

COLEGIO MEXICANO DE ANESTESIOLOGÍA, A. C. (ANTES SOCIEDAD MEXICANA DE ANESTESIOLOGÍA)

Centro de tecnología e innovación educativa: SIMULANEST COMEXANE

SIMULANEST COMEXANE: Centro de Tecnología e Innovación Educativa durante el 50º Aniversario del Curso Anual de Anestesiología y Medicina Perioperatoria del Colegio Mexicano de Anestesiología

*Dra. Ana Lilia Garduño-López, Dr. Arnulfo Calixto-Flores,
Dra. Rosalina Martínez-Arellano, Dr. José Emilio Mille-Loera,
Dra. Rosa Alicia Cortés-Delgado, Dra. Ofelia Ham-Mancilla,
Dr. Juan Heberto Muñoz-Cuevas, Dra. Laura Silva-Blas,
Dr. Andrés De la Rosa-Mendoza*

Simulación en anestesia total intravenosa

*Dra. Teresa Cortés-Hernández, Dra. Rocío Delgado-Cortés,
Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos, Dra. Sandra Raudales-Ruiz*

Simulación en Anestesiología y el estado anestésico

*Dr. Manuel Alberto Guerrero-Gutiérrez, Dr. Yael Nepomuceno-Severiano,
Dr. Genaro Muñoz-García, Dr. Ramón Tomás Martínez-Segura,
Dr. Omar Guevara-Luna, Dra. Cristina Posadas-Casas,
Dra. Martha Itzbel Gómez-Ramírez, Dr. Ricardo Serrano-Tamayo,
Dr. Christian Francisco de la Cruz-Bracamontes,
Dra. Rosalina Martínez-Arellano, Dr. Arnulfo Calixto-Flores*

Simulación en el manejo de la vía aérea: revisión de su impacto en la formación clínica

*Dr. J Sebastián Espino-Núñez, Dr. Delwyn Cordero-Luna,
Dr. Gamaliel Velazco-González, Dr. Rodrigo Rubio-Martínez*

Crisis en anestesia: simulación clínica como herramienta de desarrollo en toma de decisiones y trabajo en equipo

*Dr. Ricardo Eli Guido-Guerra, Dr. Óscar Francisco Silva-Gómez,
Dra. Diana Elizabeth García-Campos, Dra. María de los Ángeles Macías-Jiménez, Dr. Miguel Ángel Aceves-Pacheco,
Dr. Héctor Olvera-Prado*

Simulación en crisis en anestesia pediátrica

Dra. Ofelia Ham-Mancilla, Dra. Alma Arenas-Venegas,

*Dr. Óscar Jiménez-Gancedo, Dra. Erika León-Álvarez,
Dra. Nancy Guadalupe Loredo-García, Dr. Gabriel Mancera-Elías,
Dr. Miguel Ángel Nieto-Rodríguez, Dra. María Guadalupe Pliego-Sánchez,
Dra. María del Carmen Portillo-Fernández, Dra. Janet Gloria Ortiz-Bautista*

ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación): un enfoque integral para el entrenamiento en crisis de dolor y anestesia regional mediante simulación clínica y tecnología inmersiva

*Dra. Ana Lilia Garduño-López, Dra. Gabriela Josefina Vidaña-Martínez,
Dra. Sandra Patricia Gaspar-Carrillo, Dr. Raúl Guillén-Rojas,
Dra. Lourdes Carolina Pellecer-González, Dr. José Antonio Cortés-Lares,
Dra. Dulce María Rascón-Martínez, Dra. Frida Fernanda Verdugo-Velázquez,
Dr. Bruno Papacristofilou-Riebeling, Dra. Jazmín Meneses-Figueroa,
Dra. María Isabel Vásquez-Sader, Dr. Juan Carlos De la Cuadra-Fontaine,
Dra. Argimira Vianey Barona-Núñez*

Simulación y gestión de malas noticias en Cuidados Paliativos

*Dr. Uría Guevara-López, Dra. Psic. Leticia Ascencio-Huertas,
Dra. T.S. Alicia Campos-Hernández, Dr. Óscar Eduardo Meza-Ortiz,
Dr. Genaro Muñoz-García, Dr. Juan Pablo Núñez-Mondragón*

Sedación inhalada, uso de simulación para su aprendizaje médico en anestesiología

*Dra. Ana Alicia Velarde-Pineda, Dr. Víctor Hugo Nubert-Castillo,
Dr. Raúl Carrillo-Esper*

Realidad virtual y anestesia

*Dr. Raúl Guillén-Rojas, Dra. Lourdes Carolina Pellecer-González,
Dr. Miguel Fernando Nájera-Aranzabal, Dra. Ana Lilia Garduño-López,
Dra. Felipa Acosta-Garduño*

Implementación de CALS y entrenamiento basado en simulación en el paciente postoperatorio de cirugía cardíaca: experiencia, evidencia y retos

*Dr. Rafael Eduardo Herrera-Elizalde, Dr. Pablo de Jesús Núñez-Trejo,
Dra. María del Carmen Molina-Torres*

JULIO - SEPTIEMBRE

VOLUMEN 48, NÚMERO 3, 2025



Indizada y compilada en: Google Académico.

Versión completa en Medigraphic, Literatura Biomédica: www.medigraphic.org.mx

Bibliotecas e Índices en los que ha sido registrada e indizada

Medigraphic, Literatura biomédica
<http://www.medigraphic.org.mx>

Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACYT
<http://conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/sistema-de-clasificacion-de-revistas-mexicanas-de-ciencia-y-tecnologia>

Biblioteca de la Universidad de Regensburg, Alemania
<https://ezb.uni-regensburg.de>

Biblat (Bibliografía Latinoamericana en revistas de investigación científica y social) UNAM
<https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-mexicana-de-anestesiologia>

LATINDEX. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
<https://www.latindex.org/>

Biblioteca Virtual en Salud (BVS, Brasil)
<http://portal.revistas.bvs.br>

CROSSREF
https://search.crossref.org/?q=0185-1012&sort=year&from_ui=yes

Biblioteca del Instituto de Biotecnología UNAM
<http://www.biblioteca.ibt.unam.mx/revistas.php>

Biblioteca de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Artes, Hochschule Hannover (HSH), Alemania
<https://www.hs-hannover.de/ueber-uns/organisation/bibliothek/literatursuche/elektronische-zeitschriften/?libconnect%5Bsubject%5D=23>

Max Planck Institute for Comparative Public Law and International Law
<https://ezb.ur.de/ezeit/index.phtml?bibid=MPIV&colors=7&lang=en>

PERIODICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias) UNAM
<https://periodica.dgb.unam.mx>

Google Académico
<https://scholar.google.es>

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin WZB
<https://www.wzb.eu/de/literatur-daten/bereiche/bibliothek>

Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM
<http://www.revbiomedicas.unam.mx/>

Virtuelle Bibliothek Universität des Saarlandes, German
<https://ezb.ur.de/ezeit/search.phtml?bibid=SULB&colors=7&lang=de>

Fundación Ginebrina para la Formación y la Investigación Médica, Suiza
https://www.gfmer.ch/Medical_journals/Revistas_medicas_acceso_libre.htm

Library of the Carinthia University of Applied Sciences (Austria)
<https://ezb.ur.de/ezeit/fl.phtml?bibid=FHTK&colors=7&lang=en>

Biblioteca electrónica de la Universidad de Heidelberg, Alemania
<https://ezb.ur.de/ezeit/search.phtml?bibid=UBHE&colors=3&lang=de>

Universitat de Barcelona. MIAR (Matriz de Información para el Análisis de Revistas)
<https://miar.ub.edu/issn/0484-7903>

Biblioteca de la Universidad de Bielefeld, Alemania
<https://ub-bielefeld.digibib.net/eres>

University of Washington Libraries
<http://www.lib.washington.edu/types/ejournals/>

Research Institute of Molecular Pathology (IMP)/ Institute of Molecular Biotechnology (IMBA) Electronic Journals Library, Viena, Austria
<https://ezb.uni-regensburg.de/ezeit/index.phtml?bibid=IMP&colors=7&lang=en>

Scilit (scientific literature) base de datos de trabajos académicos
https://www.scilit.net/wcg/container_group/103978

Cuerpo Editorial

Editor Fundador

Dr. Benjamín Bandera[†]

Director Honorario Vitalicio

Dr. Vicente García Olivera[†]

Director Médico Editorial

Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper

Co-Editores

M.C. Dr. Antonio Castellanos Olivares[†]

Dr. Jorge Arturo Nava López

Consejo Editorial

Dra. Estela Melman Szteyn[†]
Dr. Ramón De Lille Fuentes
Dr. Roberto Lozano Noriega
Dr. Pastor Luna Ortiz[†]
Dra. Elvira Galindo Miranda
Dr. Ricardo Plancarte Sánchez
Dr. F. Javier Molina Méndez
Dr. Luis Igartúa García
Dr. Jorge G. Silva Hernández
Dr. Uría Guevara López
Dra. Diana Moyao García
Dr. Guillermo Castorena Arellano
Dr. Sergio Ayala Sandoval[†]
Dr. Carlos Moreno Alatorre[†]
Dr. Jaime Rivera Flores
Dr. Heberto Muñoz Cuevas
Dr. J. Antonio Castelazo Arredondo
Dr. Arturo Silva Jiménez
Dr. Antonio Castellanos Olivares[†]
Dr. Jaime Vázquez Torres
Dra. Gloria Alvarez Bobadilla
Dr. Jorge Arturo Nava López

Árbitros Externos Nacionales

Dr. Manuel A. Díaz de León Ponce
(Academia Nacional de Medicina de México)
Dr. Gilberto Vázquez de Anda
(Academia de Ciencias)
Acad. Dr. Uría Guevara López
(Academia Nacional de Medicina de México)

Árbitros Externos Internacionales

Jeanna Blitz, M.D. (USA)
Dra. Ana Laura Schwartzmann Bruno (Uruguay)
Idoris Cordero Escobar, M.D. (Cuba)
Dra. Carolina Haylock Loor (Honduras)
Dr. Miguel Bautista Miceli (Argentina)
Dr. Carlos de la Paz Estrada (Cuba)

Revisores

- | | | |
|---|---|--|
| <p>Dr. Francisco J. López Muñoz
(CINVESTAV, IPN)</p> <p>Dr. Orlando Tamariz Cruz
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán»)</p> <p>Dr. Gabriel Mancera Elías
(Instituto Nacional de Pediatría)</p> <p>Dra. Hortensia Ayón Villanueva
(Cuidados paliativos)</p> <p>Dr. Manuel Méndez Beltrán
(Fundación Clínica Médica Sur)</p> <p>Dr. Alfredo Covarrubias Gómez
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán»)</p> <p>Dr. J. Emilio Mille Loera
(Instituto Nacional de Cancerología)</p> <p>Dr. José de Jesús Jaramillo Magaña
(Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía)</p> <p>Dr. Heberto Muñoz Cuevas
(Expresidente. Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.)</p> <p>Dr. Arturo Silva Jiménez
(Expresidente. Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.)</p> <p>Dr. Juan Carlos Ramírez Mora
(Centro Médico Nacional «20 de Noviembre»)</p> <p>Dr. Andrés de la Rosa Mendoza
(Presidente. Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.)</p> <p>Dr. J. Antonio Castelazo Arredondo
(Hospital Juárez de México)</p> <p>Dr. Jorge A. Guajardo Rosas
(Instituto Nacional de Cancerología)</p> | <p>Dr. Gabriel E. Mejía Terrazas
(Instituto Nacional de Rehabilitación LGII)</p> <p>Dr. Jorge García Andreu
(Hospital Ángeles Querétaro)</p> <p>Dra. Ma. Elena Rendón Arroyo
(Centro Médico Nacional Siglo XXI)</p> <p>Dra. Salomé Alejandra Oriol López
(Hospital Juárez de México)</p> <p>Acad. Dr. Eduardo H. Ramírez Segura
(Academia Mexicana de Cirugía)</p> <p>Dr. Sergio Tenopala Villegas
(Centro Médico Nacional «20 de Noviembre»)</p> <p>Dra. Clara Elena Hernández Bernal
(Hospital Juárez de México)</p> <p>Dr. José Manuel Portela Ortiz
(Hospital Ángeles Pedregal)</p> <p>Dr. José Alfonso Ramírez Guerrero
(Fundación Clínica Médica Sur)</p> <p>Dra. Cecilia U. Mendoza Popoca
(Centro Médico ABC)</p> <p>Dr. Mario Suárez Morales
(Centro Médico ABC)</p> <p>Dr. Jorge Arturo Nava López
(Hospital San José, Celaya, Gto.)</p> <p>Dr. Miguel Ángel García Lara
(Instituto Nacional de Rehabilitación LGII)</p> <p>Dra. Janeth Rojas Peñaloza
(Hospital de Especialidades, CMN Siglo XXI)</p> <p>Dr. Jesús Miguel Zapien Madrigal
(UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia «Luis Castelazo Ayala», IMSS)</p> <p>Dr. Jaime Vázquez Torres
(Expresidente. Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.)</p> | <p>Dra. Ana Lilia Garduño López
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán»)</p> <p>Dra. María Areli Osorio Santiago
(Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía)</p> <p>Dr. Orlando Carrillo Torres
(Hospital General de México)</p> <p>Dra. Elsa Carolina Laredo Sánchez
(Instituto Nacional de Rehabilitación LGII)</p> <p>Acad. Dr. Rolando Neri Vela
(Academia Nacional de Medicina de México)</p> <p>Dr. Adrián Vázquez Lesso
(Sociedad Científica Internacional EMIVA, SCI-EMIVA)</p> <p>Dra. Janaí Santiago López
(Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI)</p> <p>Dr. Enrique Monares Zepeda
(Hospital General de México)</p> <p>Dr. Luis Felipe Cuellar Guzmán
(Instituto Nacional de Cancerología)</p> <p>Dr. Rafael Paulino Leal Villalpando
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán»)</p> <p>Dr. Víctor Manuel Acosta Nava
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán»)</p> <p>Dr. Carlos Gutiérrez Cirlos Madrid
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán»)</p> <p>Dra. Petra Isidora Vásquez Márquez
(Hospital de Especialidades, CMN Siglo XXI)</p> |
|---|---|--|

Consejo Directivo 2023-2025

Presidente

Dr. Andrés de la Rosa Mendoza

Vicepresidente

Dra. Laura Silva Blas

Primer Secretario Propietario

Dra. Rosalina Martínez Arellano

Primer Secretario Suplente

Dra. Rosa Alicia Cortés Delgado

Tesorero Propietario

Dra. Ana Lilia Garduño López

Tesorero Suplente

Dr. José Emilio Mille Loera

CONSEJO CONSULTIVO

Dra. Gloria María Álvarez Bobadilla

Dr. Jaime Vázquez Torres

Dr. Antonio Castellanos Olivares

Dr. Juan Heberto Muñoz Cuevas

Coordinador Consejo Consultivo

Dr. Jorge Arturo Nava López

CONCILIO DE CAPÍTULOS

Segundo Secretario Propietario

Dr. Arnulfo Calixto Flores

Segundo Secretario Suplente

Dra. Ofelia Ham Mancilla

COMITÉS REGULADORES

Comité de Membresías

Dr. Carlos Villegas Castruita

Dra. Erika León Álvarez

Comité de Finanzas

Dr. Andrés de la Rosa Mendoza

Dr. Antonio Castellanos Olivares[†]

Dra. Ana Lilia Garduño López

Dr. José Emilio Mille Loera

Dra. Rosalina Martínez Arellano

Comité Científico

Dr. Pastor de Jesús Luna Ortiz[†]

Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper

Acad. Dr. Eduardo Homero Ramírez Segura

Dra. Ana Lilia Garduño López

Dr. Juan Heberto Muñoz Cuevas

Dr. Jorge Romero Borja

Dr. José Manuel Portela Ortiz

Dr. José Emilio Mille Loera

Dra. Margarita Eugenia Araujo Navarrete

Dr. Ramón Tomás Martínez Segura

Dr. Gabriel Mancera Elías

Dr. José de Jesús Jaramillo Magaña

Dra. Delia Borunda Nava

Dr. Orlando Carrillo Torres

Dr. Rafael Paulino Leal Villalpando

Comité de Investigación

Dr. Orlando Carrillo Torres

Dr. Juan Francisco López Burgos

Dra. Mirna Magali Delgado Carlo

Dra. Yolanda Baeza Arias

Comité de Reglamentos

Dra. Diana Moyao García

Dr. Jorge Gerardo Silva Hernández

Dr. Arturo Silva Jiménez

Comité de Educación Médica Continua

Dra. Arely Seir Torres Maldonado

Dr. José Gamaliel Velazco González

Dr. Arnulfo Calixto Flores

Dra. Araceli Gutiérrez García

Comité de Información Pública

Dra. Leslian Janet Mejía Gómez

Dra. Alma Dolores Arenas Venegas

Comité de Honor y Justicia

Dr. José Manuel Portela Ortiz

Dr. Mario Suárez Morales

Dra. Cecilia Úrsula Mendoza Popoca

Comité Editorial

Dr. Antonio Castellanos Olivares

Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper

COMITÉS ESPECIALES

Comité de Ética

Dra. Margarita Eugenia Araujo Navarrete

Dra. Rosa Alicia Cortés Delgado

Comité de Honorarios

Dr. José Jesús Alarcón Rodríguez

Dr. Adolfo García Barrios

Comité Dictaminador

Dr. Juan José Mario Zaragoza Saavedra

Dr. Héctor Armando Martínez Rodríguez

Dr. David Ángel Pablo García Arreola

Dr. Juan Manuel Rodríguez Zepeda

Comité de Servicio Social

Dr. Jesús Miguel Zapién Madrigal

Dra. Ofelia Ham Mancilla

Dra. Rocío Areli Rojas Jaime



Centro de tecnología e innovación educativa: SIMULANEST COMEXANE

SIMULANEST COMEXANE: Centro de Tecnología e Innovación Educativa durante el 50º Aniversario del Curso Anual de Anestesiología y Medicina Perioperatoria del Colegio Mexicano de Anestesiología

137

Dra. Ana Lilia Garduño-López, Dr. Arnulfo Calixto-Flores,
Dra. Rosalina Martínez-Arellano, Dr. José Emilio Mille-Loera,
Dra. Rosa Alicia Cortés-Delgado, Dra. Ofelia Ham-Mancilla,
Dr. Juan Heberto Muñoz-Cuevas,
Dra. Laura Silva-Blas, Dr. Andrés De la Rosa-Mendoza

Simulación en anestesia total intravenosa 148

Dra. Teresa Cortés-Hernández, Dra. Rocío Delgado-Cortés,
Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos, Dra. Sandra Raudales-Ruiz

Simulación en Anestesiología y el estado anestésico 153

Dr. Manuel Alberto Guerrero-Gutiérrez, Dr. Yael Nepomuceno-Severiano,
Dr. Genaro Muñoz-García, Dr. Ramón Tomás Martínez-Segura,
Dr. Omar Guevara-Luna, Dra. Cristina Posadas-Casas,
Dra. Martha Itzbel Gómez-Ramírez, Dr. Ricardo Serrano-Tamayo,
Dr. Christian Francisco de la Cruz-Bracamontes,
Dra. Rosalina Martínez-Arellano, Dr. Arnulfo Calixto-Flores

Simulación en el manejo de la vía aérea: revisión de su impacto en la formación clínica 159

Dr. J Sebastián Espino-Núñez, Dr. Delwyn Cordero-Luna,
Dr. Gamaliel Velasco-González, Dr. Rodrigo Rubio-Martínez

Crisis en anestesia: simulación clínica como herramienta de desarrollo en toma de decisiones y trabajo en equipo 165

Dr. Ricardo Eli Guido-Guerra, Dr. Óscar Francisco Silva-Gómez,
Dra. Diana Elizabeth García-Campos, Dra. María de los Ángeles Macías-Jiménez,
Dr. Miguel Ángel Aceves-Pacheco, Dr. Héctor Olvera-Prado

Simulación en crisis en anestesia pediátrica 169

Dra. Ofelia Ham-Mancilla, Dra. Alma Arenas-Venegas, Dr. Óscar Jiménez-Gancedo,
Dra. Erika León-Álvarez, Dra. Nancy Guadalupe Loredo-García, Dr. Gabriel Mancera-Elías,
Dr. Miguel Ángel Nieto-Rodríguez, Dra. María Guadalupe Pliego-Sánchez,
Dra. María del Carmen Portillo-Fernández, Dra. Janet Gloria Ortiz-Bautista

ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación): un enfoque integral para el entrenamiento en crisis de dolor y anestesia regional mediante simulación clínica y tecnología inmersiva 174

Dra. Ana Lilia Garduño-López, Dra. Gabriela Josefina Vidaña-Martínez,
Dra. Sandra Patricia Gaspar-Carriollo, Dr. Raúl Guillén-Rojas,
Dra. Lourdes Carolina Pellecer-González, Dr. José Antonio Cortés-Lares,
Dra. Dulce María Rascón-Martínez, Dra. Frida Fernanda Verdugo-Velázquez,
Dr. Bruno Papacristofilou-Riebeling, Dra. Jazmín Meneses-Figueroa,
Dra. María Isabel Vásquez-Sader, Dr. Juan Carlos De la Cuadra-Fontaine,
Dra. Argimira Vianey Barona-Núñez

