

## Simulación de eventos críticos en anestesia: lecciones y aprendizaje desde la aviación para mejorar la seguridad del paciente

Juan Pedemonte<sup>1</sup>, Nicolás García<sup>1</sup>, Fernando Altermatt<sup>1</sup>, Marcia Corvetto<sup>1</sup>

**Resumen:** Durante décadas, las industrias de alto riesgo tales como la aviación comercial, las plantas nucleares y la ingeniería militar han sido entrenadas en el manejo de eventos críticos. En salud, la aplicación de los conceptos del entrenamiento del equipo de aviación y *Crew Resource Management* ("manejo de los recursos en crisis"), particularmente en anestesia, se han utilizado para mejorar la seguridad del paciente. Los eventos críticos, definidos como el punto en el curso de una enfermedad en la que se produce un cambio decisivo que conduce a la recuperación o a la muerte, tienen muchas características ideales para el entrenamiento por simulación. En esta revisión narrativa, nuestro objetivo es definir los conceptos y la relación entre eventos críticos y simulación en anestesia, determinando su uso en el manejo de dichos eventos y la evidencia existente para apoyarlo.

**Palabras clave:** educación médica; simulación en pacientes; seguridad en pacientes.

**Abstract:** For decades, high-risk industries such as commercial aviation, nuclear plants and military engineering have been trained successfully in managing critical events. In healthcare, translating concepts of aviation team training and Crew Resource Management particularly to anesthesia has been used to improve patient safety. Critical events, defined as the point in the course of a disease at which a decisive change occurs, leading either to recovery or death, have many features that are fulfilled by simulation training. In this narrative review we aim to define the concepts and the relation between critical events and simulation in anesthesia, determining the uses of simulation in managing critical events and the evidence to support it.

**Keywords:** medical education; patient simulation; patient safety.

Fecha de envío: 18 de enero de 2018 - Fecha de aceptación: 29 de abril de 2018

### Introducción

El 15 de enero del año 2009, el vuelo de US Airways 1549 (Airbus A320) partió del aeropuerto La Guardia en Nueva York hacia Charlotte Airport, Carolina del Norte- EE.UU. Mientras ascendía durante el despegue, golpeó un grupo de gansos canadienses, dañando ambos motores y obligando al piloto a aterrizar. El piloto, Chesley Burnett Sullenberger, enfrentó una situación de crisis, que incluyó tomar una decisión rápida, habilidades de comunicación efectiva y razonamiento tranquilo. Finalmente aterrizó el avión en el río Hudson con los 150 pasajeros y 5 tripulantes vivos (McFadden, 2009).

Las industrias de alto riesgo como la aviación comercial, las plantas nucleares y la ingeniería militar, tienen una larga y exitosa historia usando la simulación para exponer a sus estudiantes a situaciones peligrosas y críticas (Hays, 1992). De hecho, las aerolíneas comerciales y las organizaciones militares han usado simuladores por décadas y su uso ha sido esencial para desarrollar los programas involucrados en este entrenamiento (O'Connor *et al.*, 2008).

En aviación, el entrenamiento usualmente denominado como *Crew Resource Management* (CRM), ha sido usado en disminuir los errores humanos y mejorar el trabajo en equipo dentro de la cabina de mando (O'Connor *et al.*, 2008).

El uso exitoso de los escenarios de crisis simuladas en aviación apoyan la factibilidad de la transferencia de tales métodos de entrenamiento al dominio de la medicina. En salud, y particularmente en anestesia, el traslado de estos conceptos de entrenamiento del equipo de aviación y CRM al sector del cuidado de la salud se han utilizado para mejorar la seguridad del paciente (Holzman *et al.*, 1995). Un currículo basado en simulación en CRM de la aviación ha sido desarrollado por Gaba desde 1989 (Gaba *et al.*, 2001). Más recientemente, Grogan implementó un programa de CRM en el cuidado de la salud, para entrenar equipos clínicos de unidades de trauma, departamentos de emergencia y servicios quirúrgicos. El entrenamiento del CRM, mejora las actitudes hacia el manejo

(1) División de Anestesiología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.  
Autor de correspondencia: [mcorvett@med.puc.cl](mailto:mcorvett@med.puc.cl)



del cansancio, el crecimiento del equipo y su comunicación, el reconocimiento de eventos adversos, la toma de decisiones en equipo y el *feedback* del desempeño. Los participantes acordaron que el entrenamiento CRM tendría un papel en reducir los errores y mejorar la seguridad del paciente (Grogan *et al.*, 2004).

