

SIMULACIÓN Y SEGURIDAD DEL PACIENTE

Dr. Fabián Vítolo
Noble Compañía de Seguros

En medicina, como en cualquier otra profesión u oficio, la tasa de errores disminuye con la experiencia. Y disminuir la tasa de errores médicos no es un tema menor: de acuerdo a últimas estimaciones, morirían anualmente en los Estados Unidos aproximadamente 251.000 personas por errores médicos. Cuando se compara este número con la mortalidad por otras causas reportadas al CDC, el error médico aparece como la tercera causa de muerte en ese país, sólo superada por las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, y bastante por encima de la EPOC, accidentes de tránsito y suicidios.(1) A nivel global, se estima que casi 43 millones de personas son dañadas anualmente por una atención médica insegura.(2) El daño evitable se encuentra dentro de las diez primeras causas de morbilidad en todo el mundo, habiéndose transformado en un serio problema de salud pública, a la par de la obesidad, la hipertensión o la diabetes. Uno de cada diez pacientes que se interna en nuestros hospitales será víctima de un daño que pudimos haber evitado.(3) La magnitud del problema en el ámbito ambulatorio recién se está explorando, pero los primeros informes tampoco son alentadores.(4)(5)(6) A este drama humano se suma un tremendo impacto económico, que ha sido calculado a nivel global en 132 billones de dólares por año.(2)

El abordaje de la medicina hacia el aprendizaje y la experiencia se ha basado históricamente en mirar cómo se hace un determinado procedimiento y luego hacerlo directamente sobre el paciente. Este proceso expone inevitablemente a los pacientes a profesionales inexpertos y a equipos de trabajo mal aceitados y, con la creciente complejidad de la medicina actual, los peligros y daños asociados a esta forma tradicional de entrenamiento se están volviendo inaceptables. El término “curva de aprendizaje” se utiliza habitualmente para justificar el mayor número de complicaciones y la mayor mortalidad que tendrá un procedimiento en

manos inexpertas, como así también el mayor tiempo que demorará un novato en completar la tarea (lo que a su vez tiene una traducción económica). Pero esta curva de aprendizaje ya no debería ser más realizada por prueba y error sobre los pacientes. El desafío consiste en buscar la mejor forma de desarrollar y practicar competencias minimizando los potenciales daños. Se deben por lo tanto explorar, definir e implementar modelos de entrenamiento que no expongan a los pacientes a errores prevenibles. Uno de esos modelos es el entrenamiento basado en la simulación, entendida como:

“una técnica para reemplazar o amplificar experiencias reales con pacientes por experiencias guiadas creadas artificialmente que evoquen o repliquen aspectos sustanciales del mundo real de manera completamente interactiva”.(7)

Obsérvese que bajo esta definición, la simulación es considerada una técnica y no una tecnología específica. Existen tres grandes campos en los cuales la simulación puede ser utilizada por los profesionales de la salud para mejorar la seguridad de los pacientes.(8) Primero, las técnicas de simulación pueden ser utilizadas para practicar y evaluar procedimientos técnicos.(9) Esto puede tomar una gran variedad de formas, desde muñecos muy simples hasta sofisticados dispositivos de realidad virtual. Segundo, los pacientes simulados o estandarizados, son utilizados desde hace muchos años para enseñar competencias clínicas y son la base de muchos sistemas de evaluación de desempeño.(10) Tercero, la simulación está siendo muy utilizada para entrenar el trabajo en equipo, mejorando los resultados en ámbitos complejos y cargados de tensión.(11)

Si bien siempre habrá una primera vez en la que se deberá aplicar lo aprendido sobre un paciente real, la simulación puede hacer que estas primeras

interacciones sean más seguras. Así como la pericia y el dominio de una especialidad determinada no aumenta automáticamente en función de la experiencia, no es de esperar que la seguridad del paciente mejore solamente en función de más horas de práctica. El verdadero dominio se adquiere mediante una práctica reflexiva sobre el propio desempeño, y los ejercicios de simulación ofrecen una excelente oportunidad para hacerlo, permitiendo ajustar la complejidad de los procedimientos al nivel requerido y facilitando una práctica regular para tratamientos complejos.