Simulación y gestión de malas noticias en Cuidados Paliativos 180

Dr. Uriá Guevara-López, Dra. Psic. Leticia Ascencio-Huertas,
Dra. T.S. Alicia Campos-Hernández, Dr. Óscar Eduardo Meza-Ortiz,
Dr. Genaro Muñoz-García, Dr. Juan Pablo Núñez-Mondragón

Sedación inhalada, uso de simulación para su aprendizaje médico en anestesiología 184

Dra. Ana Alicia Velarde-Pineda, Dr. Víctor Hugo Nubert-Castillo,
Dr. Raúl Carrillo-Esper

Realidad virtual y anestesia 188

Dr. Raúl Guillén-Rojas, Dra. Lourdes Carolina Pellecer-González,
Dr. Miguel Fernando Nájera-Aranzábal, Dra. Ana Lilia Garduño-López,
Dra. Felipa Acosta-Garduño

Implementación de CALS y entrenamiento basado en simulación en el paciente postoperatorio de cirugía cardíaca: experiencia, evidencia y retos 193

Dr. Rafael Eduardo Herrera-Elizalde, Dr. Pablo de Jesús Núñez-Trejo,
Dra. María del Carmen Molina-Torres

Center for technology and educational innovation: SIMULANEST COMEXANE

SIMULANEST COMEXANE: Center for Technology and Educational Innovation during the 50th Anniversary of the Annual Course of Anesthesiology and Perioperative Medicine of the Mexican College of Anesthesiology	137
Ana Lilia Garduño-López, M.D., Arnulfo Calixto-Flores, M.D., Rosalina Martínez-Arellano, M.D., José Emilio Mille-Loera, M.D., Rosa Alicia Cortés-Delgado, M.D., Ofelia Ham-Mancilla, M.D., Juan Heberto Muñoz-Cuevas, M.D., Laura Silva-Blas, M.D., Andrés De la Rosa-Mendoza, M.D.	
Simulation in total intravenous anesthesia	148
Teresa Cortés-Hernández, M.D., Rocío Delgado-Cortés, M.D., César Alejandro Martínez-de los Santos, M.D., Sandra Raudales-Ruiz, M.D.	
Simulation in Anesthesiology and the anesthetic state	153
Manuel Alberto Guerrero-Gutiérrez, M.D., Yael Nepomuceno-Severiano, M.D., Genaro Muñoz-García, M.D., Ramón Tomás Martínez-Segura, M.D., Omar Guevara-Luna, M.D., Cristina Posadas-Casas, M.D., Martha Itzbel Gómez-Ramírez, M.D., Ricardo Serrano-Tamayo, M.D., Christian Francisco de la Cruz-Bracamontes, M.D., Rosalina Martínez-Arellano, M.D., Arnulfo Calixto-Flores, M.D.	
Simulation in airway management: a review of its impact on clinical training	159
J Sebastián Espino-Núñez, M.D., Delwyn Cordero-Luna, M.D., Gamaliel Velazco-González, M.D., Rodrigo Rubio-Martínez, M.D.	
Crisis in anesthesia: clinical simulation as a development tool in decision making and teamwork	165
Ricardo Eli Guido-Guerra, M.D., Óscar Francisco Silva-Gómez, M.D., Diana Elizabeth García-Campos, M.D., María de los Ángeles Macías-Jiménez, M.D., Miguel Ángel Aceves-Pacheco, M.D., Héctor Olvera-Prado, M.D.	
Simulation in pediatric anesthesia crisis	169
Ofelia Ham-Mancilla, M.D., Alma Arenas-Venegas, M.D., Óscar Jiménez-Gancedo, M.D., Erika León-Álvarez, M.D., Nancy Guadalupe Loredo-García, M.D., Gabriel Mancera-Elías, M.D., Miguel Ángel Nieto-Rodríguez, M.D., María Guadalupe Pliego-Sánchez, M.D., María del Carmen Portillo-Fernández, M.D., Janet Gloria Ortiz-Bautista, M.D.	
Simulation-Based Learning (SBL): a comprehensive approach to pain crisis and regional anesthesia training using clinical simulation and immersive technology	174
Ana Lilia Garduño-López, M.D., Gabriela Josefina Vidaña-Martínez, M.D., Sandra Patricia Gaspar-Carrillo, M.D., Raúl Guillén-Rojas, M.D., Lourdes Carolina Pellecer-González, M.D., José Antonio Cortés-Lares, M.D., Dulce María Rascon-Martínez, M.D., Frida Fernanda Verdugo-Velázquez, M.D., Bruno Papacristofilou-Riebeling, M.D., Jazmín Meneses-Figueroa, M.D., María Isabel Vásquez-Sader, M.D., Juan Carlos De la Cuadra-Fontaine, M.D., Argimira Vianey Barona-Núñez, M.D.	
Simulation and management of bad news in palliative care	180
Uría Guevara-López, M.D., Leticia Ascencio-Huertas, M.D., Psy. D., Alicia Campos-Hernández, M.D., S.W., Óscar Eduardo Meza-Ortiz, M.D., Genaro Muñoz-García, M.D., Juan Pablo Núñez-Mondragón, M.D.	
Inhaled sedation, use of simulation for your medical learning in anesthesiology	184
Ana Alicia Velarde-Pineda, M.D., Víctor Hugo Nubert-Castillo, M.D., Raúl Carrillo-Esper, M.D.	
Virtual reality and anesthesia	188
Raúl Guillén-Rojas, M.D., Lourdes Carolina Pellecer-González, M.D., Miguel Fernando Nájera-Aranzabal, M.D., Ana Lilia Garduño-López, M.D., Felipa Acosta-Garduño, M.D.	
Implementation of CALS and simulation-based training in the postoperative cardiac surgery patient: experience, evidence, and challenges	193
Rafael Eduardo Herrera-Elizalde, M.D., Pablo de Jesús Núñez-Trejo, M.D., María del Carmen Molina Torres, M.D.	



Recibido: 24-04-2025
Aceptado: 20-05-2025

SIMULANEST COMEXANE: Centro de Tecnología e Innovación Educativa durante el 50º Aniversario del Curso Anual de Anestesiología y Medicina Perioperatoria del Colegio Mexicano de Anestesiología

SIMULANEST COMEXANE: Center for Technology and Educational Innovation during the 50th Anniversary of the Annual Course of Anesthesiology and Perioperative Medicine of the Mexican College of Anesthesiology

Dra. Ana Lilia Garduño-López,* Dr. Arnulfo Calixto-Flores,‡
Dra. Rosalina Martínez-Arellano,§ Dr. José Emilio Mille-Loera,¶
Dra. Rosa Alicia Cortés-Delgado,|| Dra. Ofelia Ham-Mancilla,**
Dr. Juan Heberto Muñoz-Cuevas,†† Dra. Laura Silva-Blas,§§
Dr. Andrés De la Rosa-Mendoza¶¶

Citar como: Garduño-López AL, Calixto-Flores A, Martínez-Arellano R, Mille-Loera JE, Cortés-Delgado RA, Ham-Mancilla O et al. SIMULANEST COMEXANE: Centro de Tecnología e Innovación Educativa durante el 50º Aniversario del Curso Anual de Anestesiología y Medicina Perioperatoria del Colegio Mexicano de Anestesiología. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 137-147. <https://dx.doi.org/10.35366/120418>

Palabras clave:

educación basada en simulación, práctica deliberada, tecnología inmersiva, accesibilidad, anestesiología, manejo de crisis, seguridad del paciente, innovación educativa.

Keywords:

simulation-based education, deliberate practice, immersive technology, accessibility, anesthesiology, crisis management, patient safety, educational innovation.

RESUMEN. El Centro de Tecnología e Innovación Educativa SIMULANEST COMEXANE, impulsado por el Colegio Mexicano de Anestesiología (CMA) en su 50º Curso Anual 2024, marcó un hito en la modernización de la educación médica continua en México. Este proyecto destacó por la capacitación del cuerpo docente, logrando una fusión entre la enseñanza tradicional y las metodologías de vanguardia. Se consolidó un modelo educativo integral que combinó simulación clínica, práctica deliberada y tecnología inmersiva, promoviendo la democratización y el acceso equitativo a estas herramientas para todos los anestesiólogos, independientemente de su lugar de formación o práctica. Con el apoyo de BIOSSMANN, se instalaron quirófanos de alta fidelidad, y Laerdal México proporcionó simuladores de última generación. En un espacio de 600 m² dentro del World Trade Center de la Ciudad de México, se desarrollaron 21 talleres enfocados en competencias técnicas y no técnicas, priorizando la seguridad del paciente. SIMULANEST COMEXANE se consolidó como un modelo innovador, accesible y replicable, orientado a la excelencia y a la actualización profesional continua.

ABSTRACT. The Center for Technological and Educational Innovation SIMULANEST COMEXANE, driven by the Mexican College of Anesthesiology (CMA) during its 50th Annual Course in 2024, marked a milestone in the modernization of continuing medical education in Mexico. This initiative stood out for its strong focus on faculty development, achieving a successful integration between traditional teaching and cutting-edge methodologies. An educational model was consolidated, combining clinical simulation, deliberate practice, and immersive technology, promoting the democratization and accessibility of these advanced tools for all anesthesiologists, regardless of their training background or workplace. With the collaboration of BIOSSMANN, high-fidelity operating rooms were installed, while Laerdal México provided state-of-the-art simulators. Within a 600 m² space at the World Trade Center in Mexico City, 21 workshops were conducted, focusing on strengthening both technical and non-technical skills, with patient safety as a core priority. SIMULANEST COMEXANE proved to be an innovative, accessible, and replicable model, dedicated to professional excellence and continuous education.



* Coordinadora de SIMULANEST COMEXANE. Tesorero propietario del Colegio Mexicano de Anestesiología (CMA). México.

† Coordinador de SIMULANEST COMEXANE. Segundo secretario propietario del CMA.

‡ Primer secretario propietario del CMA.

§ Tesorero suplente del CMA.

|| Primer secretario suplente del CMA.

** Segundo secretario suplente del CMA.

†† Coordinador del Comité Científico del CMA.

§§ Vicepresidenta del CMA.

¶ Presidente del CMA y coordinador de SIMULANEST COMEXANE.

Correspondencia:

Dra. Ana Lilia

Garduño López

E-mail: analiliagardu@gmail.com

Abreviaturas:

CMA = Colegio Mexicano de Anestesiología

DICIM = Departamento de Integración de Ciencias Médicas

UNAM = Universidad Nacional Autónoma de México

RCP = reanimación cardiopulmonar

VR = realidad virtual

IA = inteligencia artificial

INTRODUCCIÓN

La educación médica global se encuentra en una etapa de profunda transformación, impulsada por la necesidad de formar profesionales capaces de enfrentar entornos clínicos cada vez más complejos y demandantes. Los modelos tradicionales, centrados en la transmisión pasiva de conocimientos, han dado paso a estrategias inmersivas, donde el aprendizaje activo, la simulación clínica y el uso de tecnologías avanzadas son ahora pilares fundamentales en la formación de médicos^(1,2).

En anestesiología, esta evolución es crucial debido a la naturaleza de la especialidad, que exige toma de decisiones rápidas, manejo de crisis y dominio técnico. La simulación con maniquíes de alta fidelidad, combinada con tecnología inmersiva y prácticas estructuradas, permite recrear escenarios críticos como el manejo de la vía aérea difícil, reanimación cardiopulmonar, crisis anestésicas en el quirófano, emergencias obstétricas y crisis pediátricas, en un entorno seguro, donde el error se convierte en una oportunidad de aprendizaje⁽³⁻⁷⁾. Además, estas metodologías fortalecen competencias no técnicas esenciales como liderazgo, comunicación y gestión de crisis⁽⁸⁾.

Sin embargo, este cambio de paradigma también representa un desafío generacional. Muchos anestesiólogos en ejercicio no tuvieron acceso a estas tecnologías durante su formación, lo que genera una brecha entre la educación clásica recibida y las nuevas metodologías que actualmente se integran en los programas de residencia. Por otro lado, a nivel mundial y en México, los centros de simulación suelen estar restringidos a universidades privadas o instituciones de alto presupuesto, limitando el acceso para gran parte del personal médico.

Consciente de esta realidad, el Colegio Mexicano de Anestesiología (CMA) creó por primera vez, el Centro de Tecnología e Innovación Educativa SIMULANEST COMEXANE,

en el marco del 50º aniversario del Curso Anual de Anestesiología y Medicina Perioperatoria 2024. Esta iniciativa integró simulación clínica avanzada, con metodologías pedagógicas de vanguardia y fue concebido como un espacio inmersivo e integrador, donde tanto residentes como médicos especialistas pudieran experimentar de primera mano la educación del futuro. Más allá de ser un centro temporal, esta iniciativa buscó democratizar el acceso a la educación basada en simulación clínica, permitiendo a los participantes interactuar con escenarios realistas que replican los desafíos del entorno quirúrgico y perioperatorio moderno⁽⁹⁾.

VISIÓN DEL CMA: IMPULSO AL CRECIMIENTO ACADÉMICO COLECTIVO

El Colegio Mexicano de Anestesiología (CMA) fue más allá de instalar un centro temporal con tecnología de punta; su principal objetivo fue fortalecer su recurso más valioso: el cuerpo docente. Integró a profesores con amplia experiencia en educación médica continua junto a nuevos anestesiólogos interesados en metodologías innovadoras, promoviendo un crecimiento académico colectivo donde tradición y modernidad se fusionaron para ofrecer un entorno de aprendizaje dinámico y alineado con estándares internacionales.

La conceptualización de SIMULANEST COMEXANE fue posible gracias a una gestión estratégica del Consejo Directivo del CMA en alianza con el Departamento de Integración de Ciencias Médicas (DICIM) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esta colaboración permitió aprovechar la experiencia de la UNAM en simulación clínica, destacando la capacitación de más de 50 profesores mediante un curso intensivo liderado por la Dra. Laura Hernández, la Dra. Vianey Barona y el Dr. Hugo Erick Olvera Cortés. Este proceso fortaleció las competencias pedagógicas del equipo, facilitando el diseño de escenarios clínicos complejos con enfoque interdisciplinario y centrado en la seguridad del paciente.

Gracias a esta preparación, se desarrollaron escenarios avanzados que abarcaron desde crisis pediátricas y obstétricas, hasta escenarios críticos en adultos, vía aérea, ventilación mecánica manejo del dolor y complicaciones en anestesia

regional. También se incluyeron prácticas deliberadas para perfeccionar habilidades técnicas y simulaciones en áreas clave como la comunicación de malas noticias y la prevención de eventos médico-legales, reforzando competencias no técnicas esenciales.

El verdadero valor del proyecto radicó en la visión educativa del CMA, complementada por el respaldo académico de la UNAM, garantizando que la tecnología fuera una herramienta pedagógica efectiva y no sólo un recurso visual. La instalación de este centro dentro de un congreso rompió paradigmas, eliminando las barreras tradicionales que limitan el acceso a la simulación, al ofrecer una experiencia abierta y accesible, demostrando que la calidad educativa depende más de la gestión, el diseño pedagógico y la preparación docente que de infraestructuras permanentes.

Con esta iniciativa, el CMA consolidó su compromiso con la formación integral de sus agremiados, construyendo un puente entre la educación clásica y las nuevas estrategias inmersivas. Así, logró equilibrar el conocimiento tradicional con las demandas actuales de la práctica anestésica, asegurando que tanto especialistas como residentes cuenten con herramientas actualizadas para enfrentar los desafíos contemporáneos en un entorno educativo de vanguardia.

FOMENTO DE LA IDENTIDAD Y CREATIVIDAD: DISEÑO DE LOGOS POR TALLER

Como parte de la estrategia para fortalecer la cohesión de los equipos, el sentido de pertenencia y el compromiso con cada proyecto educativo, se solicitó a los coordinadores e instructores de cada taller el diseño de un logo representativo. Esta dinámica no sólo impulsó la creatividad, sino que permitió que cada taller adquiriera una identidad visual propia, reflejando los objetivos, valores y particularidades de la temática abordada (*Figura 1*).

Estos logos fueron utilizados en la señalización de las áreas de trabajo, material didáctico y certificados de participación, convirtiéndose en un símbolo de colaboración entre instructores y asistentes. La iniciativa destacó la importancia de integrar elementos de diseño y comunicación visual en la educación médica, reforzando el sentido de comunidad dentro del Centro SIMULANEST COMEXANE.

DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL CENTRO DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA SIMULANEST COMEXANE

En el marco del 50º Curso Anual de Actualización en Anestesiología y Medicina Perioperatoria 2024, el CMA (*Figura 2*) materializó una visión innovadora con la creación del Centro

Temporal de Simulación Clínica SIMULANEST COMEXANE. Este espacio, de 600 m² en el World Trade Center Ciudad de México, fue concebido para transformar la educación médica continua mediante la integración de tecnologías emergentes y metodologías pedagógicas de vanguardia, colocando a la simulación clínica como eje central del aprendizaje.

INFRAESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL CENTRO

La infraestructura del centro se hizo realidad gracias a la colaboración estratégica con BIOSSMANN, bajo la dirección general del Sr. Adrián Cervantes Covarrubias, y a las gestiones clave del Dr. Luiz Da Silva y el Sr. Alfonso Bernal. Esta empresa, reconocida como proveedor líder de insumos en anestesiología, fue fundamental al proporcionar tanto las instalaciones del centro como el equipamiento completo de las diversas áreas operativas (*Figura 3*). Su apoyo permitió contar con un entorno altamente funcional y adaptado a las necesidades de la simulación clínica avanzada, consolidando así la base física sobre la cual se desarrolló esta innovadora experiencia educativa.

El centro fue diseñado estratégicamente para ofrecer una experiencia educativa inmersiva y dinámica, estructurándose en áreas funcionales que permitieron el desarrollo simultáneo de múltiples actividades formativas:

El salón de usos múltiples desempeñó un papel fundamental en la estructura del Centro de Simulación, al ser el espacio destinado para realizar el *prebriefing* e introducir a los participantes en la dinámica de la simulación clínica. En este ambiente, se establecían claramente los objetivos educativos de cada taller, se explicaban las normas del entorno simulado y se reforzaban los principios esenciales para crear un ambiente seguro y de confianza, donde el error se entiende como una oportunidad de aprendizaje.

Durante esta fase inicial, también se formalizaban los contratos de confidencialidad y de ficción, elementos clave que garantizan el respeto por la dinámica del ejercicio, fomentando la participación activa sin temor a juicios externos. Este espacio permitía a los asistentes prepararse mentalmente, comprender el contexto clínico del escenario y alinearse con las expectativas pedagógicas del taller.

Además de su función en la introducción a la simulación, el salón fue un área versátil que se adaptó a las necesidades académicas del evento. En distintos momentos, se transformó en un foro para mesas de discusión, presentación de casos clínicos, pequeñas charlas educativas y debates interactivos entre los instructores y los participantes. Esta flexibilidad convirtió al salón de usos múltiples en un verdadero punto de encuentro para el intercambio de conocimientos, el análisis crítico y la reflexión colectiva sobre las mejores prácticas en anestesiología y medicina perioperatoria.

Figura 1: Programa académico (talleres, coordinadores y logos).

SIMULANEST COMEXANE. Centro de Tecnología e Innovación Educativa			
Martes 1 de julio			
08:30-13:30	Simulación en TIVA	Dra. Sandra Raudales/Dr. Heberto Muñoz Cuevas (ITIVA)	
08:30-13:30	Simulación para la evaluación del estado anestésico	Dr. Arnulfo Calixto Flores/Dra. Rosalina Martínez Arellano	
15:00-19:00	Escenarios críticos de vía aérea	Dr. Delwyn Cordero/Dr. Rodrigo Rubio Martínez (Hospital ABC)	
Miércoles 2 de julio			
8:00-14:00	Crisis en anestesia adulto	Dr. Ricardo Eli Guido Guerra/Dra. Diana García (INER)	
08:00-14:00	Crisis en paciente obstétrica	Dr. Jorge Arturo Nava López	
08:00-14:00	Realidad virtual	Dr. Raúl Guillen Rojas/Dra. Lourdes Pellecer	
15:00-19:00	Prevención de eventos médico-legales	Dr. Andrés De la Rosa Mendoza/Dra. Rosa Alicia Cortés Delgado/Dr. Héctor Armando Martínez Rodríguez	
15:00-19:00	¿Cómo dar malas noticias?	Dr. Uría Guevara	
15:00-19:00	Escenario de gestión emocional	Dra. Gloria Álvarez Bobadilla	
15:00-20:00	Inauguración área simulación	Dr. Andrés De la Rosa Mendoza/Dra. Ana Lilia Garduño López/Dr. Arnulfo Calixto Flores	
Jueves 3 de julio			
8:00-14:00	Crisis en anestesia pediátrica	Dra. Ofelia Ham Mancilla/Dr. Gabriel Mancera Elías	
8:00-14:00	Perlas en aislamiento pulmonar para cirugía torácica	Dr. Ricardo Eli Guido Guerra/Dr. Héctor Olvera Prado	

Continúa la Figura 1: Programa académico (talleres, coordinadores y logos).