Los eventos críticos se definen como el punto en el curso de una enfermedad en la cual, se produce un cambio decisivo, que conduce a la recuperación o a la muerte. Afortunadamente son raros y la mayoría de los proveedores de la atención de salud estarán expuestos a un número limitado de ellos durante su carrera. Por la misma razón, desarrollar habilidades para manejar estos eventos a través de la práctica deliberada repetida es difícil. En consecuencia, confiar en la adquisición de niveles adecuados de experiencia basadas sólo en condiciones reales resulta ineficiente y poco ético, por lo que incorporar el entrenamiento de CRM en escenarios de simulación de alta fidelidad puede ser una mejor opción (Wong, 2004). La incorporación de este tipo de entrenamiento, se ha realizado de forma exitosa, en programas de formación de Anestesiología en nuestro país (Fuentes, 2017).

En esta revisión narrativa, nuestros objetivos son definir los conceptos y la relación entre eventos críticos y simulación, determinar su uso en el manejo de eventos críticos en anestesia, describir la evidencia existente respalda su uso y mostrar algunas posibles directrices futuras.

### Eventos críticos en anestesia

Los incidentes críticos en la industria de la aviación son infrecuentes, pero son una amenaza constante (Toff, 2010). De manera similar, en la práctica de la anestesia, generalmente estamos expuestos a la ocurrencia de estos eventos. Algunos ejemplos de éstos en anestesia son: crisis de hipertermia maligna, situaciones de vía aérea difícil (no se puede ventilar- no se puede intubar), paro cardíaco-respiratorio intraoperatorio, anafilaxia, errores de drogas o la falla del equipamiento. No importa la causa, el papel del anestesiólogo es identificar la crisis, diagnosticar la causa subyacente, y tomar los pasos necesarios para desviar el curso de la condición del paciente desde un desastre inminente hacia la recuperación (Runciman & Merry, 2005).

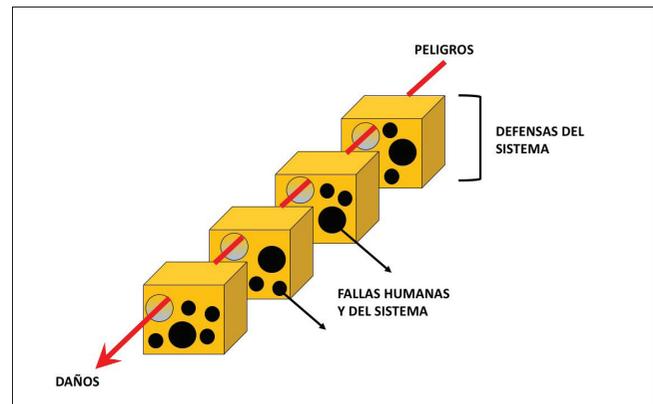
Diferentes factores conspiran juntos para hacer que el manejo de una crisis sea una tarea desafiante. Puede presentarse con signos o síntomas inespecíficos, siendo el resultado de la interacción de varios factores complejos y multifacéticos. Los problemas pueden evolucionar, revelando grados adicionales de complejidad. Por ejemplo, un conjunto particular de circunstancias nunca se pudo haber encontrado antes, haciendo que el evento sea aún más desafiante. Por otra parte, los procesos y equipos recientemente

introducidos en la práctica de la anestesia pueden traer nuevos problemas e imprevistos. Además, la asistencia técnica no puede estar disponible en el tiempo necesario. Por lo tanto, la mayoría de estos eventos tienen que resolverse muy rápidamente para evitar un desastre (Runciman & Merry, 2005).

### Errores humanos en el manejo anestésico

¿Qué deberíamos saber sobre el error humano? ¿Un “buen médico” no comete errores? Aunque es obvio, uno de los conceptos más importantes a destacar es que los seres humanos cometemos errores. El error humano es normal, ubicuo, e inevitable, además de ser una fuente valiosa de información (Toff, 2010). Aceptar el error como normal e inevitable es un prerrequisito para establecer un sistema para manejar los riesgos. Es así que teniendo este dogma en mente, los sistemas deberían disponer de barreras de seguridad para reducir las posibilidades de error. Esto se logra mediante múltiples controles, garantías y barreras que estén diseñados para evitar los peligros conocidos que acompañan a las personas, los bienes y al medio ambiente. En las industrias de alto riesgo, como la aviación comercial y las plantas nucleares, este elemento es conocido, poniendo una confianza importante en sus dispositivos de seguridad construidos y controles de proceso. Sin embargo, en el contexto de la atención de salud, el tipo y variedad de las “barreras” varían ampliamente de una actividad a otra, haciendo esta tarea tremendamente difícil (Reason, 2004).

En un sistema perfecto, si pudiéramos imaginar el proceso completo como una caja, debería ser sólida, sin agujeros que representen debilidades. En cambio, un sistema imperfecto como el cuidado de la salud, es más como un queso suizo: lleno de hoyos, brechas, y fallas (Reason, 2004). A veces, la alineación simultánea de brechas o ausencias conducen a la ruptura de todo el sistema, eludiendo diferentes “capas” defensivas y permitiendo que ocurran accidentes. (Figura 1. El modelo de queso suizo).