Historia de la simulación en la educación médica

La simulación, en sus distintas formas, se encuentra hoy muy difundida en distintas actividades humanas. Su historia se remonta al principio de los tiempos, con los ejercicios de simulación militares: el ajedrez probablemente represente el primer intento de “jugar” a la guerra. En la edad media, los caballeros desarrollaban sus habilidades simulando combates en los torneos, y en el siglo XVIII, el “Kriegspiel” (juego de mesa de guerra), ya anticipaba los modernos videojuegos con gran realismo de hoy en día.(12) La industria de la aviación moderna ha desarrollado simuladores de vuelo de alta fidelidad y ha liderado las mejoras en el desarrollo de competencias de comunicación de los equipos mediante sus programas de “CrewResource Management”(Gerenciamiento de los Recursos de la Tripulación). Los programas espaciales también utilizan intensivamente la simulación para el entrenamiento y evaluación de los astronautas. También la industria nuclear, sobre todo a partir de experiencias como Chernobyl. Lo que estos grupos tienen en común es que el entrenamiento de las personas o la evaluación del sistema en el mundo real es demasiado costosa o peligrosa. No sorprende entonces que la profesión médica comience a adoptar los principios de estas organizaciones altamente confiables. De hecho, lo que sorprende es cuánto tiempo tardó en hacerlo.

Si bien podría considerarse como una forma de simulación la centenaria costumbre de disecar cadáveres en las cátedras de anatomía, la era moderna de la simulación comienza recién a mediados del siglo XX, cuando el noruego Asmund Laerdal, un exitoso fabricante de juguetes especializado en la producción de

muñecas y modelos de coches con un nuevo tipo de plástico suave, fue abordado por anestesiólogos de su país para desarrollar un maniquí que sirviera para la enseñanza de una nueva técnica de resucitación llamada RCP (reanimación cardiopulmonar). El mismo Laerdal había tenido una experiencia traumática con el casi ahogamiento de su hijo a quien él mismo pudo sacar del agua a tiempo y salvarlo despejando sus vías respiratorias. Así nació “Resusci-Anne”, un maniquí de torso entero que simula a una paciente inconsciente que requiere RCP. La muñeca revolucionó el entrenamiento en resucitación en todo el mundo, al disponerse de un modelo fácilmente transportable y de bajo costo para facilitar la difusión de la práctica.(13) El juguetero seguramente no habrá sido consciente de su enorme aporte a la humanidad.

Hacia fines de la década del '60 y comienzos de la del '70, los avances en tecnologías de simulación fueron notorios. Fue en esa época cuando investigadores de la Universidad de Miami desarrollaron a “Harvey” el simulador del paciente cardíaco, un maniquí reforzado con computación.(14) El simulador era capaz de reproducir de manera muy realista enfermedades cardíacas comunes y raras. Los estudios demostraron que los alumnos entrenados con el simulador desarrollaban mejor sus habilidades técnicas y cognitivas que los que no habían pasado por esta experiencia.(15) Casi en simultáneo con el nacimiento de Harvey, Abrahamson y Denson desarrollaron a “Sim One”,(16) un maniquí con un alto grado de sofisticación, según ellos mismos lo describían al presentarlo: (17)

“Puede respirar, tiene latidos cardíacos, pulso temporal y carotídeo (todo sincronizado); presión arterial; abre y cierra la boca, parpadea, y responde a cuatro drogas administradas por vía IV a través de tubos y a dos gases (oxígeno y óxido nitroso), administrados por máscaras. Las respuestas fisiológicas a lo que se le hace son en tiempo real y ocurren “automáticamente” como parte del programa de computación.”

Pese a todas estas características, estos modelos no tuvieron una aceptación generalizada. Esto se debió en gran medida a que todavía no se pensaba que era necesario cambiar el modelo tradicional de enseñanza directa sobre el paciente y a que el costo de la tecnología era muy elevado.

En los años '80, la posibilidad de producir simuladores de alta fidelidad estuvo encabezada por dos grupos, uno de la Universidad de Stanford y otro de la Universidad de Florida. El primer grupo, liderado por Gaba desarrolló a "CASE" (Comprehensive Anaesthesia Simulation Environment) (18) y el segundo, encabezado por Good y Gravenstein crearon a "GAS" (Gainesville Anaesthesia Simulator).(19) Estos dispositivos ,capaces de reproducir una enorme cantidad de variables fisiológicas jugaron un papel central en la formación de nuevas camadas de anesestesiólogos, quienes podían así desarrollar sus competencias en un ambiente controlado y seguro. Hoy es posible conseguir maniqués que respiran, que dilatan sus pupilas o que experimentan arritmias. El grupo de Stanford, además del desarrollo tecnológico del dispositivo, prestó especial atención al entrenamiento del trabajo en equipo, simulando escenarios de crisis reales e incorporando en su programa curricular el modelo de Crew Resource Management de los aviadores.(20) Estos simuladores de anestesia, y sus contrapartes europeas (de Holanda, Dinamarca y el Reino Unido) sentaron las bases de los modernos simuladores de alta fidelidad y sirvieron de modelo para otros prototipos empleados en otras especialidades (modelos sintéticos de látex para simular partos, modelos computarizados de realidad virtual, etc.)