15:00-20:00	ABASI /Escenarios críticos en anestesia regional y dolor postoperatorio	Dra. Ana Lilia Garduño López	 ABASI Asociación Brasileña de Simulación
	ABASI/Realidad virtual en anestesia regional	Dr. Raúl Guillen-Rojas	
15:00-20:00	Anestesia regional grupo ESONAR	Dra. Arely Seir Torres Maldonado	 ESONAR Escuela de Simulación en Anestesiología y Reanimación
Viernes 4 de julio			
08:00-14:00	RECAT	Dra. Leslian Janet Mejía Gómez	
8:00-14:00	Taller de accesos vasculares	Dr. Raúl Guillen-Rojas/Dra. Lourdes Pellecer	 VIRTUAL MEDICAL LEARNING
15:00-19:00	Ventilación mecánica	Dr. Enrique Monares Zepeda	
15:00-19:00	Sedación inhalada	Dr. Raúl Carrillo Esper	
Sábado 5 de julio			
8:00-13:00	CALS-paro cardíaco	Dr. Rafael Herrera Elizalde	 CSU-ALS CARDIAC SURGICAL UNIT ADVANCED LIFE SUPPORT LECOMSELL
8:00-13:00	ECMO	DR. Rafael Lima/Dr. Arturo Vázquez Peralta	
8:00-13:00	Situaciones críticas fuera del quirófano	Dr. Delia Borunda Nava	 CEDDEM Centro de Desarrollo de Desafíos Médicos

Los tres quirófanos fueron dotados de máquinas de anestesia, alimentadas con oxígeno, circuitos ventilatorios para niños y adultos, sistemas de ventilación mecánica, dispositivos para el manejo de la vía aérea, monitores de signos vitales, acceso a expediente electrónico, equipos de neuromonitoring, bombas volumétricas, ultrasonidos, desfibriladores y trípodes para soluciones intravenosas. Además, se incluyó el uso de ropa quirúrgica para reforzar la inmersión en un entorno clínico realista.

Cada quirófano estaba comunicado directamente con su respectiva área de *debriefing*, equipada con pantallas donde se transmitía en tiempo real el desarrollo del escenario clínico. Este diseño permitió que, en aquellos talleres donde sólo una parte del grupo participaba activamente en la simulación, el

resto de los asistentes pudiera observar, escuchar y analizar el desempeño en tiempo real para una participación activa durante el *debriefing*.

Las áreas de *debriefing* estaban separadas por cámaras de Gesell, lo que facilitó una observación discreta hacia el quirófano, asegurando un entorno controlado para la evaluación y retroalimentación. Al finalizar cada simulación, se realizaba un *debriefing* inmediato y estructurado, donde se analizaban las decisiones tomadas, se identificaban áreas de mejora y se consolidaban los aprendizajes de manera efectiva (*Figuras 2 y 3*).

Este diseño versátil permitió adaptar cada quirófano según las necesidades específicas de los distintos talleres, garantizando una experiencia educativa personalizada y alineada con los objetivos de cada escenario clínico.



Figura 2:

Inauguración del Centro de Simulación con el Dr. Andrés de la Rosa Mendoza, Dra. Ana Lilia Garduño López, Dra. Rosalina Martínez Arellano,

Dr. Arnulfo Calixto Flores, representantes de BIOSSMANN (Sr. Adrián Cervantes Covarrubias y Dr. Luiz Da Silva) y representantes de Laerdal México (Dr. Carlos Aguilar y Dr. César Hernández). A la derecha se observan fotografías de algunos coordinadores de los talleres.



Figura 3: Centro de simulación SIMULANEST COMEXANE.

DESARROLLO ACADÉMICO: DISEÑO DE ESCENARIOS Y PRÁCTICAS

Durante cinco días, SIMULANEST COMEXANE ofreció 21 talleres especializados (*Figura 1*), diseñados para reforzar competencias técnicas y no técnicas de anestesiólogos en formación, especialistas y profesionales del ámbito perioperatorio. La participación activa de residentes de anestesiología, quienes asumieron roles como pacientes estandarizados, médicos tratantes o personal de enfermería, aportó realismo y enriqueció la interacción interdisciplinaria.

Para asegurar la calidad y efectividad de cada escenario, varios talleres fueron previamente calibrados en centros de simulación como el DICIM-UNAM y el Hospital ABC,

permitiendo ajustes pedagógicos y técnicos antes de su ejecución. Esta preparación garantizó altos estándares formativos, especialmente en escenarios críticos como crisis pediátricas.

Cada equipo organizador desarrolló una planificación detallada, incluyendo líneas del tiempo y diseños específicos de los casos clínicos, asegurando la correcta disposición de recursos y la eficiencia logística.

INTEGRACIÓN DE SIMULADORES Y RECURSOS EDUCATIVOS

La participación de Laerdal México, representado por el Dr. Carlos Aguilar Ortega y el Dr. César Hernández González, fue clave en la provisión de simuladores de moderada y alta fidelidad que dieron vida a los escenarios clínicos de SIMULANEST COMEXANE.

DEFINICIONES DE FIDELIDAD EN SIMULACIÓN CLÍNICA

La fidelidad en simulación hace referencia al grado de realismo con el que un simulador reproduce las características anatómicas, fisiológicas o funcionales del cuerpo humano:

Simuladores de baja fidelidad: son aquellos que ofrecen representaciones básicas de ciertas estructuras o funciones, pero su apariencia no es comparable con el humano. No replican respuestas fisiológicas, pero son útiles para entrenar habilidades técnicas simples, como la identificación de estructuras anatómicas en ultrasonido o la práctica de punciones vasculares.

Simuladores de moderada fidelidad: presentan mayor detalle anatómico y permiten prácticas más complejas, como maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) o intubación, pero sin respuestas dinámicas automatizadas. Ejemplos de este tipo incluyen los Resusci Anne para soporte vital básico y los dorsos de RCP.

Simuladores de alta fidelidad: equipos avanzados que integran *software* y *hardware* para simular de manera realista funciones vitales, reacciones a intervenciones médicas, y que incluso pueden ser programados para escenarios críticos variables.

Entre los equipos más destacados de alta fidelidad proporcionados por Laerdal México, se incluyeron dos SimMan de última generación, capaces de replicar respuestas fisiológicas complejas en tiempo real, una SimMom para la simulación de emergencias obstétricas, un SimBaby y un SimJunior, ambos simuladores pediátricos de alta fidelidad diseñados para entrenar en situaciones críticas propias de esta población vulnerable. Además, se contó con dos Resusci Anne, simu-

ladores de moderada fidelidad orientados al entrenamiento en RCP, ideales para prácticas donde no se requiere una respuesta fisiológica dinámica, pero sí precisión anatómica en maniobras de soporte vital.

Complementando esta tecnología, se dispuso de dorsos de RCP y monitores simulados (Monitor by Laerdal, TruMonitor), que permitieron recrear de forma realista la monitorización del paciente durante las simulaciones (*Figura 4*).

Por otro lado, algunos escenarios incluyeron al paciente estandarizado que es una persona entrenada de manera sistemática para representar, de forma consistente y realista, los signos, síntomas, antecedentes médicos, comportamientos y emociones de un paciente con una condición clínica específica. Su propósito principal es participar en actividades de enseñanza, evaluación y entrenamiento dentro de contextos educativos en salud, como medicina, enfermería o áreas afines.

A diferencia de un maniquí o simulador tecnológico, el paciente estandarizado aporta una dimensión humana e interactiva a la simulación, lo que permite a los profesionales y estudiantes practicar no sólo habilidades clínicas, sino también competencias no técnicas, como la comunicación efectiva, la empatía, el manejo de emociones, la toma de decisiones éticas y la relación médico-paciente. Los pacientes estandarizados permiten a los profesionales de la salud practicar y perfeccionar habilidades clave en un entorno seguro, incluyendo la entrevista clínica, la exploración física y el manejo de crisis médicas como dolor agudo o situaciones perioperatorias complejas. Además, facilitan el desarrollo de competencias en comunicación efectiva, especialmente en la entrega de malas noticias o gestión de conflictos, así como en la resolución de dilemas éticos y escenarios médico-legales, fortaleciendo tanto las habilidades técnicas como las humanas y éticas en la práctica clínica (*Figura 4*).

Las áreas de práctica deliberada se enriquecieron con una variedad de recursos adaptados a los objetivos de cada taller. Se utilizaron modelos biológicos, como tráqueas para el manejo avanzado de la vía aérea y piezas cárnicas para perfeccionar las técnicas de anestesia regional guiada por ultrasonido. Además, se incorporaron modelos anatómicos de baja y moderada fidelidad, elaborados por el grupo de ECMO bajo la coordinación del Dr. Lima. Estos modelos, diseñados para el entrenamiento en accesos venosos y localización de vasos simulados, sorprendieron por su funcionalidad y realismo (*Figura 2*), demostrando que la creatividad puede suplir las limitaciones tecnológicas y económicas.

También se emplearon modelos de baja fidelidad para la práctica con ultrasonido. Estos dispositivos, aunque no replican con exactitud la anatomía humana, permiten identificar estructuras básicas y desarrollar habilidades iniciales en el manejo del ecógrafo.

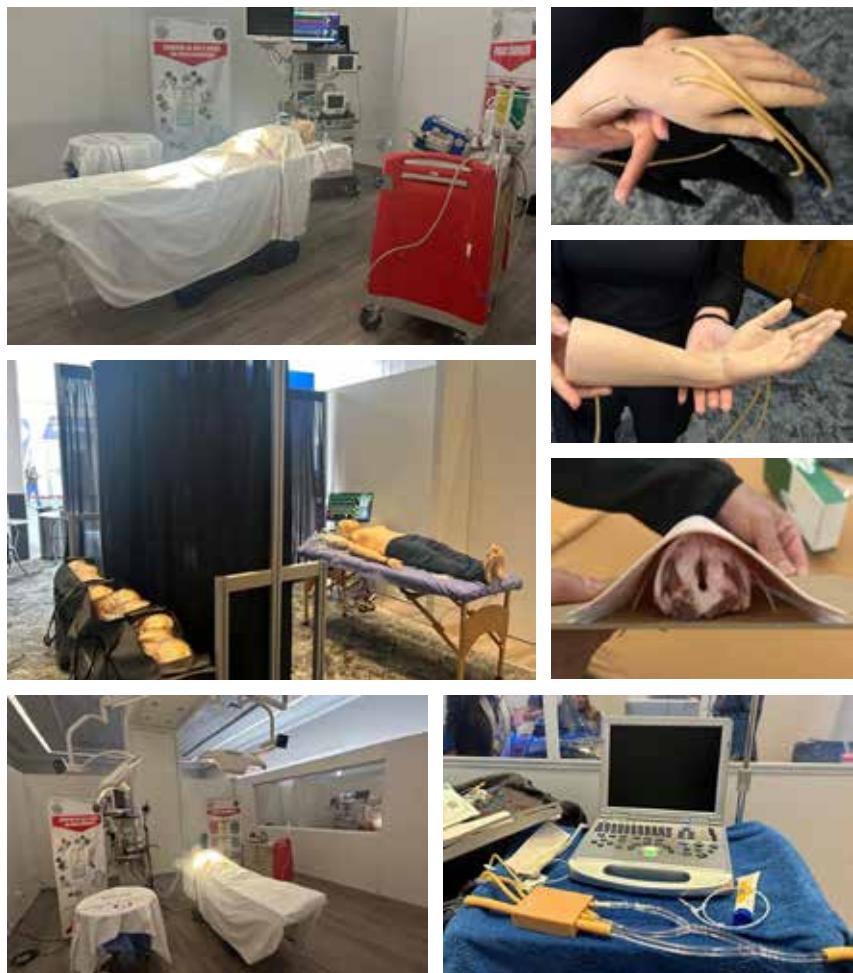


Figura 4:

Instalaciones, simuladores (maniúquies de moderada y alta fidelidad) y recursos educativos (modelos biológicos, modelos anatómicos de baja y moderada fidelidad).



En SIMULANEST COMEXANE, el uso combinado de estos recursos permitió un entrenamiento integral. Mientras que los simuladores de alta fidelidad fueron esenciales para reforzar tanto habilidades técnicas como habilidades no técnicas –tales como la comunicación efectiva, liderazgo, trabajo en equipo y toma de decisiones bajo presión–. Las áreas de práctica deliberada estuvieron orientadas al perfeccionamiento de procedimientos específicos mediante modelos biológicos, anatómicos y dispositivos de baja y moderada fidelidad.

Algunos talleres, diseñados bajo un enfoque mixto, combinaron varios tipos de estrategias, permitiendo a los participantes transitar desde la repetición controlada de técnicas hasta la resolución de escenarios críticos, siempre bajo objetivos pedagógicos claros y supervisión continua.

La incorporación de realidad virtual (VR) en SIMULANEST COMEXANE representó un avance significativo en la manera de entrenar a anestesiólogos en un entorno seguro, interactivo e inmersivo. Esta tecnología permitió a los participantes enfrentarse a técnicas regionales y de accesos vasculares, así como práctica ecocardiografía. La VR facilitó la repetición ilimitada de maniobras, la exploración anatómica detallada, favoreciendo el aprendizaje autónomo y personalizado. Esta herramienta, alineada con las tendencias globales en educación médica, posicionó al Colegio Mexicano de Anestesiología a la vanguardia, ofreciendo a los profesionales una experiencia educativa del futuro, hoy accesible dentro del contexto de un congreso nacional (*Figura 5*).

SIMULANEST COMEXANE: UN MODELO INNOVADOR Y REPLICABLE

El Curso Anual del Colegio Mexicano de Anestesiología 2024 recibió cerca de 3,700 asistentes; sin embargo, aproximadamente sólo un 10% pudo participar en las actividades del Centro de Simulación SIMULANEST COMEXANE. Esta cifra responde a la naturaleza misma de la simulación clínica, donde los escenarios están diseñados para desarrollarse en grupos reducidos de entre siete y 10 participantes, garantizan-

do así un aprendizaje personalizado, seguro y de alta calidad. Esta característica, aunque limita el número de asistentes por sesión, asegura una experiencia educativa inmersiva y efectiva. Consciente de esta limitación, el CMA contempla la instalación de hasta cinco quirófanos de simulación y más áreas de práctica deliberada, con el objetivo de ampliar el acceso y permitir que un mayor número de anestesiólogos vivan esta experiencia formativa.

La implementación de SIMULANEST COMEXANE marcó un antes y un después en la estrategia educativa del



CMA. Por primera vez, se demostró la viabilidad de desarrollar un centro de simulación clínica de alto nivel dentro del contexto dinámico de un congreso nacional, rompiendo con la idea de que estas metodologías sólo pueden llevarse a cabo en centros universitarios u hospitales especializados. Este logro evidenció que, con una planificación adecuada y el compromiso de un equipo docente capacitado, es posible trasladar experiencias formativas de excelencia a espacios temporales, democratizando el acceso a tecnologías avanzadas y metodologías pedagógicas de vanguardia.

En este sentido, SIMULANEST COMEXANE rompió paradigmas al trasladar la simulación fuera de los entornos exclusivos de las escuelas privadas o grandes hospitales, creando un centro temporal accesible para todos los anestesiólogos, independientemente de su lugar de trabajo o nivel académico. Permitió equilibrar la educación tradicional recibida por generaciones anteriores con las nuevas estrategias inmersivas que los residentes actuales ya comienzan a dominar. Así, se creó un puente generacional, donde todos los anestesiólogos pudieron actualizarse, mejorar su práctica diaria y reforzar su capacidad de respuesta ante escenarios críticos.

Más allá de ser un éxito puntual, SIMULANEST COMEXANE impulsó una reflexión profunda sobre la necesidad de institucionalizar la simulación clínica como parte integral de la formación continua. La simulación no es sólo una herramienta complementaria, es clave para mejorar la seguridad del paciente, estandarizar procedimientos, reforzar la toma de decisiones bajo presión y fomentar el trabajo en equipo interdisciplinario.

PROYECCIÓN FUTURA: INNOVACIÓN SOSTENIBLE Y DEMOCRATIZACIÓN

El desafío ahora es garantizar que esta experiencia no quede limitada a eventos aislados. Si bien SIMULANEST COMEXANE demostró que es posible montar un centro de simulación con tecnología de punta, replicar este modelo implica retos logísticos y económicos. Por ello, el futuro debe orientarse hacia modelos sostenibles y flexibles, donde recursos de baja y moderada fidelidad, combinados con metodologías efectivas como la práctica deliberada, el uso de pacientes estandarizados y el *debriefing* estructurado, aseguren un aprendizaje significativo sin depender exclusivamente de infraestructuras costosas. El futuro de la simulación clínica debe estar encaminado hacia el diseño de centros accesibles, que permitan la capacitación continua sin requerir inversiones desproporcionadas. Estas estrategias, bien dirigidas por instructores capacitados, pueden ofrecer un alto valor educativo sin necesidad de infraestructuras sofisticadas.

La experiencia vivida por cientos de anestesiólogos permitirá que estas metodologías sean más fácilmente adaptadas en congresos, hospitales y jornadas académicas. El valor edu-

cativo reside en las estrategias pedagógicas y en la capacidad del instructor, más que en la tecnología de alta gama.

Conscientes del impacto positivo y de la demanda generada, el CMA ya proyecta para el 51º Curso Anual 2025 una expansión significativa: la instalación de más quirófanos y áreas de simulación, lo cual permitirá que un mayor número de anestesiólogos accedan a esta metodología avanzada. En 2025, se espera consolidar a SIMULANEST como un componente esencial y ampliamente reconocido dentro del programa académico.

Para el 51º Curso Anual, además de la expansión física, se integrarán nuevas tecnologías como la realidad aumentada (RA) en procedimientos complejos, aplicaciones digitales para entrenamiento en ECMO, y sistemas de apoyo a la decisión clínica (ACS) enfocados en medicina perioperatoria.

Como parte de su compromiso con la actualización continua de sus agremiados, el CMA ha incorporado para el 51º Curso Anual 2025 el programa HeartCode Complete®, una plataforma de vanguardia desarrollada por Laerdal en colaboración con la *American Heart Association* (AHA). Este sistema representa una revolución en la capacitación y certificación en soporte vital básico (BLS) y soporte vital cardiovascular avanzado (ACLS), al combinar un curso teórico en la plataforma virtual desde la comodidad de la casa y una certificación con maniquíes e inteligencia artificial, lo cual permite una mejor gestión del tiempo.

¿QUÉ ES HEARTCODE COMPLETE®?

HeartCode Complete® es un sistema de aprendizaje híbrido que integra tres componentes esenciales:

- Módulo teórico interactivo (eLearning):** los participantes acceden a un entorno virtual donde enfrentan casos clínicos simulados, desarrollando la toma de decisiones en tiempo real. La inteligencia artificial (IA) adapta el contenido según las respuestas del usuario, asegurando una experiencia personalizada que refuerza áreas de oportunidad y evita un aprendizaje mecánico.
- Práctica física con maniquíes inteligentes:** una vez completada la parte teórica, los participantes realizan prácticas presenciales sobre maniquíes avanzados (Resusci Anne QCPR, entre otros). Estos dispositivos están equipados con sensores que capturan en tiempo real parámetros críticos como: profundidad y frecuencia de las compresiones torácicas, la descompresión completa, ventilaciones adecuadas y el tiempo sin compresiones (*no flow time*).
- Feedback inmediato y preciso:** la gran ventaja de HeartCode Complete® es su sistema de retroalimentación instantánea. La IA analiza cada maniobra realizada sobre el maniquí y proporciona al usuario recomendaciones claras para corregir su técnica en el momento. Este *feedback* continuo asegura que el aprendizaje sea efectivo, permitiendo

al participante ajustar su desempeño hasta alcanzar los estándares óptimos definidos por la AHA.

HEARTCODE COMPLETE® EN EL CMA

Gracias a la gestión del CMA, se han adquirido licencias para ofrecer esta certificación a los agremiados durante el curso anual y en futuras jornadas académicas, a un costo accesible. Esta iniciativa busca no sólo cumplir con las exigencias de actualización en soporte vital, sino también familiarizar a los anestesiólogos con el uso de tecnologías basadas en IA aplicadas a la educación médica.

Además, la incorporación de HeartCode Complete® reforza la estrategia del CMA de integrar herramientas innovadoras que mejoren la seguridad del paciente, asegurando que todos los profesionales estén capacitados para responder eficazmente ante emergencias cardiovasculares en el entorno perioperatorio.

Con visión a largo plazo, el CMA contempla la creación de instalaciones permanentes dedicadas a la simulación clínica, garantizando el acceso continuo a entrenamientos de calidad.