**Figura 1:** El modelo del queso suizo. La conjunción simultánea de brechas o ausencias conducen a la ruptura de todo el sistema de defensa permitiendo que ocurran los incidentes.

Estas brechas y fallas ocurren principalmente por dos razones: fallas activas y condiciones latentes. Las primeras, se definen como actos inseguros cometidos por aquellos en contacto directo con el sistema (anestesiólogos, cirujanos, enfermeros). Estos incluyen los descuidos (etiquetado erróneo, jeringa equivocada), fallas cognitivas (lapsus de memoria, ignorancia, mala interpretación de una situación) o violaciones (desviaciones de las prácticas seguras, procedimientos o estándares).

Las condiciones latentes, en cambio, son brechas defensivas, debilidades, o ausencias que se crean involuntariamente como resultado de decisiones anteriores tomadas por diseñadores, constructores, reguladores y gerentes del sistema quienes no pueden prever todos los escenarios de accidentes posibles (Reason, 2004). En el contexto de los sistemas de atención sanitaria, se refiere a las decisiones tomadas por la alta gerencia o los clínicos con roles administrativos, que crean las condiciones en una organización para que ocurran actos inseguros como personal insuficiente o inadecuado, excesiva carga de trabajo, inadecuada supervisión, ambiente laboral estresante, mala comunicación, mantenimiento inadecuado del equipamiento, conflicto entre las necesidades clínicas y financieras (Mahajan, 2010).

El análisis de los errores no es para repartir culpa, sino para preguntarse el por qué. Entender la causalidad permite la prevención (Arnstein, 1997). Cada vez se acepta más que los resultados adversos a menudo se deben a las fallas del sistema, por lo que las deficiencias en muchos niveles diferentes crean el contexto en el cual el error humano puede tener un impacto negativo (Reason, 2000). La notificación de incidentes debe entenderse desde una perspectiva sistémica que aliente la presentación de informes sin censura, con el objetivo de identificar preventivamente tales deficiencias antes de generar daño (Catchpole *et al.*, 2008). El análisis de esta información, puede ayudar a priorizar con éxito la información, desarrollar el conocimiento del error y reducir la culpa individual. El objetivo final es transformar la visión de castigar y culpar individualmente, hacia la de un proceso abierto de cultura de seguridad y de aprendizaje sistemático.

### **Crew Resources Management de anestesia**

Durante años, las aerolíneas comerciales han expuesto a sus pilotos a entrenamientos en simulaciones para práctica en habilidades específicas de aviación y manejo técnico de emergencias (Gaba *et al.*, 2001; O'Connor *et al.*, 2008). En la década de los 80', las investigaciones de los incidentes de aviones estaban vinculadas a fallas

en cómo los tripulantes manejaron adecuadamente sus recursos de una manera efectiva (Billings & Reynard, 1984). En un esfuerzo para entrenar los equipos en esta área, se desarrolló un nuevo tipo de entrenamiento denominado *Crew Resource Management* (CRM). El programa consistió en componentes didácticos, ejercicios grupales, debates y simulaciones completas de una misión, seguidas de sesiones de *debriefings* (Gaba *et al.*, 2001).

*Debriefing* se define como una discusión guiada, dirigida por un facilitador instruido, destinado a estimular el aprendizaje de una manera organizada y no amenazante (Seropian, 2003). El papel del facilitador consiste en identificar los elementos del proceso de la simulación que poseen valor educativo y que son pertinentes a los objetivos de la sesión. Estos elementos son expuestos a los participantes al final de las sesiones, después de que los escenarios simulados hayan concluido. Durante el proceso, se alienta a los estudiantes a evaluar y valorar la situación desde su propio punto de vista y de la discusión entre sus pares.

En 1987 Gaba, DeAnda y otros investigadores comenzaron un conjunto de estudios del proceso de toma de decisiones por anestesiólogos utilizando un simulador de pacientes creado por su equipo (Caso 1.3). En estos experimentos, anestesiólogos de diferentes niveles de experiencia, manejaron un paciente durante un procedimiento quirúrgico en el que se provocaron múltiples problemas médicos y de equipamiento. El análisis de video de estos experimentos sugirió varias deficiencias en la toma de decisiones y el manejo de crisis. Fueron evidentes la falta de entrenamiento sistemático en procedimientos de emergencia, falta de habilidades no técnicas, e integración inadecuada de habilidades técnicas y no técnicas para situaciones difíciles. Estos conceptos no se enseñaban sistemáticamente durante el currículo de una residencia estándar o la educación de posgrado (Gaba *et al.*, 2001).

