a model curriculum. *Academic Emergency Medicine*. 2002; 9: 1310-1318.
15. **Sutherland LM, Middleton PF, Anthony A, Hamdorf J, Cregan P, Scott D, et al.** Surgical simulation. A systematic review. *Ann Surg*. 2006; 243: 291-300.
16. **Weller JM.** Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. *Medical Education*. 2004; 38: 32-38.
17. **Gordon JA, Wilkerson WM, Shaffer DW, Armstrong EG.** "Practicing" medicine without risk: Student's and educators' responses to high-fidelity patient simulation. *Academic Medicine*. 2001;76: 469-482.
18. **Gómez PI.** Uso de simuladores y otras ayudas educativas en medicina. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb*. 2003; 51: 227-232.
19. **Bradley P, Posthletwaite K.** Simulation in clinical learning. *Med Edu* 2003; 37 (Suppl 1): 1-5.
20. **Gorman PJ, Meier AH, Krummel TM.** Simulation and virtual reallity in surgery. Real or unreal?. *Arch Surg*. 1999; 134: 1203-1208.
21. **Maran NJ, Glavin RJ.** Low- to high-fidelity simulation – a continuum of medical education?. *Med Edu*. 2003; 37 (Suppl 1). 22-28.
22. **Howell JN, Conatser RR, Williams RL 2nd, Burns JM, Eland DC.** The virtual haptic back: a simulation for training in palpatory diagnosis. *BMC Med Educ*. 2008; 8: 14.
23. **Gros sb.** El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza. Ira. Ed. Barcelona: Editorial Gedisa. 2000.
24. McLuhan M. La galaxia Gutemberg. Barcelona: Ediciones 62, 1973.
25. **Cabero AJ.** Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *EDUTEC. Revista electrónica de tecnología educativa*. 1996; 1.
26. **Manovich L.** The Language of New Media. Cambridge: the mit press. Massachusetts Institute of Technology.

- U.S.A., 2001.
27. **Ezpeleta D, Martínez A, Esteruelas A, Moral JM**, et al. Sistemas Multimedia en la Enseñanza. En: Aula de Innovación Educativa. Nº 40-41, 1995: 19-23.
 28. **Prendes MP**. "Potencial educativo del multimedia", En: Blázquez, Cabero y Loscertales. Nuevas tecnologías de la información y comunicación para la educación. Sevilla: Alfar. 1994.
 29. **Gardner H**. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. 2da. Edición. Britain: Fontana Press. 1993: 466.
 30. **Skinner BF**. Science and human behavior. New York: Free Press. 1953.
 31. **Marqués GP**. Ventajas e inconvenientes del multimedia educativo. *Universidad Autónoma de Barcelona*. [en línea] Barcelona. 2000. Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/ventajas.htm>.
 32. **Locatis C, Vega A, Bhagwat M, Liu WL, Conde J**. Virtual computer lab for distance biomedical technology education. *BMC Med Educ*. 2008; 8:12.