CONCLUSIONES

El Colegio Mexicano de Anestesiología (CMA) ha impulsado la modernización de la educación médica al integrar la simulación clínica avanzada como pilar de su formación. Con SIMULANEST COMEXANE, se derribaron barreras tradicionales, acercando metodologías innovadoras a más anestesiólogos en un entorno accesible. Esta experiencia demostró que la clave del aprendizaje efectivo radica en las estrategias pedagógicas y el compromiso de los instructores, más allá de la tecnología utilizada.

SIMULANEST COMEXANE no sólo elevó los estándares de capacitación, sino que estableció un modelo flexible y replicable, enfocado en la seguridad del paciente y la excelencia profesional. Con visión de futuro, el CMA reafirma su compromiso de liderar la transformación educativa, garantizando acceso continuo a una formación de calidad, innovadora y adaptada a las necesidades del entorno nacional.

AGRADECIMIENTOS

El Colegio Mexicano de Anestesiología desea expresar su más sincero y profundo agradecimiento al Centro de Simu-

lación DICIM-UNAM, en especial a todo su personal, por su invaluable colaboración, dedicación y generosa entrega de conocimientos durante la preparación y capacitación de los anestesiólogos del Colegio. Su compromiso académico fue fundamental para fortalecer las competencias docentes y garantizar el éxito de esta iniciativa.

Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento a la empresa BIOSSMANN, por su destacada participación en la implementación de la infraestructura anestésica y quirúrgica, lo que facilitó la creación de un entorno de simulación de alta fidelidad.

De igual manera, agradecemos a Laerdal México por su compromiso con la innovación educativa, aportando modelos y maniquíes de alta tecnología que permitieron enriquecer la experiencia formativa con herramientas de simulación clínica avanzadas.

Gracias a estas colaboraciones estratégicas, fue posible materializar un proyecto que marca un antes y un después en la educación médica continua en México, consolidando un modelo de formación orientado a la excelencia, la seguridad del paciente y la democratización del conocimiento.

REFERENCIAS

1. Byrick RJ, Naik VN, Wynands JE. Simulation-based education in Canada: will anesthesia lead in the future? *Can J Anaesth.* 2009;56:273-275, 275-278.
2. Nakatani R, Patel K, Chowdhury T. Simulation in anesthesia for perioperative neuroscience: present and future. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2024;36:4-10.
3. Paige JT, Kerdolff KE, Rogers CL, Garbee DD, Yu Q, Cao W, et al. Improvement in student-led debriefing analysis after simulation-based team training using a revised teamwork assessment tool. *Surgery.* 2021;170:1659-1664.
4. Levett-Jones T, Lapkin S. The effectiveness of debriefing in simulation-based learning for health professionals: A systematic review. *JBI Libr Syst Rev.* 2012;10:3295-3337.
5. Shah A, Mai CL, Shah R, Levine AI. Simulation-based education and team training. *Otolaryngol Clin North Am.* 2019;52:995-1003.
6. Boet S, Borges BC, Naik VN, Siu LW, Riem N, Chandra D, et al. Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session. *Br J Anaesth.* 2011;107:533-539.
7. Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J.* 2019;6:181-185.
8. Lorello GR, Cook DA, Johnson RL, Brydges R. Simulation-based training in anaesthesiology: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2014;112:231-245.
9. Su Y, Zeng Y. Simulation based training versus non-simulation based training in anesthesiology: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Heliyon.* 2023;9:e18249.



Recibido: 31-03-2025
Aceptado: 12-05-2025

Simulación en anestesia total intravenosa

Simulation in total intravenous anesthesia

Dra. Teresa Cortés-Hernández,* Dra. Rocío Delgado-Cortés,‡

Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos,§ Dra. Sandra Raudales-Ruiz¶

Citar como: Cortés-Hernández T, Delgado-Cortés R, Martínez-de los Santos CA, Raudales-Ruiz S. Simulación en anestesia total intravenosa. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 148-152. <https://dx.doi.org/10.35366/120419>

Palabras clave:

aprendizaje,
práctica deliberada,
perfusiones, objetivo.

Keywords:

learning, deliberate
practice, infusions, target.

RESUMEN. La repetición nos perfecciona en el aprendizaje de habilidades y en el ámbito del personal de salud lo vemos y aplicamos diariamente. La práctica deliberada se basa en establecer actividades con objetivos definidos, la motivación individual para alcanzar los objetivos, la retroalimentación constante e inmediata y la oportunidad de repetir las actividades hasta el refinamiento. Un equipo clave para realizar perfusiones intravenosas seguras es la bomba de infusión, también conocida como bomba de perfusión intravenosa. La gestión inadecuada de un equipo médico puede tener consecuencias graves, como la selección incorrecta del modelo farmacocinético, uso del modelo en una población o errores de dosificación. La formación adecuada en el manejo de las perfusoras de TCI reduce los riesgos de eventos adversos, mejorando la seguridad del paciente y aumentando la calidad de la atención proporcionada por el médico anestesiólogo.

ABSTRACT. Repetition improves our skills, and in healthcare, we see and apply this daily. Deliberate practice relies on establishing activities with defined goals, individual motivation to achieve objectives, constant and immediate feedback, and the opportunity to repeat activities until perfected. A key piece of equipment for performing safe intravenous infusions is the infusion pump, also known as an IV infusion pump. Improper management of medical equipment can have serious consequences, such as the incorrect selection of the pharmacokinetic model, the use of the model in a population, or dosing errors. Proper training in the use of TCI infusion machines reduces the risk of adverse events, improving patient safety and enhancing the quality of care provided by the anesthesiologist.

Abreviaturas:

TCI = infusión controlada por objetivos (*Target Control Infusion*)

TIVA = anestesia total intravenosa (*Total IntraVenous Anesthesia*)

PK = farmacocinético

*Oigo y me olvido, veo y
recuerdo, hago y entiendo.
Confucio hace 2,500 años*

INTRODUCCIÓN

Se dice que uno aprende de sus errores no de sus éxitos, ésta es una ventaja en la simulación. Se sabe que la teoría no genera maestría, por lo que encontrar un mecanismo de práctica mejoraría significativamente la educación médica.

La simulación imita un encuentro clínico y se define como técnica que sustituye o amplifica

experiencias reales con experiencias guiadas que replican aspectos del mundo real de una manera interactiva a través de la tecnología.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología ha sido el factor que más ha contribuido en la evolución de los simuladores médicos, así como también resulta una mejora en las implicaciones éticas que pudieran surgir en el manejo de seres vivos y busca la seguridad del paciente^(1,2).

El ambiente ideal de aprendizaje al ser pre-determinado tiene que ser estandarizado, seguro y reproducible; favoreciendo el aprendizaje a través del ensayo y error, siendo posible repetirlo cuantas veces sea necesario. De esta manera, la simulación es un ambiente protegido que permite retroalimentación inmediata, reflexión y práctica permanente sin posibilidad de daño al paciente (*Figura 1*)^(3,4).

* Centro Médico Nacional (CMN) La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Ciudad de México.
† Hospital General Regional (HGR) No. 1 «Dr. Carlos Mac Gregor Sánchez Navarro», IMSS. Ciudad de México.
§ Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud del Tecnológico de Monterrey. México.
¶ Hospital General de México «Dr. Eduardo Liceaga». Ciudad de México.

Correspondencia:
Dra. Sandra Raudales-Ruiz
E-mail: sandy_raudales@hotmail.com



LA IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE BASADO EN SIMULACIÓN

Existen limitaciones inherentes a la enseñanza en el quirófano; además de las distracciones naturales que dificultan el aprendizaje, es necesario considerar el equilibrio entre la atención al paciente y la educación.

Por lo tanto, recurrir a la simulación es la opción válida, ya que proporciona una plataforma para la capacitación en un entorno sin riesgos.

Si bien la simulación en anestesiología se utiliza principalmente para la formación en manejo de crisis, también se emplea para enseñar el manejo rutinario de la anestesia. Los simuladores de pacientes permiten recrear entornos realistas y ayudar a los médicos participantes a practicar habilidades rutinarias para la monitorización de pacientes y el reconocimiento y manejo de eventos críticos^(5,6).

El aprendizaje basado en simulación es una valiosa estrategia para desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes de profesionales sanitarios, fomentando una cultura de seguridad del paciente. Esta herramienta consiste en un proceso sistemático de toma de decisiones con oportunidades de práctica repetida hasta alcanzar la competencia, que permite evaluar la progresión de las mismas^(7,8).

Las principales modalidades de simulación son procedimental o práctica deliberada, escenarios de simulación y simulación inmersiva, que puede incluir entornos físicos y digitales a fin de crear una sensación de presencia; todas ellas pueden estar enfocadas tanto a la formación en habilidades técnicas como a la formación en habilidades no técnicas dentro o fuera de quirófano^(8,9).

La práctica deliberada implica la práctica repetitiva de una actividad a fin de adquirir, desarrollar y perfeccionar el dominio de habilidades técnicas cognitivas y psicomotoras^(10,11). Un ejemplo de ello, es el aprendizaje de la anestesia total intravenosa (TIVA) mediante simulación en bombas TCI (*Target Control Infusion*) o en aplicaciones médicas.



Figura 1: Artificial Intelligence Simulation Total Intravenous Anesthesia.

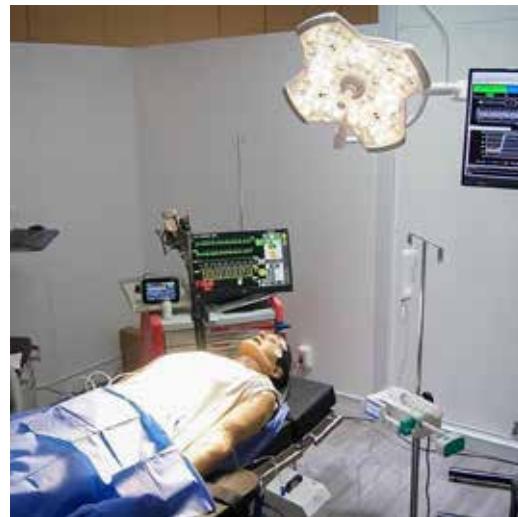


Figura 2: Escenario clínico.



Figura 3: Debriefing.

El escenario de simulación y simulación inmersiva incluye actividades estructuradas y desarrolladas para aproximarse tanto a la tarea a desarrollar durante el procedimiento como al entorno actual o futuro del mundo real y puede realizarse por medio de pacientes simulados, pacientes virtuales, realidad virtual, realidad aumentada^(10,11). Los simuladores se clasifican de acuerdo con su fidelidad en: baja fidelidad, fidelidad intermedia o mediana fidelidad y alta fidelidad^(12,13).

Las etapas de la simulación son: *prebriefing* o sesión informativa previa, introducción al ambiente de simulación, establecimiento de contratos de confidencialidad, escenario de simulación de 10 a 15 minutos, *debriefing*, cierre y posterior aplicación en la vida real (*Figuras 2 y 3*)^(10,11).

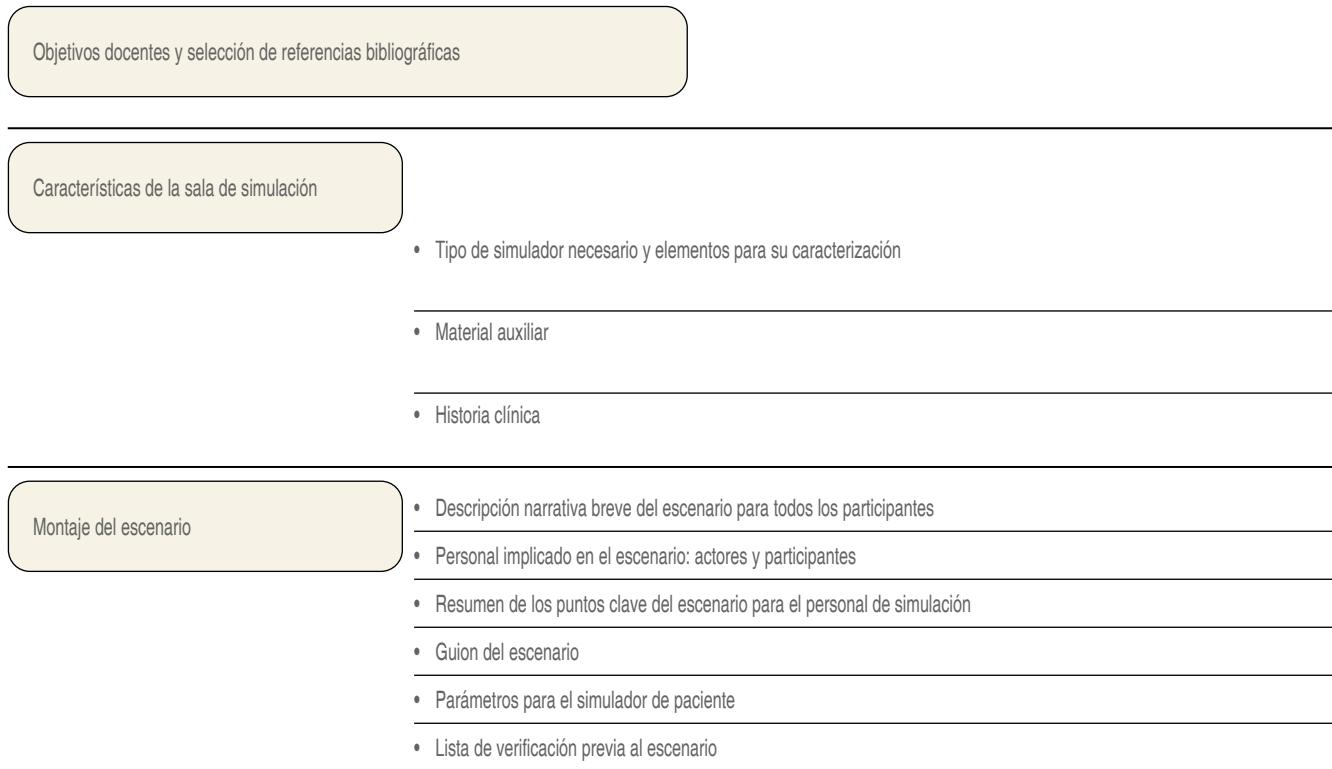


Figura 4: Guía para el diseño de escenario de simulación⁽¹⁵⁾.

CÓMO HACER SIMULACIÓN

Capacítate y capacite a sus profesores compañeros en simulación⁽¹⁴⁾.

Establezca^(10,11):

1. Objetivo y propósito de la simulación.
2. Nivel de habilidad o experiencia de los participantes.
3. Conocimiento, habilidad, actitudes o comportamientos a fortalecer.
4. Tipo y fidelidad del simulador, tecnología aplicable o requerida.
5. Lugar de simulación.
6. Planifique y diseñe del escenario, contexto, procedimiento o práctica deliberada a realizar.
7. Defina roles de los participantes, tiempo y lineamientos de la simulación.
8. Método de retroalimentación, reflexión y *debriefing* utilizado.

DISEÑO DE LOS ESCENARIOS

Elementos necesarios para el desarrollo de los escenarios: sala de simulación de alto realismo, sala de control, sala para

talleres, sala para el entrenamiento de habilidades técnicas invasivas y salas para el análisis de las actuaciones. Asimismo, un sistema de grabación audiovisual (*Figura 4*).

EL FUTURO ES HOY

En la actualidad las siguientes son las áreas a las que se han desarrollado protocolos de simulación:

1. Simulación en la gestión de la vía aérea^(16,17).
2. Simulación en anestesia regional^(18,19).
3. Simulación en anestesia obstétrica⁽²⁰⁾.
4. Simulación en anestesia cardiotorácica⁽²¹⁾.

Cada una de ellas particularizada por la necesidad de perfeccionar habilidades y destrezas manuales, toma de decisiones en momentos de crisis, así como el control de grupos multidisciplinarios de trabajo.

El costo de implementar la capacitación con simulación en anestesiología debe justificarse mediante una mejora demostrable en los resultados de los pacientes. Por lo que el uso de la simulación en anestesiología continúa creciendo. David M Gaba, experto en simulación en anestesiología, ha resumido esta idea de manera impecable: «ninguna industria

en la que las vidas humanas dependan del desempeño experto de operadores responsables ha esperado la prueba inequívoca del beneficio de la simulación para adoptarla».

Áreas de oportunidad de la simulación son la enseñanza-aprendizaje no técnica, aquellas aptitudes que incluyen la sensibilización situacional, la gestión de tareas, la planificación y la preparación, el trabajo en equipo, la adopción de decisiones y la comunicación. Las competencias no técnicas pueden contribuir a mejorar la comunicación, hablar y notificar errores, lo que puede dar lugar a una mejor cultura de seguridad de los pacientes.

La simulación también tiene sus propias limitaciones, especialmente en la medida en que un simulador puede reproducir situaciones de la vida real.

La disponibilidad y la financiación simultáneas son otras limitaciones comunes a su uso, ya que requiere un entrenamiento eficaz por parte de los profesores-instructores, así como una amplia preparación para desarrollar las dinámicas de enseñanza varias, como es el aprendizaje basado en aplicaciones del smartphone, podcasts, webinars y foros electrónicos^(22,23).

Sin embargo, el uso de la innovadora mezcla de enseñanza-aprendizaje obliga a la reestructuración en la evaluación. Estas herramientas pueden incluir la grabación de vídeo, el análisis de datos y la generación de informes detallados que ayuden a los profesionales a identificar áreas de mejora y a perfeccionar sus habilidades.

La simulación y sus herramientas no es un sustituto de la evaluación convencional⁽²⁴⁾.

LO PRÁCTICO DE LA SIMULACIÓN EN PERFUSIONES INTRAVENOSAS

Muchas veces hemos escuchado o utilizado la frase: «la práctica hace al maestro» y, en el campo del aprendizaje de habilidades en el personal de la salud, el realizar una acción en repetidas ocasiones conduce a la adquisición y perfección de habilidades. Anteriormente mencionamos que dentro de la simulación se puede realizar una práctica deliberada para optimizar el perfeccionamiento de una habilidad.

Esta práctica deliberada debe contar con las siguientes características: 1) el establecimiento de actividades con objetivos definidos, 2) la motivación individual para alcanzar los objetivos, 3) la realimentación constante e inmediata y 4) la oportunidad de repetir las actividades hasta su refinamiento (*Figura 5*)⁽²⁵⁾.

Uno de los equipos necesarios para realizar perfusiones intravenosas de una manera segura es utilizar una bomba de infusión o también conocida como bomba de perfusión intravenosa. En la práctica de la anestesia total intravenosa (TIVA), si nos diéramos a la tarea de clasificar estos dispositivos, lo haríamos en dos grandes grupos: los utilizados para

realizar perfusiones «manuales», basadas en cálculos de $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ o mL/h ; y las llamadas perfusoras inteligentes o TCI (*Target Control Infusion*) que guían la administración de la droga utilizando modelos matemáticos.

Contar con el conocimiento teórico, pero, principalmente, con el conocimiento práctico (el saber hacer) sobre la programación correcta y adecuada de las perfusoras TCI es fundamental para realizar una TIVA; razón por la cual nuestra inquietud del porqué los médicos especialistas y en formación cuenten, dentro de su arsenal de habilidades metacognitivas, con lo necesario sobre la identificación de las partes, la manipulación, programación, utilización correcta y adecuada de este dispositivo médico.

La gestión inadecuada de un equipo médico como lo es una perfusora TCI puede tener consecuencias graves, incluyendo la selección incorrecta del modelo farmacocinético (PK) para cada medicamento, utilizar el modelo PK en una población para la cual no se encuentra validado, incurrir en errores de dosificación (sobre e infradosificación) que tienen como consecuencia un mal manejo de los medicamentos hipnosedantes y opioides, que van a controlar la conciencia y la nocicepción del procedimiento anestésico quirúrgico al que son sometidos los pacientes.

La formación adecuada en el manejo de las perfusoras TCI reduce los riesgos de eventos adversos, mejorando la seguridad del paciente y aumentando la calidad de la atención proporcionada por el médico anestesiólogo.

Nuestro objetivo principal es capacitar al médico anestesiólogo en el manejo eficaz y seguro de la perfusora TCI, mediante la demostración de la colocación de la jeringa y la programación del equipo, así como la posterior verificación de lo mostrado. Esta práctica proporcionará un entorno controlado y supervisado, que facilitará el desarrollo de ha-



Figura 5: Práctica deliberada.

Tabla 1: Lista de cotejo para evaluar competencias sobre el uso correcto de *Target Control Infusion*.

Actividad	Realiza	No realiza
Abre adecuadamente la compuerta		
Coloca adecuadamente la jeringa		
Selecciona el modelo farmacocinético del fármaco deseado		
Ingresa los datos del paciente solicitados para la adecuada programación del modelo farmacocinético (PK)		
Presiona STAR para iniciar la infusión		
Sabe realizar el cambio en la concentración		

bilidades críticas y mejorará la competencia y confianza de los participantes en la aplicación de la TIVA en situaciones clínicas reales (*Tabla 1*).