En septiembre de 1990, se desarrolló el primer curso sobre currículo basado en simulación inspirado en CRM en aviación y sus principios claves. Se llamó *Anesthesia Crisis Recourse Management* (ACRM) (Manejo de recursos en crisis en anestesia) para adaptarlo al ámbito anestésico, reemplazando el término "tripulación" por "crisis". Éste hizo énfasis en la articulación de los principios del comportamiento individual y en equipo durante situaciones ordinarias y críticas enfocado en las habilidades de toma de decisiones dinámicas, el comportamiento interpersonal y el manejo de equipo (Gaba, 2010). Estos principios se resumen en la Tabla 1 (puntos clave de *Anesthesia Crisis Recourse Management*) (Gaba *et al.*, 2001).

**Tabla 1:** Manejo de recursos en crisis en anestesia. Puntos claves de Anesthesia Crisis Resource Management. \*Modificado de Gaba et al. 2001.

| TOMA DE DECISIONES Y COGNICIÓN                              | TRABAJO EN EQUIPO Y MANEJO DE RECURSOS    |
|---|---|
| Conocer el ambiente   | Ejercer liderazgo y seguimiento del líder |
| Anticipar y planificar                                      | Pedir ayuda precozmente                   |
| Utilizar toda la información disponible y chequeos cruzados | Comunicación efectiva                     |
| Prevenir y manejar errores de fijación                      | Distribuir la carga laboral               |
| Uso de ayudas cognitivas                                    | Movilizar todos los recursos disponibles  |

El curso estaba destinado a entrenar a los equipos en la utilización de habilidades técnicas, cognitivas y conductivas, de una manera integrada para la resolución de eventos críticos. Centrándose en las habilidades no técnicas, la toma de decisiones, el manejo de tareas, el liderazgo, el trabajo en equipo, y el aprendizaje organizacional por medio de *debriefing*.

Las habilidades no técnicas se pueden definir como conductas en el entorno del quirófano que no están directamente relacionados con el uso de conocimientos médicos, drogas o equipamiento. Abarcan tanto habilidades interpersonales (por ejemplo: comunicación, trabajo en equipo o liderazgo) como habilidades cognitivas (por ejemplo: conocimiento de la situación, toma de decisiones). Tales habilidades no son nuevas en anestesia, dado que los anestesiólogos desde siempre han demostrado un desarrollo marcado en estas competencias (Flin, 2011).

Los cursos de entrenamiento de CRM han demostrado mejorar el liderazgo, la resolución de problemas, la comunicación, la conciencia de la situación, el trabajo en equipo, la utilización de recursos y las habilidades generales de CRM que muestran los equipos (Parsons et al., 2018). La duración de los cursos de entrenamiento de CRM varía ampliamente, la mayoría contemplan un bloque teórico más sesiones prácticas que van desde una sesión a 6 escenarios de alta fidelidad (Shapiro et al., 2004; Boet et al., 2014; Fung et al., 2015; Parsons et al., 2018).

Actualmente, existe evidencia de que las habilidades de CRM adquiridas con entrenamiento simulado se transfieren al entorno clínico y conducen a mejores resultados para el paciente (Boet et al., 2014). En una revisión sistemática reciente, que incluyó 12 estudios, el entrenamiento de CRM basado en la simulación, se asoció con mejoras significativas en la adquisición de habilidades de CRM. De los 12 estudios incluidos, uno mostró mejoras significativas en los

comportamientos del equipo en el lugar de trabajo, mientras que dos estudios demostraron reducciones sostenidas en los resultados adversos del paciente (Fung et al., 2015).

### Simulación de eventos críticos

¿Es la simulación un instrumento válido para entrenarse en el manejo de eventos críticos en salud? Es sabido que la simulación es una oportunidad para aprender del error (Ziv et al., 2005), siendo éste un factor importante en el desarrollo de estos eventos críticos (Gaba et al., 1987).

En este contexto, la educación médica basada en simulación permite la identificación y conocimiento de errores cometidos por individuos o equipos. Permite también su análisis para descubrir las causas principales y el curso de eventos que desembocaron en su ocurrencia.

Existen muchas características de los eventos críticos que se aprenden con el entrenamiento basado en la simulación. Los eventos críticos son poco frecuentes, y desarrollar habilidades para su manejo requiere una práctica repetida y deliberada. Dado que el uso de situaciones de crisis reales como oportunidades de entrenamiento no es ético, la simulación representa un gran instrumento para la práctica en los escenarios clínicamente raros bajo condiciones predecibles, programables, y estandarizadas (Wong, 2004). Además, las ventajas de la simulación para investigaciones, entrenamiento y las evaluaciones del desempeño descrito por Gaba, se ajustan perfectamente para simular los eventos críticos: no hay riesgo para los pacientes, se pueden presentar muchos escenarios (incluyendo situaciones críticas poco comunes), los participantes pueden ver los resultados de sus decisiones y conductas. Además, los errores pueden ocurrir y llegar a sus conclusiones, pudiendo presentarse escenarios idénticos a médicos como a otros equipos del personal de salud. Esto permite que todas las interacciones interpersonales con otros tipos de personal clínico se pueden explorar y entrenar con trabajo en equipo, liderazgo, y comunicación efectiva (Gaba, 2000). En la actualidad, el entrenamiento interprofesional ha pasado a tener un rol importante en la educación de equipos de salud. Incluso ya están desarrollándose protocolos que comparan diferentes formas de entrenamiento y *debriefing* en estos grupos (Boet et al., 2016).