A pesar del gran atractivo que nos despierta la simulación con estos equipos sofisticados, especialmente para el desarrollo de competencias técnicas, son todavía muy pocos los estudios que demuestran su beneficio. El primer estudio sobre los beneficios de la realidad virtual para entrenar a cirujanos recién se publicó en el año 2002. (21) Sin embargo, una revisión sistemática publicada en 2006 no pudo demostrar de manera concluyente que la simulación quirúrgica sofisticada agregara beneficios. (22) Hoy es ampliamente aceptado que estos simuladores sirven como una herramienta que complementa, pero que no reemplaza la experiencia operatoria real con los pacientes.

Pese a sus modestas calificaciones iniciales, el entrenamiento en simulación y la ciencia que la acompaña se está expandiendo rápidamente y todavía está en pañales. Es indudable que la simulación jugará un rol cada vez mayor a medida que la tecnología mejore y que se mantengan los factores de estrés a los que se enfrentan actualmente los educadores: menos tiempo con los alumnos, intolerancia creciente a los

errores y un costo cada vez más caro del "minuto médico". Además, cuando hay poco acceso a instructores calificados en ambientes reales o pacientes que se presentan con condiciones de baja frecuencia pero de alto riesgo, los estudiantes pueden no adquirir la experiencia necesaria para volverse confiables y competentes en el manejo de situaciones críticas. La simulación les brinda la oportunidad de adquirir experiencia en estas condiciones que amenazan la vida.

En paralelo con el desarrollo de muñecos cada vez más sofisticados, la simulación como técnica de aprendizaje también avanzó con la utilización de actores a los que se les enseñaba a simular una determinada condición médica. La principal contribución en este sentido fue el modelo de entrenamiento desarrollado por Harden y sus colaboradores, quienes desarrollaron el "OSCE" (Objective Structured Clinical Examination). (10) En este modelo, los estudiantes rotan por una serie de estaciones en donde se encuentran con actores que simulan pacientes. Los estudiantes los interrogan, realizan un examen físico, ordenan e interpretan estudios e inician planes e manejo. Con más de 30 años de experiencia, OSCE ha demostrado ser un método válido y confiable de evaluación y ha sido adoptado, con pequeñas variantes en distintos campos de capacitación (por ejemplo, en los cursos de ATLS, ACLS, etc). (23)

Tipos de simulación

La simulación, tal como se la está utilizando actualmente, tiene básicamente dos objetivos: el desarrollo de competencias técnicas y el desarrollo de competencias de comunicación, trabajo en equipo y manejo de crisis. Cuando se habla de simuladores, se tiende a pensar en tecnología de punta, sofisticada y costosa. Sin embargo, la mayoría de las simulaciones que han demostrado mayor efectividad son de una tecnología muy simple. Un aspecto clave a considerar cuando se está por adoptar un sistema de simulación es el grado de fidelidad o realismo requerido. Esto es importante, ya que un sistema de realidad virtual para practicar una colecistectomía, por ejemplo, puede ser hasta 10.000 veces más caro que utilizar un cerdo o un modelo sintético ¿Se justifica gastar tanto? Hoy está prácticamente demostrado que un novato puede beneficiarse mucho con un simulador sencillo y de bajo costo que tenga la capacidad de enseñar habilidades genéricas. Sólo los expertos se beneficiarían con simuladores de alta fidelidad que pudieran simular

tejidos o escenarios de crisis como sangrados.(24)(25)
Los principales métodos de simulación descriptos hasta el momento son los siguientes:(26)

- **Simuladores de tareas específicas y de baja tecnología (“Part-task trainers”)**

Son modelos diseñados para replicar sólo una parte del organismo y del ambiente por lo que sólo permiten el desarrollo de habilidades psicomotoras básicas. Por ejemplo, un brazo para punción venosa o una cabeza para intubación traqueal.