REFERENCIAS

- Leblanc VR. Review article: simulation in anesthesia: state of the science and looking forward. *Can J Anaesth.* 2012;59:193-202.
- Green M, Tariq R, Green P. Improving patient safety through simulation training in anesthesiology: where are we? *Anesthesiol Res Pract.* 2016;2016:4237523.
- Naik VN, Brien SE. Review article: simulation: a means to address and improve patient safety. *Can J Anaesth.* 2013;60:192-200.
- Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editores. *Error es humano: construyendo un sistema de salud más seguro.* Washington, D.C., EEUU: Instituto de Medicina, National Academy Press; 1999.
- DeMaria S Jr, Levine AI, Cohen LB. Human patient simulation and its role in endoscopic sedation training. *Gastrointest Endosc Clin N Am.* 2008;18:801-813, x.
- Fujiwara S, Komasawa N, Tatsumi S, Sawai T, Minami T. Simulation-based sedation training in the operating room. *Masui.* 2014;63:934-937.
- Burnett GW, Goldhaber-Fiebert SN. The role of simulation training in patients' safety in anaesthesia and perioperative medicine. *BJA Educ.* 2024;24:7-12. doi: 10.1016/j.bjae.2023.10.002.
- Lorello GR, Cook DA, Johnson RL, Brydges R. Simulation-based training in anaesthesiology: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2014;112:231-245. doi: 10.1093/bja/aet414.
- Issenberg SB, Gordon MS, Gordon DL, Safford RE, Hart IR. Simulation and new learning technologies. *Med Teach.* 2001;23:16-23.
- Al-Elq AH. Simulation-based medical teaching and learning. *J Family Community Med.* 2010;17:35-40. doi: 10.4103/1319-1683.68787.
- Said Said Elshama. How to apply simulation-based learning in medical education? *Iberoamerican Journal of Medicine.* 2020;2:79-86. doi: 10.5281/zenodo.3685233.
- Hartwell DA, Grayling M, Kennedy RR. Low-cost high-fidelity anaesthetic simulation. *Anaesth Intensive Care.* 2014;42:371-377.
- Liu Y, Li J, Chang J, Xiao S, Pei W, Wang L. A new inexpensive ultrasound-guided central venous catheterization simulation model. *BMC Med Educ.* 2023;23:106. Available in: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04080-z>
- Pai DR, Kumar VH, Sobana R. Perioperative crisis resource management simulation training in anaesthesia. *Indian J Anaesth.* 2024;68:36-44. doi: 10.4103/ija.ija_1151_23.
- Maestre JM, Sancho R, Rábago JL, Martínez A, Rojo E, Moral I. Diseño y desarrollo de escenarios de simulación clínica: análisis de cursos para el entrenamiento de anestesiólogos. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica.* 2013;16:49-57. Disponible en: www.fundacioneducacionmedica.org
- Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H. Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology.* 2014;120:999-1008.
- Boet S, Borges BC, Naik VN, Siu LW, Riem N, Chandra D, et al. Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session. *Br J Anaesth.* 2011;107:533-539.
- Niazi AU, Halidpur N, Prasad AG, Chan VW. Ultrasound-guided regional anesthesia performance in the early learning period: effect of simulation training. *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37:51-54.
- Udani AD, Macario A, Nandagopal K, Tanaka MA, Tanaka PP. Simulation-based mastery learning with deliberate practice improves clinical performance in spinal anesthesia. *Anesthesiol Res Pract.* 2014;2014:659160.
- Toledo P, Eosakul ST, Goetz K, Wong CA, Grobman WA. Decay in blood loss estimation skills after web-based didactic training. *Simul Healthc.* 2012;7:18-21.
- Eason MP. Simulation devices in cardiothoracic and vascular anesthesia. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2005;9:309-323.
- Gaba DM. Improving anesthesiologists' performance by simulating reality. *Anesthesiology.* 1992;76:491-494.
- Burnett GW, Goldhaber-Fiebert SN. The role of simulation training in patients' safety in anaesthesia and perioperative medicine. *BJA Educ.* 2024;24:7-12.
- Kundra P, Kurdi M, Mehrotra S, Jahan N, Kiran S, Vadhanan P. Newer teaching-learning methods and assessment modules in anaesthesia education. *Indian J Anaesth.* 2022;66:47-57.
- Barrientos-Jiménez M, Durán-Pérez VD, León-Cardona AG, García-Tellez SE. La práctica deliberada en la educación médica. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM.* 2015;58:48-55.



Recibido: 30-04-2025
Aceptado: 26-05-2025

Simulación en Anestesiología y el estado anestésico

Simulation in Anesthesiology and the anesthetic state

Dr. Manuel Alberto Guerrero-Gutiérrez,* Dr. Yael Nepomuceno-Severiano,†
Dr. Genaro Muñoz-García,§ Dr. Ramón Tomás Martínez-Segura,¶
Dr. Omar Guevara-Luna,|| Dra. Cristina Posadas-Casas**
Dra. Martha Itzbel Gómez-Ramírez, ** Dr. Ricardo Serrano-Tamayo, ‡‡
Dr. Christian Francisco de la Cruz-Bracamontes, **
Dra. Rosalina Martínez-Arellano, §§ Dr. Arnulfo Calixto-Flores¶¶

Citar como: Guerrero-Gutiérrez MA, Nepomuceno-Severiano Y, Muñoz-García C, Martínez-Segura RT, Guevara-Luna O, Posadas-Casas C, et al. Simulación en Anestesiología y el estado anestésico. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 153-158. <https://dx.doi.org/10.35366/120420>

Palabras clave:

simulación,
anestesiología, alta
fidelidad, tecnologías
educativas.

Keywords:

simulation,
anesthesiology, high
fidelity, educational
technologies.

* Departamento de
Anestesiología Bariátrica
y Medicina Crítica, Centro
Médico Bariátrico de
Tijuana. Tijuana, México.

† Departamento de
Anestesiología y Anestesia
y Medicina Perioperatoria
en Geriatría, Centro Médico
Nacional «Siglo XXI».
Ciudad de México, México.

§ Departamento de
Anestesiología, Hospital
Regional «Gral. Ignacio
Zaragoza», ISSSTE. Ciudad
de México, México.

RESUMEN. La simulación en anestesiología es una herramienta educativa clave que permite adquirir destrezas técnicas y no técnicas, esenciales para la seguridad del paciente y la calidad asistencial. Según el nivel de realismo, la simulación se clasifica en baja, mediana y alta fidelidad. Simulación de baja fidelidad: utiliza modelos anatómicos básicos, maniquíes simples o simuladores parciales diseñados para tareas específicas (por ejemplo, modelos de brazos para canalización intravenosa, intubación orotraqueal en modelos estáticos); se enfoca principalmente en destrezas motoras básicas y es ideal para estudiantes en etapas iniciales de formación. Simulación de mediana fidelidad: incluye maniquíes que simulan algunas funciones fisiológicas (por ejemplo, sonidos cardíacos, pulmonares, pulso palpable) y permiten situaciones clínicas más realistas, pero sin respuestas fisiológicas completas; se utilizan para practicar situaciones clínicas específicas, manejo de escenarios habituales, trabajo en equipo, y comunicación efectiva en situaciones controladas. Simulación de alta fidelidad: representa el más alto nivel de realismo, utilizando maniquíes avanzados con respuesta fisiológica dinámica y monitoreo en tiempo real (presión arterial, electrocardiograma, saturación de oxígeno, capnografía, etcétera). Estos simuladores permiten reproducir situaciones críticas, emergencias anestésicas complejas, manejo avanzado de crisis, y toma de decisiones clínicas en un entorno seguro y controlado. Son fundamentales para formación avanzada, educación continua, evaluación de competencias y entrenamiento interdisciplinario. Con estos simuladores ha sido posible recrear situaciones para poder llevar a cabo escenarios de anestesia total intravenosa y, a su vez, de profundidad del estado anestésico.

ABSTRACT. *Simulation in anesthesiology is a key educational tool that allows the acquisition of technical and non-technical skills essential for patient safety and quality of care. Simulations are classified according to the level of realism as low, medium, and high fidelity. Low-fidelity simulation uses basic anatomical models, simple mannequins, or partial simulators designed for specific tasks (e.g. arm models for intravenous cannulation, orotracheal intubation on static models). It focuses primarily on basic motor skills and is ideal for students in their initial training stages. Medium-fidelity simulation includes mannequins that simulate some physiological functions (e.g., heart sounds, lung sounds, palpable pulse) and allow for more realistic clinical situations without full physiological responses. They are used to practice specific clinical situations, manage common scenarios, work well with a team, and communicate effectively in controlled settings. High-fidelity simulation: Represents the highest level of realism, using advanced mannequins with dynamic physiological response and real-time monitoring (blood pressure, ECG, oxygen saturation, capnography, etc.). These simulators allow the reproduction of critical situations, complex anesthetic emergencies, advanced crisis management, and clinical decision-making in a safe and controlled environment. They are essential for advanced training, continuing education, competency assessment, and interdisciplinary training. With these simulators he has been able to recreate situations to be able to carry out scenarios of total intravenous anesthesia and in turn of depth of the anesthetic state.*



¹ Coordinador Grupo TIVA México. Ciudad de México, México.

² Departamento de Anestesiología Pediátrica, Hospital General, Centro Médico Nacional «La Raza» (CMN-LR). Ciudad de México, México.

³ Departamento de Anestesiología, Hospital de Especialidades «Antonio Fraga Mouret», CMN-LR. Ciudad de México, México.

⁴ Neuroanestesiólogo del Centro Médico Nacional 20 de noviembre, ISSSTE. Ciudad de México, México.

⁵ Primer secretario propietario del Colegio Mexicano de Anestesiología (CMA). México.

⁶ Departamento de Anestesiología y Unidad de Trasplantes, Centro Médico Nacional «Siglo XXI». Ciudad de México, México.

Correspondencia:
Arnulfo Calixto Flores

Departamento de Anestesiología y Unidad de Trasplantes, Centro Médico Nacional «Siglo XXI». Ciudad de México.

E-mail: drrufo@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El uso de métodos de enseñanza innovadores se ha convertido en una necesidad para el desarrollo de la educación médica en los últimos años debido al bajo rendimiento de la mayoría de los graduados en medicina, especialmente en el desarrollo de habilidades clínicas, la aplicación de conocimientos y la resolución de problemas en situaciones críticas⁽¹⁾.

El aprendizaje basado en simulación se considera una parte esencial del aprendizaje práctico. Es un proceso de aprendizaje activo; debe integrarse con otros métodos de enseñanza en las facultades de medicina para superar los problemas que implica el uso del paciente real en la enseñanza, como sus derechos éticos y legales, y la falta de eventos críticos que sean fuente de aprendizaje y adquisición de diferentes habilidades. Es la mejor herramienta alternativa de enseñanza y evaluación capaz de impulsar el cambio en la educación, la formación, la mejora de la calidad y la evaluación del rendimiento de los estudiantes de medicina⁽²⁾.

En los últimos años, la formación en laboratorios médicos basada en simulación se ha convertido en una tendencia común en la educación médica moderna en diferentes facultades de medicina del mundo como método para el desarrollo y la innovación en el currículo médico. El aprendizaje basado en simulación proporciona un entorno de laboratorio clínico controlado, virtual y simulado que permite integrar la teoría con las habilidades prácticas para la práctica y el dominio de las habilidades, así como evaluar las habilidades aplicadas⁽³⁾.

El aprendizaje basado en simulación se caracteriza por estrategias pedagógicas, tecnología, complejidad y amplitud de las tareas que preparan a los estudiantes para el trabajo en un laboratorio clínico con una carga de trabajo y un flujo de trabajo definidos. Por lo tanto, la construcción de un laboratorio de simulación médica sobre bases sólidas implica diversos aspectos científicos y lógicos que deben considerarse, como la administración, el diseño, la tecnología, la instrucción, la facilitación y la evaluación. Cabe destacar que tiene muchos nombres diferentes en las distintas facultades de medicina, como laboratorio de habilidades, laboratorio simulado, práctica clínica simulada,

centro de habilidades clínicas y centro de simulación médica⁽⁴⁾.

Como anestesiólogos, participamos activamente en múltiples aspectos del cuidado del paciente, desde la administración de medicamentos con efectos inmediatos hasta el manejo de dispositivos médicos avanzados y la ejecución de procedimientos invasivos.

La anestesiología ha adoptado un enfoque posicionándose como una de las especialidades médicas líderes en la implementación de la simulación para propósitos educativos y formativos. Este artículo aborda de manera breve el papel de la simulación en especialidades médicas agudas, destacando sus diversas aplicaciones en el desarrollo de competencias técnicas, trabajo en equipo, evaluación de habilidades y procesos de selección de personal. Finalmente, se reconoce el potencial significativo que la simulación ofrece para la capacitación médica continua y el desarrollo profesional en México.

DEFINICIÓN Y ENFOQUE

La palabra «simular», significa: «dar o crear el efecto de, imitar». La simulación es una técnica para reemplazar o amplificar las experiencias reales de pacientes con experiencias guiadas, artificialmente diseñadas, que evocan o replican aspectos sustanciales del mundo real de forma totalmente interactiva⁽⁵⁾. Los simuladores de vuelo y aeroespaciales disponibles en museos y parques temáticos pueden ofrecer una emocionante experiencia de aviación. Con la ayuda de una pantalla o un monitor, se crea la experiencia visual. Se complementa con asientos que se mueven en tres ejes en múltiples planos y un sonido eficaz. Esto ofrece una emocionante simulación de viajes espaciales.

Como una forma simplificada de simulación clínica, un modelo de la vía aérea humana puede utilizarse para enseñar habilidades desde lo más básico como es la vía aérea, aunque en este contexto se utilizó en el Congreso Mexicano de Anestesiología para: bombas de perfusión de anestesia total intravenosa y/o monitoreo de profundidad del estado anestésico.

SIMULADORES

Existen muchos tipos y clasificaciones de simulación; se puede clasificar en simulación

humana, como el juego de roles, y simulación estandarizada de pacientes o no humanos, como la simulación basada en maniquíes y la simulación por computadora⁽⁶⁾. Además, existe otra clasificación según el tipo o la fidelidad de los simuladores. Según el tipo, se clasifican en basados en compiladores y basados en eventos. El basado en compiladores es un entrenador de tareas específicas que representa una parte de la anatomía con diferentes niveles de sofisticación para el entrenamiento en procedimientos específicos, como el brazo para la inserción de una vía intravenosa, la pierna para la sutura o el maniquí de genitales masculinos para la inserción de un catéter urinario.

El tipo basado en eventos consiste en el paciente estandarizado (paciente simulado), la simulación híbrida y los simuladores informáticos⁽⁷⁾.

La fidelidad implica una simulación totalmente interactiva y un entorno clínico adecuado. Por lo tanto, brinda al instructor la oportunidad de utilizar el equipo y realizar una tarea en un entorno real con adaptación psicológica a la situación. Las experiencias de aprendizaje que se adquieren mediante el uso de simuladores de alta fidelidad varían completamente según el nivel del entorno de entrenamiento, ya que el entorno de alta fidelidad es más importante que el simulador de alta fidelidad para las experiencias de aprendizaje adquiridas⁽⁸⁾.

Según la clasificación de fidelidad, los simuladores se dividen en tres categorías: baja, media y alta fidelidad (*Figura 1*). El simulador que se centra en una sola habilidad y permite a los instructores practicar de forma aislada se denomina simulador de baja fidelidad, mientras que el simulador de fidelidad media proporciona una simulación más realista, pero no permite al instructor sumergirse completamente en la situación. Un simulador de alta fidelidad permite al instructor sumergirse completamente en la situación, al mismo tiempo que obtiene una respuesta a las intervenciones terapéuticas⁽⁹⁾.

En detalle, los simuladores de baja fidelidad consisten en simuladores de texto en pantalla que crean escenarios con dife-

rentes respuestas, diferenciadas y seleccionadas por el usuario, y en los maniquíes estáticos que se utilizan para la práctica, como los de intubación y reanimación cardiopulmonar. Los simuladores de fidelidad media consisten en simuladores gráficos en pantalla y maniquíes mecánicos. Los simuladores gráficos en pantalla demuestran la farmacocinética y la dinámica de la administración del fármaco, pero impiden que el alumno se sumerja completamente en la situación, mientras que los maniquíes mecánicos contienen software (simuladores interactivos), como algunos maniquíes de reanimación cardiopulmonar⁽¹⁰⁾. El simulador de alta fidelidad es un maniquí de cuerpo completo que simula al paciente real. Este simulador puede hablar con el alumno, parpadear con una pupila que reacciona a la luz, respirar y producir orina con pulsos periféricos y presión arterial demostrables, y gases medibles. La administración de fármacos en este simulador produce una respuesta fisiológica adecuada según la edad y el sexo programados, mientras que el nivel de conciencia y el ritmo cardíaco también se demuestran en este tipo de simuladores⁽¹¹⁾.

Finalmente, la alta validez del simulador se refiere a su alta fidelidad; posee un alto grado de realismo porque proporciona una aproximación a las situaciones clínicas complejas necesarias para que los alumnos refuercen su respuesta ante circunstancias críticas. La validez aparente de la simulación se relaciona con la generalización del entorno de simulación al entorno real del paciente. Además, la creación de un entorno realista, como una unidad de cuidados intensivos, mediante un sistema audiovisual, completa la función del simulador de alta fidelidad y aumenta el nivel de entrenamiento e inmersión, lo que se traduce en una mejora en el rendimiento de las habilidades. El entrenador de realidad virtual es el paciente simulado en un mundo tridimensional donde el entorno (3D) puede verse en un monitor gráfico como un banco de trabajo virtual o un monitor de realidad virtual de inmersión que permite la posibilidad de interacción y navegación en un espacio tridimensional⁽¹²⁾.

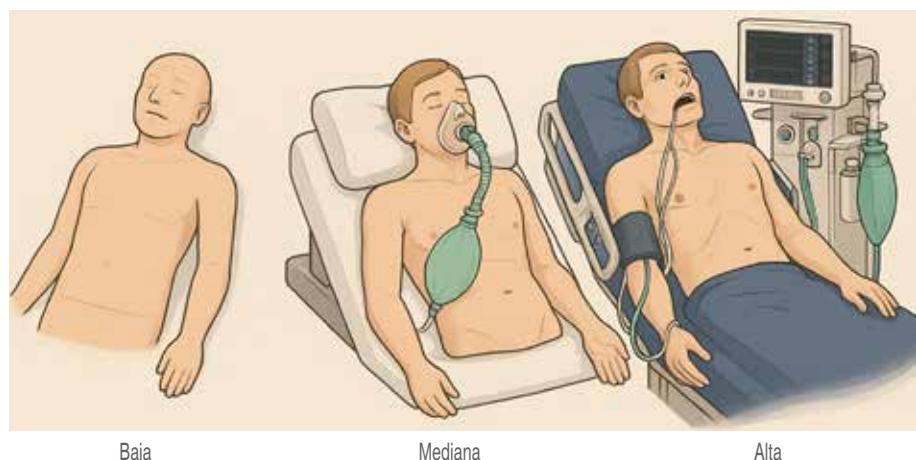


Figura 1:

Simuladores de baja, media y alta fidelidad, donde se muestra la capacidad de alcance y representación que puede llegar a ofrecer según la gama del simulador.

PACIENTE ESTANDARIZADO

El paciente estandarizado (paciente simulado) es un tipo de simulación humana que utiliza a una persona sana (actor) bien entrenada para representar el papel de un paciente real, estimulando su condición física o puede estar la modalidad virtual (paciente estandarizado virtual). De esta manera, los estudiantes pueden entrenar las habilidades de anamnesis, comunicación, asesoramiento al paciente, educación para la salud y exploración física en una situación clínica simulada segura. El paciente simulado (paciente estandarizado) es un método de aprendizaje dinámico que se utiliza en sesiones de enseñanza interactivas para mejorar la conducta profesional del estudiante, como en la situación real. También se utiliza en exámenes clínicos, como el examen clínico objetivo estructurado (ECOE), para evaluar las habilidades clínicas y de comunicación adquiridas. Además, el paciente estandarizado puede utilizarse en combinación con un entrenador de tareas parciales específico en sesiones de simulación para lograr un mayor realismo del escenario simulado, con un desafío adicional para los estudiantes, como el desarrollo de una habilidad técnica. Por lo tanto, este tipo de simulación se denomina simulación híbrida⁽¹³⁾.

Además, el trabajo del paciente estandarizado se considera arduo porque requiere un alto nivel de rendimiento, y no es un trabajo para todos. Por lo tanto, el paciente estandarizado debe caracterizarse por una mente y un cuerpo sanos, inteligencia, fiabilidad, prontitud, buena memoria, capacidad de escucha y comprensión, competencia de concentración y respuesta rápida durante el entrenamiento y las reuniones, flexibilidad, puntualidad, excelentes habilidades de comunicación verbal y escrita, estabilidad emocional, espíritu honorable y buena articulación⁽¹⁴⁾.