Para continuar con esta discusión, se necesitan algunas definiciones. La simulación fue definida por Gaba como una técnica, no una tecnología, para reemplazar o amplificar las experiencias reales con experiencias guiadas que evocan o replican los aspectos sustantivos del mundo real de una manera totalmente interactiva (Gaba, 2007). Cooper definió el "Simulador" como un objeto físico o una

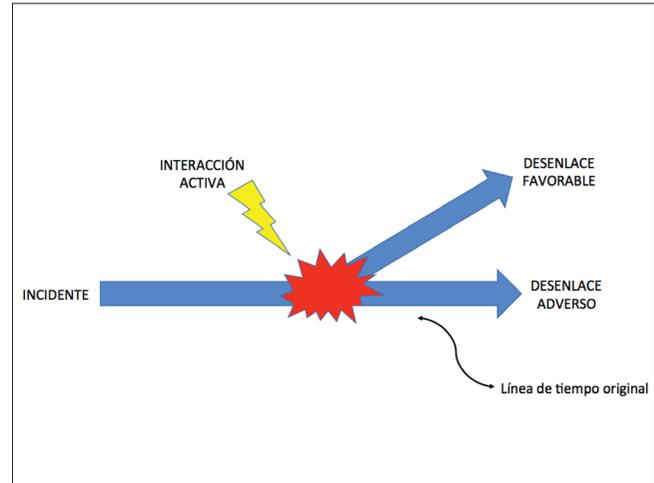
representación de la tarea completa o parcial que se replicará y la "Simulación" como aplicaciones de simuladores para la educación o el entrenamiento (Cooper & Taqueti, 2004).

Desde un punto de vista histórico, la simulación médica ha evolucionado durante tres periodos de su desarrollo. Desde 1930 hasta los años sesenta, fue marcado por simuladores de aviación y militares. En este periodo podemos citar a Safar, quien investigó en la resucitación cardiopulmonar (Safar et al., 1961). Más tarde, desde los años sesenta hasta los finales de los ochenta, los primeros maniqués Harvey, SimOne, and ResusciAnne, fueron diseñados. Más recientemente, simuladores más complejos fueron desarrollados, los que fueron capaces de replicar eventos semiológicos, anatómicos, y farmacológicos (Gaba & DeAnda, 1988; Wong, 2004). Finalmente, la consolidación en las últimas dos décadas, son marcados por el crecimiento de aceptación de la simulación como un complemento del entrenamiento clínico con los pacientes, el desarrollo de maniqués más sofisticados con precios más económicos y el desarrollo de investigaciones realizadas sobre la utilidad clínica de la simulación.

El entrenamiento en simulación ha sido un instrumento de aprendizaje poderoso que nos ha permitido practicar todas las habilidades necesarias para el ejercicio de la anestesia, incluyendo el manejo de crisis sin daño al paciente real (Gaba, 2000). Las ventajas del uso de simulación clínica en educación médica se han descrito ampliamente (Gaba, 2000; Maran & Glavin, 2003; Gaba, 2007). Permite un ambiente controlado y seguro, para practicar y entrenar habilidades y capacidades. Nos permite crear escenarios bajo demanda y aprender de los errores. El proceso del aprendizaje se basa en la práctica y reflexión, logrando una mayor transferencia del entrenamiento desde la teoría a la práctica y finalmente siendo útil también como un instrumento de evaluación.

Si tratamos de entender la aplicación de la simulación en eventos críticos, utilizaríamos el concepto de la "influencia de interacción activa en la cronología de la realidad", descrito por Seropian (Seropian, 2003). Este concepto describe la influencia que los diferentes agentes involucrados en un incidente crítico pueden tener para determinar el resultado de un evento. El tiempo es una entidad lineal que puede representarse de un curso de eventos secuenciales, terminado en un resultado determinado (Figura 2 entrenamiento con simulación en eventos críticos). Con una acción específica (por ejemplo: desfibrilación para fibrilación ventricular), podemos impactar activamente esta línea de tiempo, llevando a un resultado nuevo. Por lo tanto, tenemos la capacidad de cambiar el curso de la línea de tiempo con una interacción activa. Consecuentemente, una intervención en la vida real puede cambiar el resultado final de un evento crítico. Probablemente esa intervención debería enfocar

en ambos, detectar el problema y luego corregir la acción, para determinar un mejor resultado. Situaciones similares se pueden entrenar con la simulación. En la representación de incidentes críticos, los participantes deben enfrentar las decisiones y tomar acciones que pueden llevar al simulador a la recuperación o un final trágico.