- **Simuladores de paciente completo**

Maniqués de tamaño real, manejados por computación que simulan aspectos anatómicos y fisiológicos (ej latidos cardíacos y respiración). Permiten desarrollar competencias en el manejo de situaciones clínicas complejas y para el trabajo en equipo.

- **Simuladores de realidad virtual**

En esta modalidad, los alumnos son inmersos en un ambiente clínico de gran realismo, como un quirófano o una sala de terapia intensiva. Quienes aprenden pueden interactuar con el ambiente virtual como lo harían en la vida real, utilizando sistemas tecnológicos cada vez más complejos y sofisticados.

- **Pacientes simulados o estandarizados**

Actores entrenados para actuar como pacientes. Se utilizan para entrenamiento y evaluación de habilidades en obtención de la historia clínica, realización del examen físico y comunicación. Esta estrategia también está siendo muy utilizada en la enseñanza de competencias vinculadas con la seguridad de los pacientes como por ejemplo la revelación de errores.

- **Simuladores de tareas complejas**

Mediante el uso de modelos y dispositivos electrónicos, computacionales y mecánicos, de alta fidelidad visual, auditiva y táctil se logra una representación tridimensional de un espacio anatómico. Dichos modelos generados por computadores son frecuentemente combinados con Part-task trainers que permiten la interacción física con el ambiente virtual.

Usados para el entrenamiento de tareas complejas, permiten desarrollar habilidades manuales y de orientación tridimensional, adquirir conocimientos teóricos y mejorar la toma de decisiones. Ha sido utilizada ampliamente en cirugía laparoscópica y procedimientos endoscópicos.

- **Simulación in situ**

Este abordaje hace referencia a simulaciones realizadas en el lugar real de trabajo con los equipos y las personas que allí se desempeñan. Puede involucrar además la utilización de simuladores de tareas específicas o de paciente completo. Un trabajo demostró una mejor respuesta de los individuos y los equipos en ámbitos de atención aguda y de ambulatorio luego del entrenamiento in situ. (27) Pueden simularse en el mismo lugar donde se desempeñarán escenarios de crisis permitiéndose el análisis posterior por parte de instructores y participantes. Algunos críticos de esta técnica sostienen que la distracción generada por el trabajo real de quienes rodean a los practicantes no beneficia el aprendizaje.

Estos métodos de simulación no son mutuamente excluyentes, y los programas exitosos generalmente utilizan combinaciones de los mismos. La simulación, que nació como una herramienta para enseñar habilidades clínicas básicas, ha sido luego aplicada de manera exitosa a distintos programas de evaluación y al desarrollo de competencias técnicas y cognitivas complejas, tanto en la formación de grado como en la de postgrado. También se encuentra totalmente integrada en los programas de entrenamiento de equipo en distintos ámbitos, entre los que se destacan las unidades obstétricas, los departamentos de emergencias y los quirófanos. Se trabajan en estos programas las competencias de liderazgo, comunicación, apoyo mutuo y conciencia de situación ante situaciones críticas.

Otra de las aplicaciones de la simulación tiene que ver con la ingeniería en factores humanos vinculada a la seguridad de los pacientes. Las pruebas de “usabilidad”, que evalúan la aplicación de nuevas tecnologías y equipos en el mundo real, pueden ser vistas como una forma de simulación diseñada para identificar problemas de seguridad latentes que lleven a las correcciones necesarias.(26)

Beneficios del entrenamiento basado en simulación

Llegados a este punto, aún no queda respondida la pregunta principal ¿Por qué deberíamos usar la simulación? Los defensores de esta técnica tienen muchos argumentos racionales y convincentes. La simulación brinda a quienes se están entrenando un ambiente seguro que les permite cometer errores y reflexionar sobre los mismos. (28) Permite a su vez que usuarios de cualquier nivel, ya sean novatos o expertos practiquen y desarrollen sus competencias sin temor producir un daño o a recibir sanciones o juicios por responsabilidad profesional. (29)

La simulación puede ser adaptada a la competencia que se desea desarrollar (técnica, comunicacional, de liderazgo de trabajo en equipo, etc.). Su aplicación no se limita a los médicos, sino que puede ser utilizada por enfermeros, técnicos, auxiliares y personal administrativo. Las técnicas de simulación pueden ser aplicadas a todos los ámbitos de atención (internación, ambulatorio, domicilio, emergencias pre-hospitalarias, etc.). La presencia de instructores durante la capacitación posibilita la recepción del feedback necesario para mejorar continuamente la práctica. (7) Los beneficios de la simulación se resumen en la lista 1.(12)