Los candidatos para el puesto de paciente estandarizado pueden ser de diferentes edades y trayectorias profesionales, pero deben tener un deseo creíble de ayudar a los participantes a aprender. El paciente simulado debe reconocer que es un paciente reproducible que puede proporcionar un historial médico y simular sus hallazgos físicos asociados con el mismo lenguaje corporal y emociones del paciente real en la situación real. Además, el paciente simulado puede ser una persona común, un actor, un enfermero o un profesional de la salud, pero debe recibir una buena formación sobre problemas de salud específicos (quejas), como dolor abdominal o situaciones emocionales como la muerte de un hijo. El voluntario también puede utilizarse como paciente estandarizado, independientemente de su condición física normal o anormal⁽¹⁵⁾.

En el ambiente del Congreso del Colegio Mexicano de Anestesiología se llevó a cabo un paciente estandarizado con obesidad mórbida y se realizó su plan anestésico con anestesia total intravenosa, calculando los fármacos a peso ajustado y usando un simulador de alta fidelidad para realizar

la actividad con monitor de signos vitales, profundidad del estado anestésico y trastornos hemodinámicos presentados durante las intervenciones.

¿CÓMO REALIZAR UNA SIMULACIÓN DE ENTRENAMIENTO Y COMPETENCIAS?

Inicialmente, comprender la Pirámide de Competencias de Miller puede ayudar a trazar el camino para el óptimo desarrollo de la sesión de capacitación de simulación, ya que determina el rol del aprendiz y del instructor. Según la Pirámide de Competencias de Miller, el aprendiz debe avanzar de una etapa a otra para alcanzar el dominio de la habilidad, como se indica a continuación:

- Sabe «Aprender conocimientos».
- Sabe cómo «Usar los conocimientos adquiridos».
- Muestra «Cómo usar los conocimientos».
- Se «Practica».

El formador también debe seguir las mismas etapas para ayudar al alumno a perfeccionar la habilidad, como se indica a continuación:

- Conoce el «Contenido a enseñar».
- Sabe cómo «Enseñar».
- Muestra «La enseñanza se imparte».
- Se «Enseña eficazmente»⁽¹⁶⁾.

Existen muchas formas de diseñar sesiones de formación. Algunos prefieren diseñar una sesión de formación sencilla para una técnica manual única que represente una forma común de contacto directo del estudiante con el paciente, como la venopunción. Otros prefieren una sesión compleja que permita el desarrollo acumulativo de habilidades, la gestión del tiempo y la multitarea, donde las actividades pueden variar y progresar desde procedimientos manuales hasta semiautomatizados o totalmente automatizados, o desde técnicas únicas a múltiples, como un estudio de caso complejo mediante un simulador de alta fidelidad⁽¹⁷⁾.

Se debe realizar una fase preparatoria antes del inicio de cualquier sesión de capacitación. Inicialmente, los estudiantes deben dividirse en grupos pequeños; cada grupo consta de diez estudiantes como número óptimo y máximo para una sesión de capacitación adecuada y efectiva. En segundo lugar, se debe elegir un facilitador (instructor) cualificado y bien capacitado para cada grupo. En tercer lugar, la selección de habilidades para la sesión de simulación se realiza según criterios específicos. Estas habilidades seleccionadas deben integrarse con los objetivos del currículo en su conjunto y con cada módulo educativo específico. También debe complementarse con el campo clínico, donde es difícil realizar tareas como un examen

per rectal, la inserción de una sonda urinaria o un examen vaginal; también debe tener un punto en común con el campo clínico, como la medición de la presión arterial. Además, las habilidades seleccionadas deben priorizarse según los objetivos del programa y requieren tiempo para que el estudiante las practique (repetición)⁽¹⁸⁾.

Cabe destacar que la preparación del estudiante para una sesión de simulación es esencial para el éxito de la misma. En este contexto, la preparación del estudiante incluye diversos aspectos, como una breve conferencia para explicar los fundamentos anatómicos científicos de la habilidad, la visualización de un video para demostrar la técnica específica que debería ser un estándar ideal, un material de repaso sobre la teoría relacionada con el procedimiento o un seminario relacionado con la técnica específica⁽¹⁹⁾. La fase práctica es una sesión de entrenamiento real que brinda a los estudiantes la oportunidad de realizar el procedimiento de la habilidad bajo la supervisión del instructor (facilitador). Inicialmente, el facilitador comienza a realizar los pasos prácticos de la habilidad en el simulador (maniquí o paciente estandarizado) de acuerdo con la lista de verificación de habilidades que debe tener cada estudiante en la sesión. El instructor (facilitador) debe explicar los pasos mientras, simultáneamente, sus manos realizan el procedimiento para evitar que la sesión de entrenamiento se altere. En una clase magistral, cada estudiante debe realizar el mismo procedimiento en el simulador bajo la observación de sus compañeros y del facilitador, quien corrige los errores inmediatamente. Todos los estudiantes del grupo deben repetir el mismo procedimiento de manera secuencial, no en paralelo, para mantener un alto nivel de práctica a través del aprendizaje de los errores de sus compañeros, lo que promueve el valor del aprendizaje, la práctica reflexiva, el pensamiento crítico y la evaluación. Algunos prefieren que todos los estudiantes realicen las mismas actividades de capacitación al mismo tiempo, si hay disponibilidad de simuladores y otras herramientas de capacitación, pero esta dirección en la capacitación no se recomienda porque no brinda a los estudiantes la oportunidad de observar la repetición de la práctica realizada por sus compañeros. Sin embargo, si los estudiantes trabajan en un caso práctico utilizando un simulador avanzado, pueden discutir y compartir los conocimientos relacionados y luego repasar las actividades de aprendizaje al final de la sesión⁽²⁰⁾.

LIMITACIONES DE LA SIMULACIÓN EN ANESTESIA

Existen muchos obstáculos al usar la simulación en la educación médica. En primer lugar, sus herramientas no son tan diversas como las humanas y, por lo tanto, no simula la situación real con precisión (baja fidelidad), además de su alto costo y la necesidad de una infraestructura adecuada para implementar una nueva tecnología de simulación. Por lo tanto,

la implementación del curso de simulación en el currículo de medicina requerirá una gran inversión. En segundo lugar, la práctica en los centros de simulación genera cambios en el comportamiento del estudiante que no ocurren en la situación clínica.

A pesar de las ventajas mencionadas, es necesario reconocer las limitaciones de la simulación. Una de las críticas es la capacidad de un simulador para reproducir situaciones reales. En el ámbito sanitario, debemos ser conscientes de las diferencias entre la anatomía simulada y la real del paciente para aprovechar al máximo los beneficios de dicho entrenamiento⁽²¹⁾.

CONCLUSIÓN

El aprendizaje basado en simulación ayuda a los estudiantes a adquirir numerosas habilidades como el profesionalismo, la comunicación, la autoevaluación, la gestión del tiempo y el trabajo en equipo. La aplicación ofrece los mejores estándares para la atención y seguridad del paciente, su autonomía y la justicia social. La simulación puede clasificarse en humana o no humana, según el tipo o la fidelidad. Se deben aplicar criterios y pasos específicos para lograr una implementación exitosa de la simulación en la educación médica. Sin embargo, su aplicación en la educación médica aún enfrenta numerosos desafíos y obstáculos.

REFERENCIAS

1. Elshama SS. How to Develop Medical Education (Implementation View). 1st ed. Germany: Scholars' Press; 2016.
2. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ*. 2010;44:50-63. doi: 10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x
3. Datta CR, Upadhyay BKK, Jaideep SCC. Simulation and its role in medical education. *Med J Armed Forces India*. 2012;68:167-172. doi: 10.1016/S0377-1237(12)60040-9
4. Cook DA, Hamstra SJ, Brydges R, Zendjes B, Szostek JH, Wang AT, et al. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: Systematic review and meta-analysis. *Med Teach*. 2013;35:867-698. doi: 10.3109/0142159X.2012.714886
5. The Merriam-Webster Dictionary. Springfield, Massachusetts: Merriam-Webster Inc; 1995.
6. Ypinazar VA, Margolis SA. Clinical simulators: applications and implications for rural medical education. *Rural Remote Health*. 2006;6:527.
7. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - A continuum of medical education? *Med Educ*. 2003;37:22-28. doi: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x
8. Yaeger KA, Halamek LP, Coyle M, Murphy A, Anderson J, Boyle K, et al. High-fidelity simulation-based training in neonatal nursing. *Adv Neonatal Care*. 2004;4:326-331. doi: 10.1016/j.adnc.2004.09.009
9. Lewis R, Strachan A, Smith MM. Is high fidelity simulation the most effective method for the development of non-technical skills in nursing? A review of the current evidence. *Open Nurs J*. 2012;6:82-89. doi: 10.2174/1874434601206010082
10. La Cerra C, Dante A, Caponnetto V, Franconi I, Gaxhja E, Petrucci C. Effects of high-fidelity simulation based on life-

- threatening clinical condition scenarios on learning outcomes of undergraduate and postgraduate nursing students: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9:e025306. doi: 10.1136/bmjopen-2018-025306
- 11. Armenia S, Thangamathesvaran L, Caine AD, King N, Kunac A, Merchant AM. The role of high-fidelity team-based simulation in acute care settings: a systematic review. *Surg J (N Y)*. 2018;4:136-151. doi: 10.1055/s-0038-13. 1667315
 - 12. Warren JN, Luctkar-Flude M, Godfrey C, Lukewich J. A systematic review of the effectiveness of simulation-based education on satisfaction and learning outcomes in nurse practitioner programs. *Nurse Educ Today*. 2016;46:99-108. doi: 10.1016/j.nedt.2016.08.023
 - 13. Grand'Maison P, Brailovsky CA, Lescop J, Rainsberry P. Using standardized patients in licensing/certification examinations: comparison of two tests in Canada. *Fam Med*. 1997;29:27-32.
 - 14. Berenson LD, Goodill SW, Wenger S. Standardized patient feedback: making it work across disciplines. *J Allied Health*. 2012;41:27-31.
 - 15. Walker ST, Weidner T, Armstrong KJ. Standardized patient encounters and individual case-based simulations improve students' confidence and promote reflection: a preliminary study. *Athl Train Educ J*. 2015;10:130-137. doi: 10.4085/1002130
 - 16. Salas E, Wildman JL, Piccolo RF. Using simulation-based training to enhance management education. *Acad Manag Learn Educ*. 2009;8:559-573. doi: 10.5465/AMLE.2009.47785474
 - 17. Sellberg C, Lindmark O, Rystedt H. Learning to navigate: the centrality of instructions and assessments for developing students' professional competencies in simulator-based training. *WMU J Marit Affairs*. 2018;17:249-265. doi: 10.1007/s13437-018-0139-2
 - 18. Offiah G, Ekpoto LP, Murphy S, Kane D, Gordon A, O'Sullivan M. Evaluation of medical student retention of clinical skills following simulation training. *BMC Med Educ* 2019;19:263. doi: 10.1186/s12909-019-1663-2
 - 19. Labuschagne MJ, Nel MM, Nel PPC, Van Zyl GJ. Recommendations for the establishment of a clinical simulation unit to train South African medical students. *Afr J Health Prof Educ*. 2014;6:138-142. doi: 10.7196/ajhpe.345
 - 20. Dieckmann P, Zeltner LG, Helso A. Hand-it-on: an innovative simulation on the relation of non-technical skills to healthcare. *Adv Simul (London)*. 2016;1:30. doi: 10.1186/s41077-016-0031-0
 - 21. Hesselfeldt R, Kristensen MS, Rasmussen LS. Evaluation of the airway of SimMan full-scale patient simulator. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2005;49:1339-1345.



Recibido: 07-04-2025
Aceptado: 15-05-2025

Simulación en el manejo de la vía aérea: revisión de su impacto en la formación clínica

Simulation in airway management: a review of its impact on clinical training

Dr. J Sebastián Espino-Núñez,*‡§ Dr. Delwyn Cordero-Luna,*¶
Dr. Gamaliel Velazco-González,‡ Dr. Rodrigo Rubio-Martínez*‡||

Citar como: Espino-Núñez JS, Cordero-Luna D, Velazco-González G, Rubio-Martínez R. Simulación en el manejo de la vía aérea: revisión de su impacto en la formación clínica. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 159-164. <https://dx.doi.org/10.35366/120421>

Palabras clave:

simulación médica, vía aérea, anestesiología, habilidades clínicas, educación médica.

Keywords:

medical simulation, airway management, anesthesiology, clinical skills, medical education.

* The American British Cowdry Medical Center IAP. Ciudad de México, México.

† Médico adscrito al Servicio de Anestesiología.

‡ Profesor de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey.

§ Coordinador del Servicio de Anestesiología, Campus Santa Fe. Coordinador del Taller «Manejo Multimodal de la Vía Aérea Difícil». Colegio Mexicano de Anestesiología.

|| Director del Centro de Desarrollo.

Correspondencia:
Dr. Rodrigo Rubio Martínez
E-mail: rodrigorubio@me.com



RESUMEN. **Introducción:** el manejo de la vía aérea es una competencia crítica en anestesiología y otras especialidades. La simulación se ha consolidado como una herramienta ética y eficaz para su enseñanza. **Objetivo:** analizar el papel de la simulación en la adquisición de habilidades técnicas y no técnicas para el manejo de la vía aérea. **Desarrollo:** se revisa la evolución histórica de la simulación, los tipos de simuladores disponibles y su aplicación en habilidades específicas como la ventilación manual, laringoscopía, videolaringoscopía, dispositivos supraglóticos, vía quirúrgica y broncoscopia. Se analizan además sus beneficios en la práctica deliberada, la retención de habilidades y el entrenamiento en factores humanos. **Conclusiones:** la simulación es una estrategia educativa clave para la enseñanza segura del manejo de la vía aérea. Su uso debe ir acompañado de metodologías estructuradas y facilitadores capacitados para lograr una transferencia efectiva a la práctica clínica.

ABSTRACT. **Introduction:** airway management is a critical skill in anesthesiology and other specialties. Simulation has become an ethical and effective tool for its instruction. **Objective:** to analyze the role of simulation in acquiring both technical and non-technical skills for airway management. **Development:** this review explores the historical background of simulation, the types of simulators, and their use in specific airway techniques including manual ventilation, laryngoscopy, video laryngoscopy, supraglottic devices, surgical airways, and bronchoscopy. It also addresses its value in deliberate practice, skill retention, and training in human factors. **Conclusions:** simulation is an essential educational strategy for the safe instruction of airway management. Its implementation must be supported by structured methodology and trained facilitators to ensure effective translation to clinical practice.

INTRODUCCIÓN

En medicina nos guiamos por principios bioéticos y entre ellos está «primum non nocere». El gran dilema de la educación en el entrenamiento de las habilidades necesarias para la formación de los médicos, como el manejo de vía aérea, está en la necesidad de entrenar a nuevos profesionales y a la vez el de cumplir con el imperativo ético⁽¹⁾. Este dilema ha abierto una puerta a la simulación para generar habilidades y experiencia sin poner al paciente en riesgo de daño⁽²⁻⁴⁾. La simulación se define como una herramienta educativa capaz de recrear escenarios reales, la cual ha demostrado efectividad en la transferencia de comportamientos, habilidades y conocimientos a la práctica clínica⁽⁵⁾.

El entrenamiento basado en simulación es utilizado ampliamente en la educación de los profesionales de la salud. En el área de la salud existen diferentes tipos de simuladores, cuyo objetivo principal se centra en reproducir con cierto grado de precisión y fidelidad algún aspecto de la vida real que se quiera simular. El rápido desarrollo de la tecnología ha permitido la formación no sólo de habilidades técnicas más avanzadas, como laparoscopía y endoscopía, sino también el de habilidades no técnicas⁽⁶⁾.

El doctor David Gaba hace énfasis al destacar que la simulación no es una tecnología, sino una técnica⁽⁷⁾. Para el éxito de una actividad de simulación se requiere considerar las dimensiones de la metodología, la cual comprende el propósito



de la simulación, el nivel de educación y experiencia de los participantes, la tecnología requerida, el sitio de la simulación, etcétera. La simulación en la similitud del escenario comparado con la vida real permite observar la habilidad técnica y áreas menos exploradas como el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas, así como el uso efectivo de los recursos con los que se cuentan⁽⁸⁾.

HISTORIA

En la segunda mitad de la década de 1950, el anestesiólogo Peter Safar fue pionero en el desarrollo de simuladores. Su colaboración con el Dr. Bjorn Lind y la alianza con el creador de juguetes Asmund Laerdal trajo al área de educación médica el Resusci-Anne, el cual fue el primer maniquí de reanimación ampliamente comercializado en el mundo^(9,10).

Para 1995 existían solamente dos simuladores humanos en el mercado con un costo de alrededor de 250 mil dólares. El centro de simulación de la Universidad de Pittsburg desarrolló una alternativa a sólo 10% del costo, que fue patentada y adquirida por la compañía Laerdal⁽¹¹⁾. Por su cuenta, el Dr. David Gaba en 1988 publicaba su experiencia con la recreación de escenarios de simulación en un quirófano. En estos escenarios utilizaba monitores e instrumentos usados en la práctica clínica para crear experiencias de práctica y aprendizaje⁽¹²⁾.

PRÁCTICA DELIBERADA

En 2003, Anders Ericsson fue invitado a dirigirse a la Asociación Americana de Colegios de Medicina. Su mensaje inicia con una reflexión importante: «nadie se convierte en profesional destacado sin experiencia, pero una experiencia extensa no dirige invariablemente a que las personas sean expertas»⁽¹³⁾. El mayor determinante de la experiencia no es el tiempo que se le dedica a una profesión o trabajo, sino el tiempo que se le dedica a revisar aspectos específicos del desempeño. La diferencia entre trabajo, juego y entrenamiento, es que el entrenamiento es una actividad estructurada con el objetivo de mejorar la habilidad en algún tema⁽¹⁴⁾.

Es justo esta diferenciación la que hace a la práctica deliberada una técnica ideal para la adquisición de habilidades y su perfeccionamiento en el tiempo⁽¹⁵⁾. La simulación es una gran herramienta para la práctica deliberada. Permite generar escenarios con un objetivo claro que es parte esencial de la práctica deliberada. Por ejemplo: para mejorar la inserción del laringoscopio en la boca se puede usar un maniquí en el que la habilidad es repetida explorando las particularidades de ésta. En este ejemplo hablamos de sólo una porción de una habilidad, la laringoscopía. Sin embargo, la práctica deliberada no es el mero hecho de repetir hasta el cansancio⁽¹⁵⁾.

Se ha planteado que deben existir cuatro principios dentro de la práctica deliberada:

1. Repetición de la habilidad cognitiva o psicomotora.
2. Rigurosa evaluación de la habilidad.
3. Retroalimentación específica e informativa.
4. Mejoría en la realización de la habilidad.

Estos principios concentran la necesidad de crear desenlaces para cada habilidad que deseamos practicar. Por ejemplo: intubación al primer intento, tiempo requerido para intubar o, en simuladores más sofisticados, la fuerza y el ángulo de ésta ejercida en la vía aérea. Una ventaja de la simulación en comparación con la práctica clínica es la posibilidad de estandarizar las mediciones y, por lo tanto, las evaluaciones de una habilidad técnica o cognitiva⁽⁴⁾. En 2014 Kennedy y colaboradores publicaron una revisión sistemática enfocada en evaluar el entrenamiento en vía aérea por simuladores⁽¹⁶⁾. Incluyeron 76 estudios que en conjunto sumaban más de 5,200 participantes evaluados. Los estudios eran muy heterogéneos entre sí. Pero en general, se concluyó que la simulación es superior para la evaluación de desenlaces educativos específicos en el entrenamiento de vía aérea.

SIMULACIÓN Y DESTREZAS DE LA VÍA AÉREA

Diversos estudios describen planes curriculares que utilizan una gran variedad de modalidades de simulación en la que se incluyen los entrenadores de tareas, simulación basada en maniquí, realidad virtual; simulación in situ, entre otras. Por lo tanto, el entrenamiento en el manejo de la vía aérea con el uso de simulación es por excelencia el método que con mayor frecuencia se utiliza en instituciones educativas y algunas instituciones de salud^(17,18).

La generación de habilidades técnicas específicas ha sido el objetivo más buscado en la simulación médica⁽¹⁹⁾. Para tal efecto tenemos a los entrenadores de tareas a través de modelos anatómicos, simuladores hapticos, de realidad virtual, etcétera. Podemos entrenar tareas específicas, un ejemplo es el simulador virtual de broncoscopía.

En general, los resultados apuntan a un buen desempeño del entrenamiento en simuladores para la adquisición de habilidades técnicas a pesar de encontrar una gran heterogeneidad entre los estudios incluidos. Los simuladores para vía aérea disponibles en el mercado son diversos y una característica que comparten es la limitada similitud con la anatomía humana, así lo comprobaron Blackburn y colaboradores al comparar el diseño de éstos con estudios de imagen de una variada muestra de humanos⁽²⁰⁾. Sin embargo, es irrefutable el beneficio de la simulación en cualquiera de sus presentaciones comparado con la ausencia de ella.