**Figura 2:** Entrenamiento con simulación en eventos críticos. Un incidente puede originar un desenlace adverso. Si se interviene la línea de tiempo original con una interacción activa, es posible modificar su curso y lograr un desenlace favorable. La simulación permite entrenar el manejo de estos eventos.

Los datos de vuelos espaciales sugieren que la resolución dinámica a veces consiste en la aplicación de procedimientos ya compilados para reconocer y corregir problemas (Georgeff & Lansky, 1986). Al principio de 1989, con el objeto de comprender el proceso de repuesta a eventos críticos en anestesia, Gaba y DeAnda publicaron una investigación sobre la respuesta de residentes de anestesiología a cinco incidentes críticos simulados. Encontraron que tanto, la dificultades intrínsecas para resolver cada problema y las habilidades de estos médicos para manejarlas, variaban ampliamente (Gaba & DeAnda, 1989). Finalmente, concluyeron que la detección cuidadosa de los problemas es sólo el primer paso en una vía de repuestas complejas que podrían fortalecerse con protocolos mejorados y prácticas repetidas.

Entonces, ¿la simulación mejora el desempeño del anestesiólogo en eventos críticos? En 2004, Blum realizó un curso de *Anesthesia Crisis Recourse Management*, para 148 anestesiólogos de 4 hospitales (Blum et al., 2004). Los objetivos del curso eran comprender y mejorar el dominio de los participantes en habilidades de manejo de recursos de crisis y aprender habilidades para reflexionar después de eventos críticos. Realizaron una encuesta para evaluar la utilidad y la necesidad de entrenamiento repetido inmediatamente después del curso y un año después. La utilidad del curso, los principios de

CRM, las habilidades de interrogatorio y la comunicación fueron altamente calificadas en ambas instancias. Aproximadamente la mitad de los participantes reportaron un evento dificultoso o crítico después del curso. Los estudiantes del CRM que informaron eventos difíciles o críticos indicaron una mejoría en su desempeño.

Luego, en 2006 Weller desarrolló el curso *“Effective Management of Anesthetic Crises”* (Manejo efectivo de crisis anestésicas), como una iniciativa del Colegio de Anestésistas de Australia y Nueva Zelanda (Weller et al., 2006). El curso consiste en el abordaje sistemático de las crisis y explora el impacto de los factores humanos en el desempeño clínico. Las evaluaciones del curso de 499 anestésistas y una encuesta de seguimiento mostró un fuerte apoyo a éste y su relevancia para la práctica clínica. Los participantes percibieron que este seminario podría cambiar su práctica y mejorar el manejo de las crisis anestésicas. Concluyeron que la exposición a ejemplos de manejo efectivo de crisis, se ha extendido en la comunidad anestésica de la región y debería contribuir para mejorar la seguridad del paciente.

Wayne publicó un estudio retrospectivo de caso/control de las repuestas de un equipo frente a paros cardiacos desde enero a junio en 2004 en un programa de médicos residentes de medicina interna (Wayne et al., 2008). Se revisaron los archivos médicos de los eventos de soporte vital avanzado cardiaco (ACLS) para evaluar la adhesión de los indicadores de calidad de respuesta de ACLS según las pautas de la *American Heart Association* (AHA) (Asociación Estadounidense del Corazón). Se dividieron los participantes en dos grupos. Los médicos residentes de tercer año recibieron educación ACLS tradicional. En cambio, los médicos residentes de segundo año, grupo entrenado por simuladores, asistieron además a un programa educativo de práctica deliberada de escenarios ACLS utilizando un simulador de pacientes humanos. Evaluaron los efectos del entrenamiento de simulación en la calidad del cuidado en ACLS provisto. Los médicos residentes entrenados con simuladores mostraron una adherencia significativamente mayor a los estándares de AHA en comparación con los médicos residentes entrenados tradicionalmente. Los autores concluyeron que su programa educativo basado en la simulación mejoró la calidad de atención prestada por los medios durante eventos reales de ACLS (Wayne et al., 2008).

Un estudio más reciente, prospectivo y *randomizado*, sobre instrucción dirigida a los líderes encargados de las crisis, concluyó que su instrucción exclusiva mejora el rendimiento de todo el equipo, en particular la adherencia a las directrices y el comportamiento del líder del grupo (Fernández Castelao et al., 2015).

Adicionalmente, con el actual desarrollo de herramientas de evaluación validadas, los entrenamientos lograrán ser evaluados de

forma más exacta, permitiendo ir depurando los detalles de cómo entrenar al personal de salud para enfrentar estas situaciones (Jirativanont et al., 2017).