Lista 1 Beneficios de la Simulación

- Disminuye riesgos para pacientes y profesionales
- Se minimizan interferencias indeseadas
- Las tareas y los escenarios pueden ser adaptados a la demanda
- Las competencias pueden ser practicadas de manera repetida
- El entrenamiento puede adaptarse a los distintos individuos
- Facilita la retención de conceptos y la precisión de las maniobras
- Facilita la evaluación de los participantes y permite visualizar mejor las necesidades educativas

Sin embargo, pese a la retórica y el reconocido potencial de la simulación para ser utilizada en la educación del personal sanitario a todos los niveles y en todas las disciplinas, esto no ocurrirá sin evidencias científicas que apoyen la adopción generalizada de esta técnica.

Evidencias científicas que apoyan el entrenamiento basado en simulación

Los profesionales de la salud, los educadores y quienes diseñan las políticas sanitarias necesitan evidencias que les permitan tomar decisiones informadas sobre los potenciales usos de la simulación como método de entrenamiento. A continuación, una breve reseña de los principales trabajos publicados hasta el momento.

- Un meta-análisis de 609 estudios con un total de 35.226 participantes buscó determinar la efectividad de la simulación reforzada con tecnología para entrenar a profesionales de la salud. A pesar de la heterogeneidad de los estudios, la simulación tuvo un efecto altamente positivo sobre el conocimiento, la conducta y las habilidades de los participantes. Además, se vieron moderados efectos positivos sobre la evolución de los pacientes, en términos de menores complicaciones o disconfort y una mayor tasa de supervivencia. (30)
- Otro meta-análisis de entrenamiento basado en simulación para la reanimación cardiopulmonar (RCP) observó efectos muy positivos sobre la adquisición de conocimientos y habilidades de los alumnos, como así también en el ahorro de tiempo. Sin embargo, los efectos de la simulación sobre la evolución de los pacientes fueron menores, cuando se la comparó con la no intervención. Sí se pudo observar una mayor satisfacción de los alumnos. (31)
- Recientemente, Kennedy y col. investigaron los efectos del entrenamiento en el manejo de la vía aérea basado en simulación. Observaron una mayor satisfacción de los participantes y una mejor adquisición de habilidades cuando se comparó la simulación con otros tipos de entrenamiento. Más importante aún fue el hecho de que la simulación tuvo un efecto muy positivo sobre las evoluciones reales de los pacientes atendidos por profesionales entrenados mediante esta técnica. (32)

- Schmidt y col. revisaron sistemáticamente la literatura de entrenamiento basado en simulación con especial foco en la seguridad y la evolución de los pacientes. Analizaron treinta y ocho estudios de intervenciones a nivel individual, de equipos o sistemas, incluyendo simulación para procedimientos diagnósticos (ej: colonoscopia), intervenciones laparoscópicas, colocación de vías centrales, trabajo en equipo y liderazgo. Los autores encontraron que la simulación “contribuye a la seguridad de los pacientes mediante un aumento de la competencia técnica de los individuos y una mejora en el desempeño de los equipos de trabajo”. La revisión tampoco pudo identificar riesgos para los pacientes asociados a esta técnica. (33)

Si bien la simulación reforzada con tecnología ha demostrado ser efectiva, la alta sofisticación tecnológica no siempre sería necesaria. De acuerdo a otra revisión, los factores claves del éxito del aprendizaje por simulación son los mismos que los de cualquier programa de capacitación: feedback personalizado, interactividad cognitiva, reflexión sobre la propia práctica y mayor duración de los programas.(34) Si bien tienden a bajar, los altos costos de la tecnología de alta fidelidad obligan a ser más cautelosos en su adopción generalizada, debiendo todavía aguardar por evidencias más definitivas.

Si bien las evidencias de la utilidad de la simulación para adquirir competencias técnicas y manuales parecen muy concluyentes, los trabajos que apoyan la utilización de la simulación para entrenar habilidades de trabajo en equipo arrojan resultados dispares. Una revisión sistemática del entrenamiento por simulación de equipos en quirófano encontró que la mayoría de los estudios adolecían de problemas metodológicos, como la falta de estandarización de las técnicas de entrenamiento y de los métodos de medición. Si bien los participantes se llevaban en general una impresión positiva de los programas de entrenamiento, sus efectos sobre las conductas de los mismos y la evolución de los pacientes no eran claros. (35) Otra revisión de entrenamiento por simulación de equipos obstétricos multidisciplinarios demostró mejoras en la adquisición de conocimientos y habilidades de los participantes, pero no pudo probar mejoras en la seguridad o en la evolución clínica de las pacientes. (36) Probablemente estos hallazgos dispares se deban a los diferentes

programas curriculares y a los distintos abordajes de simulación utilizados.