Simulación en ventilación manual

La ventilación manual con mascarilla es la habilidad más básica en el manejo de la vía aérea. Sin embargo, el desarrollo de

la habilidad se ha visto que requiere más entrenamiento que, por ejemplo, las mascarillas laringeas⁽⁴⁾. Lamentablemente, también se ha demostrado que aunque el entrenamiento en simuladores logre una ventilación exitosa, al trasladarlo a los pacientes la tasa de éxito no logra ser replicada⁽²¹⁾.

Las variaciones anatómicas y de materiales entre los simuladores disponibles y el humano pudieran ser la barrera para la transferencia de habilidad del simulador a la práctica clínica⁽⁶⁾. La ventilación manual puede ser más efectiva al realizarse con dos proveedores y así se ha demostrado en estudios en pacientes y con simuladores⁽²²⁻²⁵⁾. Se ha desarrollado un simulador específico para ventilación manual que pueden ajustar sus niveles de dificultad. Sin embargo, no ha sido ampliamente distribuido⁽²⁶⁾. El acompañamiento de la ventilación manual con mascarilla de una cánula orofaríngea o nasofaríngea podría ser el mejor facilitador de la destreza en un paciente real.

La cánula orofaríngea, descrita en 1933 por Ernest Guedel, ha sido una herramienta esencial de quien maneja la vía aérea desde primeros auxilios hasta la terapia intensiva⁽²⁷⁾. La evidencia detrás de su entrenamiento es difícil de traducir de la sala de simulación a la práctica clínica. Esto debido a las mismas limitantes de la transferencia de otras habilidades: la diferencia en los materiales de los maniquíes y su respuesta a la manipulación en comparación con el paciente real.

Simulación en laringoscopía directa y videolaringoscopía

Se ha estudiado la curva de aprendizaje de la intubación orotraqueal con laringoscopía directa por muchos años. Una de las publicaciones más recientes en una revisión de los artículos publicados corroboró que en promedio se requieren 50 laringoscopías directas para lograr un éxito mayor al 90% en no más de dos intentos⁽²⁸⁾. Para el anestesiólogo este número es muy fácil de obtener en las etapas iniciales de su entrenamiento. Sin embargo, para otros profesionales de la salud que tienen la intubación como parte de su currículo este número puede no ser tan fácil de obtener. Es en esas circunstancias que la simulación pudiera acercar al profesional de la salud a un nivel de desempeño más apto para la práctica clínica^(29,30). Además, la intubación orotraqueal es como cualquier habilidad susceptible a decaer en su proyección con la falta de práctica. Aquí entonces otra área de oportunidad para el uso de la simulación en la retención de habilidades⁽³¹⁾.

El entrenamiento con simuladores de intubación endotraqueal se ha explorado con simuladores de realidad virtual⁽³²⁾. Para la realización de esta técnica se requiere una interfaz haptica que ayude a retroalimentar en resistencia y calidad de los tejidos al que realiza la intubación.

En una revisión sistemática, Vanderbilt y colaboradores concluyeron que la simulación es útil para la enseñanza de la intubación con videolaringoscopio⁽³³⁾. Dicha técnica se ha

asociado con menores tiempos y mayor éxito al primer intento en comparación con la laringoscopía directa⁽³⁴⁻³⁶⁾. Incluso hay una tendencia de ciertos profesionales a utilizarla de primera línea en la intubación orotraqueal⁽³⁷⁾.

La mejor manera de reconocer la utilidad de la simulación para el desarrollo o la mejora de la habilidad de intubación es realizar estudios con desenlaces en pacientes reales. Esto es el transporte de un escenario ficticio al real y observando el desempeño. Sin embargo, estos estudios son pocos y con metodologías heterogéneas. En seis estudios que evaluaron en pacientes los resultados de la simulación, cuatro reportaron como desenlace solamente el éxito de la intubación⁽³⁸⁾.

Simulación en dispositivos supraglóticos

Los dispositivos supraglóticos (DSG) comprenden una gamma de instrumentos que tienen el objetivo de facilitar la oxigenación y la ventilación.

Debido a que los dispositivos supraglóticos se pueden colocar a ciegas y además generar una conversión segura a la colocación de una vía aérea definitiva se han vuelto parte de los protocolos de reanimación actuales, así como de la práctica anestésica rutinaria^(39,40). Las ventajas incluyen mayor presión de sellado, el evitar la movilización del cuello y, en algunos casos, hasta el drenaje del contenido gástrico.

Existe una variada disponibilidad de dispositivos supraglóticos, así como de maniquíes para la práctica de habilidades de vía aérea y se han comparado para determinar su funcionalidad en entrenamiento⁽⁴¹⁾. La mascarilla laringea es el dispositivo más conocido y utilizado de esta categoría y su inserción es consistentemente efectiva. En un estudio que comparó, entre no expertos, la inserción de un modelo de mascarilla laringea, tanto en maniquíes como en pacientes, el éxito al primer intento fue mayor al 80%⁽⁴²⁾.

Simulación en fibrobroncoscopia

Las oportunidades para realizar una fibrobroncoscopia en sala de operaciones han disminuido en la última década con la introducción de los videolaringoscopios y los DSG. Esto, como consecuencia, ha generado pérdida en el desarrollo y el mantenimiento de las habilidades para llevar a cabo una intubación endotraqueal con esta técnica. El uso de simulación en fibrobroncoscopia existe actualmente en dos tipos: simuladores virtuales de alta fidelidad y simuladores físicos de baja fidelidad⁽⁴³⁾. El costo de estos diferentes tipos de simulador es la mayor diferencia y no se ha evidenciado que uno sea superior al otro⁽⁴⁴⁻⁴⁷⁾.

En 1988, Ovassapian integraba y comparaba la simulación a la educación tradicional en la intubación con fibroscopio⁽⁴⁸⁾. A pesar de la variabilidad en los simuladores disponibles, la ventaja de la simulación en el contexto de una exposición clínica limitada es difícil de refutar⁽⁴⁹⁾.

Baker y colaboradores desarrollaron el simulador de realidad virtual OSRIM, el cual incorpora pacientes virtuales con vía aérea difícil. Este sistema consiste en componentes de hardware y software que interactúan para crear simulaciones de realidad virtual de alta fidelidad. Cuenta con la ventaja de que la inserción puede ser oral o nasal y el programa provee una grabación, retroalimentación y medición de todos los datos clínicos relevantes para cada caso⁽⁵⁰⁾.

La impresión en tercera dimensión también conocida como manufactura aditiva ha traído importantes avances con relación a la práctica médica. Aunque se usa un solo término para conjugar todas las aplicaciones 3D, realmente existen múltiples tipos de impresiones y tecnologías⁽⁵¹⁾. Cada tecnología presenta sus ventajas y desventajas. También pueden representar un amplio rango de costos. La técnica más comúnmente utilizada se llama modelado de deposición fundida y puede ser utilizada con múltiples tipos de plásticos o polímeros⁽⁵²⁾. Bustamante y colaboradores usaron impresión 3D basada en la tomografía de dos pacientes para comparar la fibrobroncoscopia simulada con la realizada en los pacientes. Uno de ellos tenía anatomía traqueobronquial dentro de parámetros normales. El segundo paciente tenía una entrada al lóbulo superior derecho temprana. En las imágenes obtenidas por fibrobroncoscopia el modelo impreso en 3D fue comparable con los hallazgos en los pacientes reales⁽⁵³⁾.

Simulación en vía quirúrgica

La falla para oxigenar un paciente es un evento catastrófico. La situación de no puedo ventilarlo y no puedo intubarlo (CICO, por sus siglas en inglés: *Can't Intubate, Can't Oxygenate*), aunque su incidencia es baja, tiene un efecto significativo en el desenlace del paciente. Por lo anteriormente mencionado es primordial que los anestesiólogos tengan la destreza necesaria para la realización de una vía aérea quirúrgica, la cual debe ser parte del currículum de quienes entran en manejo de vía aérea⁽³⁾. En una encuesta publicada en una revista arbitrada, se identificó que de los programas que incluyen la enseñanza de la técnica quirúrgica de la vía aérea el 57% y lo hacían con apoyo de simuladores⁽⁴⁾, los cuales varían en realismo. Existen métodos baratos y sencillos de construir un simulador y, aunque estén limitados en su veracidad anatómica, pueden ser de utilidad para la familiarización con el equipo⁽⁵⁾.

Iverson y colaboradores compararon el éxito de la cricotiroidotomía en cadáveres humanos entre médicos entrenados con dos diferentes estrategias. El primer grupo fue entrenado en modelos animales con cerdos y el segundo con modelos de simulador. El grupo entrenado con simulador tuvo mejores resultados, aunque la diferencia medida no fue estadísticamente significativa debido posiblemente al pequeño número de participantes⁽⁵⁴⁾.

Por el otro lado, Takayesu y asociados compararon el uso de cadáveres contra simuladores para el desarrollo de la

técnica. La mayor desventaja de este estudio es que la métrica que utilizaron fue una encuesta subjetiva y favoreció al empleo de cadáveres entre los participantes para el desarrollo de confianza para la realización del procedimiento⁽⁵⁵⁾.

La utilidad de simuladores de diferente calidad y precio ha sido establecida para adquirir habilidades técnicas sobre vía aérea quirúrgica, pero debido a su baja incidencia no permite la validación con la práctica clínica. En 2018 se publicó la experiencia inicial con el uso de una aplicación en celular para el reporte de casos de vía aérea quirúrgica⁽⁵⁶⁾. En el reporte no se explica la técnica utilizada y éste es un punto importante ya que los resultados obtenidos pueden servir para guiar el futuro entrenamiento en las técnicas y éstas puedan ser llevadas a la práctica clínica.

Por otro lado, la simulación es una herramienta de alto impacto para el entrenamiento de habilidades no técnicas que permitan la identificación, decisión y resolución de la situación clínica en la que la vía aérea quirúrgica debe realizarse^(57,58). Como se demostró en el NAP4 (*4th National Audit Project*), los factores humanos son extremadamente relevantes en el retraso de acciones claramente benéficas como la cricotiroidotomía en una situación de no poder ventilar y no poder intubar como se mencionó anteriormente⁽⁵⁹⁾.

Habilidades no técnicas en vía aérea

La calidad y seguridad en salud depende de complejas interacciones entre la competencia individual y del sistema de salud⁽⁶⁰⁾. Para mediados de los 90, el Dr. David Gaba toma conceptos de la simulación en aviación y posteriormente los de gestión de los recursos en crisis para aplicarlos en la sala de operaciones con la finalidad de mejorar el entrenamiento de médicos anestesiólogos y así conseguir una mayor seguridad del paciente⁽⁶¹⁾. El reporte NAP4 en el Reino Unido nuevamente trajo a la atención de todos que el factor humano juega un rol muy importante en los eventos adversos relacionados con el manejo de la vía aérea⁽⁵⁹⁾. Incluso en un estudio basado en entrevistas a médicos que reportaron casos en el NAP4, se profundizó en el rol de factores como la conciencia situacional, el cansancio, la presión de tiempo y otros factores como agravantes de una complicación en el manejo de la vía aérea⁽⁶²⁾.

Los factores humanos que intervienen en la toma de decisiones en un escenario de cuidado de la salud, como lo es el manejo de la vía aérea, se pueden clasificar en: individuales, del equipo, del entorno y de la organización o institución⁽⁶³⁾. El mayor ejemplo de intervención para disminuir el impacto del error humano en salud es la aplicación de la lista de cotejo de cirugía segura⁽⁶⁴⁾. También se han diseñado esquemas que sirvan de evaluación y marco de entrenamiento para enfatizar en factores humanos y habilidades no técnicas.

Las habilidades no técnicas pueden definirse como las herramientas cognitivas sociales y personales que contribuyen

a la eficiente y segura realización de una tarea. En 1999, Flin y Glavin diseñaron un esquema para clasificar las habilidades no técnicas de la anestesiología. Las dividieron en cuatro categorías: conciencia situacional, toma de decisiones, trabajo en equipo y administración de tareas⁽⁶⁵⁾. Cada categoría tiene elementos que se pueden evaluar en una escala del uno al cuatro. Con este esquema se han diseñado cursos de administración de recursos en crisis en anestesia y se ha utilizado también como evaluación del desempeño en el área de trabajo.

CONCLUSIÓN

Bajo el principio ético: «primero no hacer daño», resulta fundamental la técnica de simulación, ya que disminuye el daño innecesario y aumenta la seguridad en los pacientes.

Para los educadores en el área de la salud resulta sumamente útil la técnica de simulación, ya que, a través de diferentes estudios, se ha comprobado su utilidad en la transferencia del conocimiento de los escenarios simulados a la clínica, obteniendo resultados favorables en la mejora de habilidades técnicas. Sin embargo, la simulación también ha encontrado un lugar favorable en el entrenamiento de habilidades no técnicas, como el trabajo en equipo, liderazgo y comunicación entre otras. Para obtener estos resultados se debe llevar a cabo la metodología con la técnica de simulación. Esto es lo que ha hecho que los resultados sean favorables y para esto se requiere que el personal que realiza el evento esté capacitado.

REFERENCIAS

- McCarthy S, Cooper RM. A primer on the ethics of teaching and learning in airway management. *Anaesthesia*. 2018;73(8):940-945. doi: 10.1111/anae.14313.
- Ziv A, Root Wolpe P, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med*. 2003;78:783-788. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12915366/>
- Weller JM, Bloch M, Young S, et al. Evaluation of high fidelity patient simulator in assessment of performance of anaesthetists. *Br J Anaesth*. 2003;90:43-47. doi: 10.1093/bja/aeg002.
- Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ*. 2003;37:22-28. doi: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x.
- Rubio MR, Villa PJM, Méndez GE, Hernández AAL. Retos de la simulación médica en el posgrado de la Facultad de Medicina de la UNAM. *Rev la Fac Med UNAM*. 2017;60:64-75. Disponible en: <https://www.medicgraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=77111>
- Moller TP, Ostergaard D, Lippert A. Facts and fiction - Training in centres or in situ. *Trends Anaesth Crit Care*. 2012;2:174-179. doi: 10.1016/j.tacc.2012.03.006.
- Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004;13 Suppl 1:i2-10. doi: 10.1136/qshc.2004.009878.
- Rodríguez-Zepeda JM, Rubio-Martínez R, Méndez-Gutiérrez E, Mahendra V. Simulación clínica en anestesiología pediátrica. *Rev Mex Anestesiol*. 2018;41:S211-S214.
- Grenvik A, Schaefer J. From resusci-anne to sim-man: the evolution of simulators in medicine. *Crit Care Med*. 2004;32:S56-S57. doi: 10.1097/00003246-20040201-00010.
- Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S Jr, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med*. 2009;76:330-343. doi: 10.1002/msj.20127.
- Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J*. 2008;84:563-570. doi: 10.1136/qshc.2004.009886.
- Gaba DM, DeAnda A. A comprehensive anesthesia simulator environment: re-creating the operating room for research and training. *Anesthesiology*. 1988;69:387-394.
- Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med*. 2003;79:S70-S81.
- Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Romer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol Rev*. 1993;100:363-406. doi: 10.1037/0033-295x.100.3.363.
- Duvivier RJ, van Dalen J, Muijtjens AM, Moulaert VR, van der Vleuten CP, Scherpelbier AJ. The role of deliberate practice in the acquisition of clinical skills. *BMC Med Educ*. 2011;11:101. doi: 10.1186/1472-6920-11-101.
- Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2014;42:169-178. doi: 10.1097/CCM.0b013e31829a721f.
- Wang EE, Quinones J, Fitch MT, et al. Developing technical expertise in emergency medicine--the role of simulation in procedural skill acquisition. *Acad Emerg Med*. 2008;15:1046-1057. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00218.x.
- Murray DJ. Progress in simulation education: developing an anesthesia curriculum. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2014;27:610-615. doi: 10.1097/ACO.0000000000000125.
- McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ*. 2010;44:50-63. doi: 10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x.
- Blackburn MB, Wang SC, Ross BE, et al. Anatomic accuracy of airway training manikins compared with humans. *Anaesthesia*. 2021;76:366-372. doi: 10.1111/anae.15238.
- Russo SG, Bollinger M, Strack M, Crozier TA, Bauer M, Heuer JF. Transfer of airway skills from manikin training to patient: Success of ventilation with facemask or LMA-Supreme(TM) by medical students. *Anaesthesia*. 2013;68:1124-1131. doi: 10.1111/anae.12367.
- Hart D, Reardon R, Ward C, Miner J. Face mask ventilation: a comparison of three techniques. *J Emerg Med*. 2013;44:1028-1033. doi: 10.1016/j.jemermed.2012.11.005.
- Althunayyan SM, Alotaibi RN, Aljanoubi MA, Alharthi MZ, Mubarak AM, Al-Otaibi AM. Comparison of the effectiveness and comfort level of two commonly used mask ventilation techniques in a model. *Respir Care*. 2021;66:460-465. doi: 10.4187/respcare.07949.
- Fei M, Blair JL, Rice MJ, et al. Comparison of effectiveness of two commonly used two-handed mask ventilation techniques on unconscious apnoeic obese adults. *Br J Anaesth*. 2017;118:618-624. doi: 10.1093/bja/aex035.
- Joffe AM, Hetzel S, Liew EC. A two-handed jaw-thrust technique is superior to the one-handed "EC-clamp" technique for mask ventilation in the apneic unconscious person. *Anesthesiology*. 2010;113:873-889. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20808210/>
- Sudhir G, Stacey MR, Hampson M, Mecklenburgh J. Evaluation of the basic airway model, a novel mask ventilation training manikin. *Anaesthesia*. 2007;62:944-947. doi: 10.1111/j.1365-2044.2007.05151.x.
- Baskett TF. Arthur Guedel and the oropharyngeal airway. *Resuscitation*. 2004;63:3-5. doi: 10.1016/j.resuscitation.2004.07.004.
- Buis ML, Maissan IM, Hoeks SE, Klimek M, Stolker RJ. Defining the learning curve for endotracheal intubation using direct laryngoscopy: a systematic review. *Resuscitation*. 2016;99:63-71. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.11.005.