Esta evidencia creciente indica que la simulación puede ser un complemento útil de los métodos tradicionales de entrenamiento de procedimientos; pero ¿el entrenamiento de simulación mejora los resultados del paciente? Desafortunadamente, la evidencia apoyando el uso de simulación para entrenar los eventos críticos es limitado y no hay estudios evaluando los resultados del paciente. Probablemente, para lograr este tipo de evidencia, se requiere que muchas instituciones adopten un entrenamiento basado en la simulación, miles o millones de pacientes y la realización de evaluaciones repetitivas durante periodos de tiempo prolongados, probablemente más de una década.

## Conclusiones

Con la información presentada, se comprende la utilidad de la simulación en el entrenamiento de competencias para el manejo de eventos críticos en anestesia. Sin embargo, existe una brecha de conocimiento en la literatura científica que no se puede resolver hasta que podamos documentar los efectos positivos de este poderoso instrumento educativo en eventos críticos. Más investigación debe ser alentada, enfocada en mejorar los resultados de seguridad del paciente. Es notable, el hecho que Gaba concluyera en 1989, después de su investigación sobre la repuesta a incidentes críticos simulados de un grupo de residentes de anestesiología que “la simulación de alta fidelidad proporciona un laboratorio apropiado para el estudio de las limitaciones humanas de los anestesiólogos, pero estas investigaciones acaban de comenzar” (Gaba & DeAnda, 1989).

Finalmente, a pesar de la falta de evidencia y nuevamente haciendo una analogía con la aviación, Leape describió el proceso como: *“la seguridad en la aviación... no se basó en la evidencia de que ciertas prácticas redujeron la incidencia de complicaciones, se basó en la implementación generalizada de cientos de pequeños cambios en los procedimientos, equipos y organizaciones para producir una cultura de seguridad increíblemente fuerte y prácticas sorprendentemente eficaces. Estos cambios tienen sentido, basados en principios sólidos, competencias técnicas y experiencia; abordando problemas de la vida real, sin embargo pocos fueron sometidos a experimentos controlados”* (Leape et al., 2002).

Creemos que el entrenamiento de manejo de eventos críticos basados en simulación es una herramienta que permite cumplir múltiples funciones en el ambiente clínico actual; donde las habilidades médicas, de comunicación y de trabajo en equipo son fundamentales

para el enfrentamiento de pacientes y procedimientos de mayor complejidad. Sin embargo, aún quedan asuntos importantes por resolver, en términos de los métodos óptimos para extender los programas de entrenamiento de simulación para eventos críticos en la búsqueda de la seguridad de nuestros pacientes.

## Referencias

- Arnstein F. (1997). Catalogue of human error. *Br J Anaesth* **79**, 645-656.
- Billings CE & Reynard WD. (1984). Human factors in aircraft incidents: results of a 7-year study. *Aviat Space Environ Med* **55**, 960-965.
- Blum RH, Raemer DB, Carroll JS, Sunder N, Felstein DM & Cooper JB. (2004). Crisis resource management training for an anaesthesia faculty: a new approach to continuing education. *Med Educ* **38**, 45-55.
- Boet S, Bould MD, Fung L, Qosa H, Perrier L, Tavares W, Reeves S & Tricco AC. (2014). Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: a systematic review. *Can J Anaesth* **61**, 571-582.
- Boet S, Pigford AA, Fitzsimmons A, Reeves S, Tribby E & Bould MD. (2016). Interprofessional team debriefings with or without an instructor after a simulated crisis scenario: An exploratory case study. *J Interprof Care* **30**, 717-725.
- Catchpole K, Bell MD & Johnson S. (2008). Safety in anaesthesia: a study of 12,606 reported incidents from the UK National Reporting and Learning System. *Anaesthesia* **63**, 340-346.
- Cooper JB & Taqueti VR. (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care* **13 Suppl 1**, i11-18.
- Fernandez Castela E, Boos M, Ringer C, Eich C & Russo SG. (2015). Effect of CRM team leader training on team performance and leadership behavior in simulated cardiac arrest scenarios: a prospective, randomized, controlled study. *BMC Med Educ* **15**, 116.
- Flin R & Patey R. (2011). Non-technical skills for anaesthetists: developing and applying ANTS. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* **25**, 215-227.
- Fuentes C CM, Altermatt F, Delfino A. (2017). Incorporación de la simulación en el entrenamiento del manejo de recursos en crisis, experiencia del programa de anestesiología de la Pontificia Universidad Católica de Chile. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas* **42**, 27-33.
- Fung L, Boet S, Bould MD, Qosa H, Perrier L, Tricco A, Tavares W & Reeves S. (2015). Impact of crisis resource management simulation-based training for interprofessional and interdisciplinary teams: A systematic review. *Journal of interprofessional care* **29**, 433-444.
- Gaba DM. (2000). Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ* **320**, 785-788.
- Gaba DM. (2007). The future vision of simulation in healthcare. *Simul Healthc* **2**, 126-135.
- Gaba DM. (2010). Crisis resource management and teamwork training in anaesthesia. *Br J Anaesth* **105**, 3-6.
- Gaba DM & DeAnda A. (1988). A comprehensive anesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training. *Anesthesiology* **69**, 387-394.
- Gaba DM & DeAnda A. (1989). The response of anesthesia trainees to simulated critical incidents. *Anesth Analg* **68**, 444-451.
- Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE & Sowb YA. (2001). Simulation-Based Training in Anesthesia Crisis Resource Management (ACRM): A Decade of Experience. *Simulation & Gaming* **32**, 175-193.
- Gaba DM, Maxwell M & DeAnda A. (1987). Anesthetic mishaps: breaking the chain of accident evolution. *Anesthesiology* **66**, 670-676.
- Georgeff MP & Lansky AL. (1986). *A system for reasoning in dynamic domains : fault diagnosis on the space shuttle*. SRI International, Menlo Park, Calif.
- Grogan EL, Stiles RA, France DJ, Speroff T, Morris JA, Jr., Nixon B, Gaffney FA, Seddon R & Pinson CW. (2004). The impact of aviation-based teamwork training on the attitudes of health-care professionals. *J Am Coll Surg* **199**, 843-848.
- Hays RTJ, John W. Prince, Carolyn Salas, Eduardo. (1992). Flight simulator training effectiveness: A meta-analysis. *Military Psychology* **4**, 63-74.
- Holzman RS, Cooper JB, Gaba DM, Philip JH, Small SD & Feinstein D. (1995). Anesthesia crisis resource management: real-life simulation training in operating room crises. *J Clin Anesth* **7**, 675-687.
- Jirativanont T, Raksamani K, Aroonpruksakul N, Apidechakul P & Suraseranivongse S. (2017). Validity evidence of non-technical skills assessment instruments in simulated anaesthesia crisis management. *Anaesth Intensive Care* **45**, 469-475.