Costo-efectividad de la simulación

Los costos de la implementación de programas de entrenamiento basados en simulación son muy variables. Los mismos dependen en gran medida del mix de participantes a la que se dirige, del propósito de la simulación y de la tecnología que se utilice.(7) Algunas formas de simulación son muy accesibles y pueden ser utilizadas de manera generalizada (ej: simuladores basados en programas web o en pantallas interactivas de computadoras). El bajo costo es particularmente importante para entrenar a los principiantes en la adquisición de competencias básicas, donde la disponibilidad rutinaria de la simulación y la práctica repetida es más valiosa. En los casos en los cuales la simulación con dispositivos tecnológicos viene a reemplazar el actual método de entrenamiento en laboratorio con animales (ej: ratas para microcirugía), el costo comparativo también puede llegar a ser bajo. En el otro extremo del espectro, el entrenamiento para personal experimentado con dispositivos de alta fidelidad puede ser muy costoso. Hoy, la mayoría de los centros de simulación se encuentran patrocinados por becas de investigación, empresas comerciales y fundaciones de beneficencia. Los primeros simuladores comerciales de anestesia costaban aproximadamente 200.000 dólares. Hoy los mismos se han perfeccionado, haciendo el 70% de los que aquellos primeros simuladores hacían, pero con un costo de sólo el 15% de lo que costaban entonces. La posibilidad de acceder a simuladores sofisticados por 25 o 35 mil dólares está facilitando la capacitación de más y más anesthesiólogos. (37)

Se debe tener siempre en cuenta que, si bien la simulación con tecnología de punta puede ser costosa, el entrenamiento con simulación de baja fidelidad ha demostrado ser efectiva y tiene un enorme potencial sobre la seguridad de los pacientes.

Cualquier análisis que se pretenda hacer sobre la costo-efectividad de la simulación debe tener en cuenta que los actuales métodos de entrenamiento de residentes y médicos en formación también tienen un costo, por la menor eficiencia y productividad de los novatos, ya que entrenar a alguien para hacer un determinado procedimiento agrega tiempo al mismo. Y el tiempo es

Tabla 2. Once dimensiones a considerar en el diseño e implementación de ejercicios de simulación

Propósito y Participantes	Montaje
1. Propósito y objetivos de la actividad de simulación	7. Edad del paciente a ser simulado
2. Tipo de conocimiento, habilidad, actitudes o conductas a abordar en la simulación	8. Tecnología aplicable o requerida para la simulación
3. Unidad de participación en la simulación: individuos o equipos	9. Grado de participación directa (vs. videos, ver simulación de otros, etc.)
4. Nivel de experiencia del participante en la simulación	10. Lugar físico de la simulación (in situ vs. centro de simulación)
5. Ámbito de atención en la cual la simulación será aplicada	11. Método de feedback que acompañará la simulación
6. Disciplinas que participarán en la simulación	

Fuente: Gaba DM. The future vision of simulation in healthcare. *SimulHealthc.* 2007; 2:1226-35

dinero. Bridget y Diamond calcularon en 1999 que cada residente de cirugía habría agregado, al finalizar su formación, un costo de 48 mil dólares (dinero que habría sido ahorrado si los procedimientos hubieran sido realizados sólo por médicos entrenados). (38) Cuando esta cifra se extrapola a los más de mil residentes que se gradúan por año en los Estados Unidos, el costo anual del entrenamiento de los residentes de cirugía en quirófano rondaría los 53 millones de dólares. La simulación permitiría que los principiantes estuvieran mucho mejor entrenados cuando finalmente terminan operando pacientes reales, disminuyendo la curva de aprendizaje y mejorando su productividad en el mundo real.

En el largo plazo, probablemente el costo más importante de la simulación sea el del tiempo que deben dedicarle tanto los instructores como los aprendices. Ambos deben destinar parte del tiempo que le dedican a sus pacientes de manera directa para entrenarse, y el sistema actual, con especial foco en la productividad, deja muy poco tiempo para estar en un laboratorio. Deberíamos entonces seguir el ejemplo de las organizaciones altamente confiables, las cuales aceptan que el entrenamiento es parte del trabajo, no un accesorio del mismo, y las industrias contratan el personal necesario para que esto ocurra.

Desafortunadamente, los estudios sobre los potenciales ahorros de costos atribuibles exclusivamente a la simulación continúan siendo escasos, si bien un estudio reportó un retorno de 7 a 1 en la inversión en simulación, gracias a la reducción de los costos de las infecciones de catéteres centrales. (39) Otros estudios han demostrado ahorros asociados a menores tasas de complicaciones y menos juicios por responsabilidad profesional. (40) Sin embargo, las evidencias se limitan a estudios aislados.

Proyecciones a futuro

La simulación ha probado ser una metodología educacional poderosa. Su versatilidad permite que sea aplicada en una gran cantidad de ámbitos y especialidades, mejorando las competencias técnicas y comunicacionales de los participantes. Si bien los simuladores de alta tecnología entusiasman, los mayores avances hasta la fecha fueron logrados con simuladores de baja fidelidad. Esto es importante porque el entrenamiento es simulación tiene un enorme potencial para ser aplicado a escala global, permitiendo acelerar la curva de aprendizaje y mejorar la seguridad de los pacientes.

Un buen ejemplo del creciente uso de los abordajes que utilizan baja tecnología es el programa de entrenamiento de residentes de cirugía

norteamericanos denominado “Fundamentals of Laparoscopic Surgery” (FLS). Desde julio de 2010, todos los residentes, para recibir el título de especialista, deben haber demostrado competencia en el uso del laparoscopio en laboratorio.

Pese a todo lo dicho, la simulación no debería ser vista como la panacea que resolverá los actuales problemas del sistema de salud, con enormes presiones de producción, estándares de calidad y seguridad cada vez más exigentes y aumento del costo de los insumos. Con todos los beneficios que tiene esta forma de entrenamiento, es poco probable que pueda reemplazar por sí misma la importancia de vivir experiencias clínicas claves en el mundo real, con el aprendizaje que esto conlleva. El camino hacia la experiencia real requiere inevitablemente de prácticas clínicas reales que no pueden ser sustituidas por el laboratorio.

Si bien parecen estar claros los beneficios educativos de la simulación (en términos de mayor confianza y satisfacción de los alumnos), sus efectos sobre la seguridad de los pacientes no han quedado todavía debidamente demostrados y la literatura al respecto es muy heterogénea. Se requieren todavía más estudios.

Mientras tanto, aparece como una alternativa válida continuar aplicando programas de simulación, sobre todo los de baja tecnología. De hecho, esta forma de abordaje es la que se utiliza en muchos otros aspectos de la ciencia de seguridad del paciente. Debe tenerse siempre en cuenta que la mayor cantidad de procedimientos realizados, tanto en laboratorio como en la vida real no siempre se traduce automáticamente en competencia, siendo necesario siempre evaluar las habilidades de los profesionales sobre bases continuas. En este sentido, la simulación tiene una enorme capacidad para transformarse en un facilitador en la búsqueda de un sistema de salud más seguro para los pacientes y quienes los atienden.