- Leape LL, Berwick DM & Bates DW. (2002). What practices will most improve safety? Evidence-based medicine meets patient safety. *JAMA* **288**, 501-507.
- Mahajan RP. (2010). Critical incident reporting and learning. *Br J Anaesth* **105**, 69-75.
- Maran NJ & Glavin RJ. (2003). Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ* **37 Suppl 1**, 22-28.
- McFadden RD. (2009). Pilot is jailed after Jetliner's icy plunge. *The New York Times*, Jan 15. Accedido en [http://www.nytimes.com/2009/01/16/nyregion/16crash.html?pagewanted=all&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2009/01/16/nyregion/16crash.html?pagewanted=all&_r=0). el 29 Mayo de 2018.
- O'Connor P, Campbell J, Newon J, Melton J, Salas E & Wilson KA. (2008). Crew Resource Management Training Effectiveness: A Meta-Analysis and Some Critical Needs. *The International Journal of Aviation Psychology* **18**, 353-368.
- Parsons JR, Crichlow A, Ponnuru S, Shewokis PA, Goswami V & Griswold S. (2018). Filling the Gap: Simulation-based Crisis Resource Management Training for Emergency Medicine Residents. *The western journal of emergency medicine* **19**, 205-210.
- Reason J. (2000). Human error: models and management. *West J Med* **172**, 393-396.
- Reason J. (2004). Beyond the organisational accident: the need for "error wisdom" on the frontline. *Qual Saf Health Care* **13 Suppl 2**, ii28-33.
- Runciman WB & Merry AF. (2005). Crises in clinical care: an approach to management. *Qual Saf Health Care* **14**, 156-163.
- Safar P, Brown TC, Holtey WJ & Wilder RJ. (1961). Ventilation and circulation with closed-chest cardiac massage in man. *JAMA* **176**, 574-576.
- Seropian MA. (2003). General concepts in full scale simulation: getting started. *Anesth Analg* **97**, 1695-1705.
- Shapiro MJ, Morey JC, Small SD, Langford V, Kaylor CJ, Jagminas L, Suner S, Salisbury ML, Simon R & Jay GD. (2004). Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum? *Qual Saf Health Care* **13**, 417-421.
- Toff NJ. (2010). Human factors in anaesthesia: lessons from aviation. *Br J Anaesth* **105**, 21-25.
- Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH & McGaghie WC. (2008). Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest* **133**, 56-61.
- Weller J, Morris R, Watterson L, Garden A, Flanagan B, Robinson B, Thompson W & Jones R. (2006). Effective management of anaesthetic crises: development and evaluation of a college-accredited simulation-based course for anaesthesia education in Australia and New Zealand. *Simul Healthc* **1**, 209-214.
- Wong AK. (2004). Full scale computer simulators in anesthesia training and evaluation. *Can J Anaesth* **51**, 455-464.
- Ziv A, Ben-David S & Ziv M. (2005). Simulation based medical education: an opportunity to learn from errors. *Med Teach* **27**, 193-199.