Bibliografía

1. Makary MA, Daniel M. Medical error. The third leading cause of death in the US. *BMJ* 2016; 353:i21399
2. Jha AK et al. The global burden of unsafe medical care. *BMJ Qual Saf*, 2013 22 809-815
3. Aranaz Andrés JM y col. Estudio IBEAS. Prevalencia de Efectos Adversos en Hospitales de Latinoamérica. 2010
4. Bishop TF, Ryan AM, Casalino LP. Paid malpractice claims for adverse events in inpatient and outpatient settings. *JAMA*. 2011;305:2427-2431.
5. Forster AJ, Murff HJ, Peterson JF, Gandhi TK, Bates DW. The incidence and severity of adverse events affecting patients after discharge from the hospital. *Ann Intern Med*.2003;138:161-167
6. Woods DM, Thomas EJ, Holl JL, Weiss KB, Brennan TA. Ambulatory care adverse events and preventable adverse events leading to a hospital admission. *QualSafHealthCare*.2007;16:127-131.
7. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *QualSaf Health Care*2004;13:i2–10.
8. Aggarwall R, Mytton OT et al. Training and simulation for patient safety. *QualSaf Health Care* 2010; 19 Suppl 2 i34-i43
9. Aggarwal R, Moorthy K, Darzi A. Laparoscopic skills training and assessment. *Br J Surg*2004;91:1549e58.
10. Harden RM, Gleeson FA. Assessment of clinical competence using an objective structured clinical examination (OSCE). *Med Educ*1979;13:41e54.
11. Salas E, Diaz Granados D, Klein C, et al. Does team training improve team performance? A meta-analysis. *Hum Factors*2008;50:903e33.
12. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical Education* 2006; 40 254-262
13. Tjomsland N, Baskett P. Resuscitation greets. Asmund S Laerdal. *Resuscitation* 2002; 53:115-9
14. Gordon MS. Cardiology patient simulator. Development of an animated manikin to teach cardiovascular disease. *Am J Cardiol*1974;34:350e5.
15. Ewy GA, Felner JM, Juul D, et al. Test of a cardiology patient simulator with students in fourth-year electives. *J Med Educ*1987;62:738e43
16. Abrahamson S, Denson JS, Wolf RM. Effectiveness of a simulator in training anaesthesiology residents. *J Med Educ*1969;44:515–9.
17. Abrahamson S, Denson JS, Wolf RM. Effectiveness of a simulator in training anaesthesiology residents. *QualSaf Health Care* 2004;13(5):395–7.
18. Gaba DM, DeAnda A. A comprehensive anaesthesia simulation environment: recreating the operating room for research and training. *Anaesthesiology*1988;69:387–94.
19. Good ML, Gravenstein JS. Anaesthesia simulators and training devices. *IntAnesthesiolClin*1989;27:161–6.
20. Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-based training in anaesthesia crisis resource management (ACRM): a decade of experience. *Simulation Gaming* 2001;32(2):175–93.
21. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *AnnSurg*2002;236:458e63.
22. Sutherland LM, Middleton PF, Anthony A, et al. Surgical simulation: a systematic review. *Ann Surg*2006;243:291e300.
23. Casey PM, Goepfert AR, Espey EL, et al. To the point: reviews in medical education. -the objective structured clinical examination. *Am J ObstetGynecol*2009;200:25 e34.
24. Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, et al. The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: the use of clinically

- relevant outcome measures. *Ann Surg* 2004;240:374e81.
25. Alessi SM. Fidelity in the design of instructional simulations. *J Comput Based Instruct* 1988;15:40e7.
26. AHRQ Simulation Training. Patient Safety Primer. March 2013. Online <https://psnet.ahrq.gov/primers/primer/25/simulation-training>
27. Hunt EA, Heine M, Hohenhaus SM, et al. Simulated pediatric trauma team management: assessment of an educational intervention. *Pediatr Emerg Care* 2007;23:796e804.
28. Gordon J, Wilkerson W, Shaffer D, Armstrong E. Practicing medicine without risk: students' and educators' responses to high-fidelity patient simulation. *Acad Med* 2001;76:469–72.
29. Klob D. *Experiential Learning: Experience as a Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall PTR 1984.
30. Cook DA, Hatala R, Brydges R, et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011;306:978–88
31. Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, et al. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2013;84:1174–83.
32. Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, et al. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2014;42:169–78.
33. Schmidt E, Goldhaber-Fiebert SN, Ho LA, et al. Simulation exercises as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med* 2013;158:426–32.
34. Cook D. et al Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: Systematic review and meta-analysis *Medical Teacher* Volume 35, Issue 1, 2013
35. Cunin D et al. A systematic review of simulation for multidisciplinary team training in operating rooms. *Simul Healthc*. 2013;8:171-179.
36. Merien AER et al. Multidisciplinary team training in a simulation setting for acute obstetric emergencies: a systematic review. *Obstet Gynecol*. 2010;115:1021-1031.
37. AHRQ Perspectives on Safety. In conversation with... David Gaba MD. March 2013 <https://psnet.ahrq.gov/perspectives/perspective/137/in-conversation-with--david-m-gaba-md>
38. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *Am J Surg* 1999;177:28e32
39. Cohen ER, Feinglass J, Barsuk JH, Barnard C, O'Donnell A, McGaghie WC, et al. Cost savings from reduced catheter-related bloodstream infection after catheter placement in a medical intensive care unit. *J Hosp Med*. 2009;4:397-403.
40. Iverson RE Jr, Heffner LJ. Patient safety series: obstetric safety improvement and its reflection in reserve