29. Owen H, Plummer JL. Improving learning of a clinical skill: the first year's experience of teaching endotracheal intubation in a clinical simulation facility. *Med Educ.* 2002;36:635-642.
30. Hall RE, Plant JR, Bands CJ, Wall AR, Kang J, Hall CA. Human patient simulation is effective for teaching paramedic students endotracheal intubation. *Acad Emerg Med.* 2005;12:850-855. doi: 10.1197/j.aem.2005.04.007.
31. Offiah G, Ekpoto LP, Murphy S, et al. Evaluation of medical student retention of clinical skills following simulation training. *BMC Med Educ.* 2019;19(1):263. doi: 10.1186/s12909-019-1663-2.
32. Mayrose J, Kesavadas T, Chugh K, Joshi D, Ellis DG. Utilization of virtual reality for endotracheal intubation training. *Resuscitation.* 2003;59:133-138. doi: 10.1016/S0300-9572(03)00179-5.
33. Vanderbilt AA, Mayglothling J, Pastis NJ, Franzen D. A review of the literature: Direct and video laryngoscopy with simulation as educational intervention. *Adv Med Educ Pract.* 2014;5:15-23. doi: 10.2147/AMEP.S51963.
34. Lascarrou JB, Boisrame-Helms J, Baily A, et al. Video laryngoscopy vs direct laryngoscopy on successful first-pass orotracheal intubation among ICU patients: a randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017;317:483-493. doi: 10.1001/jama.2016.20603.
35. Arulkumaran N, Lowe J, Ions R, Mendoza M, Bennett V, Dunser MW. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for emergency orotracheal intubation outside the operating room: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2018;120:712-724. doi: 10.1016/j.bja.2017.12.041.
36. Jaber S, De Jong A, Pelosi P, Cabrini L, Reignier J, Lascarrou JB. Videolaryngoscopy in critically ill patients. *Crit Care.* 2019;23:221. doi: 10.1186/s13054-019-2487-5.
37. Rothfield KP, Russo SG. Videolaryngoscopy: should it replace direct laryngoscopy? a pro-con debate. *J Clin Anesth.* 2012;24:593-597. doi: 10.1016/j.jclinane.2012.04.005.
38. Sun Y, Pan C, Li T, Gan TJ. Airway management education: Simulation based training versus non-simulation based training-A systematic review and meta-analyses. *BMC Anesthesiol.* 2017;17(1):17. doi: 10.1186/s12871-017-0313-7.
39. Benger JR, Kirby K, Black S, et al. Effect of a strategy of a supraglottic airway device vs tracheal intubation during out-of-hospital cardiac arrest on functional outcome the AIRWAYS-2 randomized clinical trial. *J Am Med Assoc.* 2018;320:779-791. doi: 10.1001/jama.2018.11597.
40. Kwanten LE, Madhivathanan P. Supraglottic airway devices: current and future uses. *Br J Hosp Med (Lond).* 2018;79:31-35. doi: 10.12968/hmed.2018.79.1.31.
41. Jackson KM, Cook TM. Evaluation of four airway training manikins as patient simulators for the insertion of eight types of supraglottic airway devices. *Anesthesia.* 2007;62:388-393. doi: 10.1111/j.1365-2044.2007.04983.x.
42. Wharton NM, Gibbison B, Gabbott DA, Haslam GM, Muchatuta N, Cook TM. I-gel insertion by novices in manikins and patients. *Anesthesia.* 2008;63:991-995. doi: 10.1111/j.1365-2044.2008.05542.x.
43. Leong TL, Li J. 3D printed airway simulators: adding a dimension to bronchoscopy training. *Respirology.* 2020;25:1126-1128. doi: 10.1111/resp.13933.
44. Chandra DB, Savoldelli GL, Joo HS, Weiss ID, Naik VN. The effect of model fidelity on training for transfer to patient care. *Anesthesiology.* 2008;109:1007-1013. Available in: <http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/109/6/1007/246007/0000542-200812000-00014.pdf>
45. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ.* 2012;46:636-647. doi: 10.1111/j.1365-2923.2012.04243.x.
46. Hamstra SJ, Brydges R, Hatala R, Zendejas B, Cook DA. Reconsidering fidelity in simulation-based training. *Acad Med.* 2014;89:387-392. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24448038/>
47. Jiang B, Ju H, Zhao Y, Yao L, Feng Y. Comparison of the efficacy and efficiency of the use of virtual reality simulation with high-fidelity mannequins for simulation-based training of fiberoptic bronchoscope manipulation. *Simul Healthc.* 2018;13:83-87. doi: 10.1097/SIH.0000000000000299.
48. Ovassapian A, Yelich SJ, M Dykes MH, et al. Learning fiberoptic intubation: use of simulators V. Traditional teaching. 1988;61:217-220. Available in: <https://academic.oup.com/bja/article/61/2/217/287275>
49. Kennedy CC, Maldonado F, Cook DA. Simulation-based bronchoscopy training: systematic review and meta-analysis. *Chest.* 2013;144:183-192. doi: 10.1378/chest.12-1786.
50. Baker PA, Weller JM, Baker MJ, et al. Evaluating the ORSIM® simulator for assessment of anaesthetists' skills in flexible bronchoscopy: aspects of validity and reliability. *Br J Anaesth.* 2016;117:i87-i91. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27130269/>
51. Hartopp A, Ahmed I, Miller G. 3-D printing in anaesthesia: challenges and controversies. *Anaesthesia.* 2017;72:1283-1284. doi: 10.1111/anae.13986.
52. Chao I, Young J, Coles-Black J, Chuen J, Weinberg L, Rachbuch C. The application of three-dimensional printing technology in anaesthesia: a systematic review. *Anaesthesia.* 2017;72:641-650. doi: 10.1111/anae.13812.
53. Bustamante S, Bose S, Bishop P, Klatte R, Norris F. Novel application of rapid prototyping for simulation of bronchoscopic anatomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2014;28:1122-1125. doi: 10.1053/j.jcva.2013.08.015
54. Iverson K, Riojas R, Sharon D, Hall AB. Objective comparison of animal training versus artificial simulation for initial cricothyroidotomy training. *Am Surg.* 2015;81:515-518.
55. Takayesu JK, Peak D, Stearns D. Cadaver-based training is superior to simulation training for cricothyrotomy and tube thoracostomy. *Intern Emerg Med.* 2017;12:99-102. doi: 10.1007/s11739-016-1439-1.
56. Duggan L V, Lockhart SL, Cook TM, O'Sullivan EP, Dare T, Baker PA. The Airway App: exploring the role of smartphone technology to capture emergency front-of-neck airway experiences internationally. *Anaesthesia.* 2018;73:703-710. doi: 10.1111/anae.14247.
57. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H. Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology.* 2014;120:999-1008.
58. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF. What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy? A study in mannequins. *Anesthesiology.* 2003;98(4):349-353. doi: 10.1097/01.soa.0000132001.87115.78.
59. Cook TM, Woodall N, Frerk C, et al. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2011;106:617-631. doi: 10.1093/bja/aer058.
60. Holmboe E, Rizzolo MA, Sachdeva AK, Rosenberg M, Ziv A. Simulation-based assessment and the regulation of healthcare professionals. *Simul Healthc.* 2011;6 Suppl:S58-62. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182283bd7.
61. Rubio-Martínez R. Pasado, presente y futuro de la simulación en Anestesiología. *Rev Mex Anest.* 2012;35:186-191. Disponible en: <https://medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=36532>
62. Flin R, Fioratou E, Frerk C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: Preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia.* 2013;68:817-825. doi: 10.1111/anae.12253.
63. Schmittker R, Marshall S, Horberry T, Young KL. Human factors enablers and barriers for successful airway management – an in-depth interview study. *Anaesthesia.* 2018;73:980-989. doi: 10.1111/anae.14302.
64. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, et al. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med.* 2009;360:491-499. doi: 10.1056/nejmsa0810119.
65. Flin R, Patey R, Glavin R, Maran N. Anaesthetists' non-technical skills. *Br J Anaesth.* 2010;105:38-44. doi: 10.1093/bja/aeq134.



Recibido: 08-04-2025
Aceptado: 22-05-2025

Crisis en anestesia: simulación clínica como herramienta de desarrollo en toma de decisiones y trabajo en equipo

Crisis in anesthesia: clinical simulation as a development tool in decision making and teamwork

Dr. Ricardo Eli Guido-Guerra, *‡¶ Dr. Óscar Francisco Silva-Gómez, *‡||

Dra. Diana Elizabeth García-Campos, *‡*** Dra. María de los Ángeles Macías-Jiménez, *‡||

Dr. Miguel Ángel Aceves-Pacheco, *§§§ Dr. Héctor Olvera-Prado*‡¶||

Citar como: Guido-Guerra RE, Silva-Gómez ÓF, García-Campos DE, Macías-Jiménez MÁ, Aceves-Pacheco MÁ, Olvera-Prado H. Crisis en anestesia: simulación clínica como herramienta de desarrollo en toma de decisiones y trabajo en equipo. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 165-168. <https://dx.doi.org/10.35366/120422>

Palabras clave:
simulación, toma de decisiones, liderazgo, debriefing, autocrítica, reflexión, SimZones.

Keywords:
simulation, decision-making, leadership, debriefing, self-criticism, reflection, SimZones.

* Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas.
Ciudad de México, México.

‡ Departamento de Anestesiología.

§ Centro de Simulación Clínica.

ORCID:

¶ 0009-0006-9756-6482

|| 0009-0006-1964-7834

*** 0000-0003-3686-8904

§§§ 0009-0008-0313-0069

¶ 0009-0008-0342-8869

¶ 0000-0002-1230-0911

Correspondencia:

Dr. Héctor Olvera-Prado

E-mail: hec.olverap@gmail.com



RESUMEN. El presente artículo describe la implementación de un taller de simulación clínica denominado «Crisis en anestesia», orientado a la formación en escenarios críticos de anestesia en los que se enfrentan situaciones de capnoperitoneo y crisis de hipertotasemia durante eventos de hemorragia masiva. La actividad se desarrolló en una modalidad de simulación de Zona 3, buscando alcanzar un alto grado derealismo situacional y promover el aprendizaje experiental a través de la toma de decisiones, liderazgo y evaluación del desempeño en equipo. Se destaca la importancia de un *prebriefing* detallado y un contrato ficcional que establece el compromiso de los participantes, quienes son reconocidos como profesionales inteligentes, capaces y comprometidos con su aprendizaje.

ABSTRACT. This article describes the implementation of a clinical simulation workshop called «Crisis in anesthesia», aimed at training in critical anesthesia scenarios involving capnoperitoneum and hyperkalemia crisis during massive bleeding events. The activity was developed in a Zone 3 simulation mode, seeking to achieve a high degree of situational realism and promote experiential learning through decision-making, leadership and team performance evaluation. The importance of a detailed pre-briefing and a fictional contract that establishes the commitment of the participants, who are recognized as intelligent, capable professionals committed to their learning, is highlighted.

Abreviaturas:

EtCO₂ = CO₂ al final de la espiración (*End-tidal CO₂*)
FC = frecuencia cardíaca
lpm = latidos por minuto
SpO₂ = saturación periférica de oxígeno
TAM = presión arterial media
VATS = cirugía toracoscópica asistida por video (*Video-Assisted Thoracoscopic Surgery*)

INTRODUCCIÓN

La simulación clínica se ha consolidado como una estrategia educativa de alto impacto en el entrenamiento de habilidades técnicas y no técnicas en salud⁽¹⁾. En nuestro contexto, el

taller «Crisis en anestesia» se desarrolló con el objetivo de recrear escenarios de alta complejidad y dinamismo, donde se fomente la autocrítica y el análisis colaborativo, sin la imposición de una evaluación punitiva. La filosofía que guía nuestra simulación es la creencia en que todos los participantes son inteligentes, capaces y están motivados para mejorar y aprender^(2,3).

Dentro del *prebriefing* se expusieron claramente las expectativas y se estableció un contrato ficcional: los participantes se comprometieron a asumir los roles asignados y a actuar con el máximo realismo, simulando la recepción y manejo del paciente en sala⁽¹⁾. En



cada sesión participaron aproximadamente siete individuos, quienes, sin asignación previa de liderazgo, demostraron espontáneamente sus capacidades organizativas, permitiendo a los profesores evaluar la asignación de roles y la dinámica de equipo. Durante la simulación, los profesores asumieron diferentes funciones según la necesidad del escenario, guiando a los participantes de manera oportuna. Además, se implementó un *debriefing* estructurado, orientado a explorar los hechos, identificar problemas y generar enseñanzas a través de un proceso basado en el análisis del «*plus delta*», enfatizando tanto los aspectos a mejorar (delta) como aquellos que fueron efectivos (*plus*)^(3,4).

Este artículo describe la metodología aplicada, los casos clínicos simulados y el proceso de *debriefing* que permitió a los participantes reflexionar sobre su desempeño, generar nuevas perspectivas y aplicar lo aprendido a situaciones reales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Modalidad de simulación

La actividad se enmarcó dentro de la simulación de Zona 3, la cual enfatiza el realismo situacional sin intervención directa de un tutor que guíe cada paso, sino que se favorece el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades a través de la experiencia. Se utilizó el sistema SimZones para recrear de manera precisa las condiciones de un ambiente clínico real⁽²⁾.

Prebriefing y contrato ficcional

Antes de iniciar la simulación, se realizó un *prebriefing* en el que se ofreció el contexto completo de cada caso, evitando que los participantes ingresaran «a ciegas». Se estableció un contrato ficcional en el que cada participante se comprometía a actuar con el máximo realismo, contribuyendo de forma activa al desarrollo de la situación, sin sentir presión de una evaluación punitiva.

Desarrollo y evaluación

Cada simulación contó con la participación de aproximadamente siete integrantes, donde se evaluó de forma implícita el surgimiento del liderazgo y la distribución de roles. Los profesores, actuando como facilitadores, ofrecían pistas adicionales en caso de encontrarse los participantes en situaciones de incertidumbre, garantizando así el avance del escenario. La evaluación se centró en la coordinación, la comunicación y la toma de decisiones bajo presión, sin hacer énfasis en el logro exclusivo del diagnóstico clínico.

Proceso de *debriefing*

Posterior a cada simulación, se realizó un *debriefing* en un ambiente reservado, que tuvo las siguientes fases⁽³⁾:

1. **Exploración de hechos:** se invitó a los participantes a relatar de forma objetiva lo acontecido, identificando los hechos sin carga emocional.
2. **Ánalisis del modelo mental:** se indagó en las suposiciones, sentimientos, metas, reglas, conocimiento base y la conciencia de la situación de cada participante.
3. **Discusión y enseñanza:** se identificaron los problemas recurrentes, se debatieron perspectivas y se compartieron estrategias de mejora, guiados únicamente por datos objetivos y sin juicios punitivos.
4. **Generalización y síntesis:** se relacionaron las lecciones aprendidas con situaciones reales y se concluyó la sesión con un espacio para que los participantes expresaran «qué se llevan» para evitar que se repitan errores en el futuro.

La estrategia de «*plus delta*» fue empleada para resaltar tanto los aspectos positivos como aquellos a mejorar, generando un ambiente de honestidad y confianza⁽⁴⁾.

CASOS CLÍNICOS SIMULADOS

Caso 1

Escenario de simulación: capnoneumotórax durante segmentectomía pulmonar

Objetivos del escenario:

- Reconocer y manejar una complicación intraoperatoria asociada al uso de CO₂ en cirugía toracoscópica: el capnoneumotórax.
- Evaluar la capacidad de los participantes para identificar signos de inestabilidad hemodinámica y deterioro respiratorio.
- Desarrollar habilidades en toma de decisiones, manejo de crisis y comunicación en equipo.

Presentación del caso:

- Paciente: masculino, 38 años.
- Diagnóstico: nódulo pulmonar probable maligno.
- Procedimiento: segmentectomía pulmonar mediante cirugía toracoscópica.
- Tiempo del caso: 10 minutos.
- Tiempo de *debriefing*: 20 minutos.

Desarrollo del escenario

Fase 1: estabilidad inicial (punto de partida):

- El paciente se encuentra bajo anestesia general balanceada.
- Intubación con tubo de doble lumen izquierdo (#37) confirmada por auscultación y capnografía.

- Parámetros ventilatorios normales.
- Se administraron 10 mg de efedrina tras la inducción para mantener una presión arterial media (TAM) de 70 mmHg.
- El equipo quirúrgico se encuentra en la fase inicial del procedimiento.

Signos vitales iniciales:

- TAM: 70 mmHg. SpO₂: 98%. Frecuencia cardiaca (FC): 78 latidos por minuto (lpm). Volumen tidal adecuado.

Fase 2: inicio del deterioro:

- El equipo quirúrgico solicita iniciar la insuflación con CO₂ para la toracoscopía.
- Poco después, el paciente presenta:
 1. Desaturación progresiva (↓ SpO₂ a 88%).
 2. Inestabilidad hemodinámica.
 3. Se administra efedrina y se incrementa la FiO₂ de 40 a 80%, con respuesta mínima.
 4. Se observan:
 - a. Aumento progresivo de las presiones pico del ventilador.
 - b. Disminución significativa del volumen tidal.
 - c. Ligero aumento inicial del CO₂ espirado.

Fase 3: escalada del deterioro:

- La desaturación persiste y la inestabilidad hemodinámica se agrava.
- La presión pico sigue elevada y el volumen tidal se reduce aún más.
- Nuevos signos sugestivos de capnograma:
 1. Caída abrupta del CO₂ al final de la espiración (EtCO₂) (tras el leve incremento inicial).
 2. Distensión venosa yugular discreta.

Fase 4: intervención del equipo de simulación

Diagnóstico del capnograma:

- Asociación temporal con el inicio del CO₂.
- Desaturación + inestabilidad hemodinámica + aumento en presiones ventilatorias.
- Caída abrupta del EtCO₂.
- Distensión venosa yugular.

Acciones esperadas:

1. Detener la insuflación de CO₂ de inmediato.
2. Solicitar al cirujano descomprimir el neumotórax (si es posible).

3. Ajustar parámetros ventilatorios para reducir presiones y proteger el pulmón.
4. Administrar vasopresores, si la inestabilidad persiste.
5. Comunicación efectiva con el equipo quirúrgico.

Fase 5: resolución y aprendizaje

- Tras las acciones adecuadas, el paciente mejora progresivamente.
- Se realiza una discusión postsimulación (*debriefing*) para reforzar:
 1. Reconocimiento temprano del capnograma.
 2. Importancia de la comunicación en equipo.
 3. Toma de decisiones bajo presión.

Caso 2

Escenario de simulación: hemorragia masiva e hipertotasemia

Objetivo del escenario:

- Aprender el manejo de una crisis de hipertotasemia aguda durante un evento de hemorragia masiva.
- Reconocer y responder ante complicaciones asociadas al accidente vascular y al manejo inadecuado de la hipertotasemia durante la reanimación.
- Desarrollar habilidades en toma de decisiones, manejo de crisis y comunicación en equipo durante un paro cardiorrespiratorio.

Presentación del caso:

- Paciente: femenino, 60 años.
- Diagnóstico: adenocarcinoma pulmonar IIB (T3N0M0).
- Procedimiento: lobectomía superior derecha mediante cirugía toracoscópica asistida por video (VATS).
- Tiempo del caso: siete minutos.
- Tiempo de *debriefing*: 20 minutos.

Desarrollo del escenario

Fase 1: inicio del escenario

- Durante la lobectomía superior derecha se produce la lesión de la vena pulmonar con pérdida masiva de sangre (4,000 mL).
- Se inician medidas de control de daños y administración de hemoderivados.

Parámetros iniciales:

- FC: 98 lpm. SpO₂: 96%. Presión arterial (PA): 112/50 mmHg. Frecuencia respiratoria: 16 respiraciones por minuto (rpm). EtCO₂: 30 mmHg.

Fase 2: desarrollo inicial

- El cirujano logra el control de daños tras la administración de hemoderivados.

Parámetros:

- FC: 125 lpm. SpO₂: 90%. PA: 92/55 mmHg. EtCO₂: 28 mmHg.

Fase 3: inestabilidad

- Se observan cambios en el electrocardiograma (ECG) sugerivos de hiperpotasemia: ondas T picudas, QRS ancho y PR prolongado.

Parámetros:

- FC: 120 lpm. SpO₂: 85%. PA: 91/48 mmHg. ETCO₂: 25 mmHg.

Fase 4: intervenciones avanzadas

Escenarios según la intervención:

- Manejo exitoso: administración de calcio, furosemida y solución polarizante.
- Manejo incompleto: administración parcial del tratamiento.
- Sin intervención: persistencia del deterioro.

Fase 5: recuperación

- Dependiendo del manejo, el paciente puede estabilizarse o entrar en paro.

Fase 6: crisis durante reanimación cardiopulmonar (RCP)

- En casos de manejo incompleto o sin intervención, el paciente entra en fibrilación ventricular.
- Se inicia RCP y administración de tratamiento específico para hiperpotasemia.

Resultado final:

- Manejo exitoso: retorno a ritmo sinusal.
- Manejo incompleto o sin intervención: persistencia del paro.

DISCUSIÓN

La implementación del taller «Crisis en anestesia» demostró ser una experiencia educativa enriquecedora para todos los involucrados. La combinación de un *prebriefing* detallado, la utilización de un contrato ficcional y la libertad para que surgiera el liderazgo, permitieron que los participantes se sintieran responsables de su aprendizaje y colaboraran de manera

efectiva⁽¹⁾. Además, el proceso de *debriefing*, basado en la metodología «*plus delta*», facilitó la reflexión y el autoanálisis, fomentando un ambiente de honestidad y mejora continua⁽⁴⁾.

El uso de simulaciones de Zona 3 propició un realismo situacional que desafió a los participantes a enfrentar escenarios complejos sin la intervención directa de un tutor, lo que resultó en un proceso de toma de decisiones autónomo y en la consolidación de competencias críticas en entornos de alta presión.

Cabe destacar que, a diferencia de las prácticas tradicionales en las que la retroalimentación puede volverse punitiva, nuestro enfoque se centró en identificar puntos de mejora a través del análisis colectivo y el *coaching*, contribuyendo a un ambiente en el que la autocrítica y el aprendizaje son la prioridad.

CONCLUSIONES

El taller «Crisis en anestesia» ha evidenciado la efectividad de la simulación clínica como herramienta para desarrollar habilidades en la toma de decisiones, el liderazgo y el trabajo en equipo. La estructura metodológica aplicada, que integra un *prebriefing* robusto, un contrato ficcional y un *debriefing* orientado al aprendizaje, permitió que los participantes adquirieran nuevas perspectivas y fortalecieran sus competencias en situaciones críticas. Este modelo puede servir de referencia para futuras iniciativas formativas en entornos clínicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al Colegio Mexicano de Anestesiología. El éxito de esta actividad se debe a su apoyo inquebrantable y al esfuerzo colaborativo del equipo, conformado por:

Líder: Ricardo Eli Guido Guerra.

Profesores: Héctor Olvera Prado, María de los Ángeles Macías Jiménez, Diana Elizabeth García Campos y Oscar Francisco Silva Gómez.

Ingeniero: Miguel Ángel Aceves Pacheco, fundamental para garantizar que todos los aspectos técnicos y logísticos estuvieran en condiciones óptimas.

REFERENCIAS

1. Rudolph JW, Raemer DB, Simon R. Establishing a safe container for learning in simulation: the role of the presimulation briefing. *Simul Healthc.* 2014;9:339-349. doi: 10.1097/SIH.0000000000000047
2. Roussin CJ, Weinstock P. SimZones: an organizational innovation for simulation programs and centers. *Acad Med.* 2017;92:1114-1120. doi: 10.1097/ACM.0000000000001746
3. Maestre JM, Rudolph JW. Theories and styles of debriefing: the good judgment method as a tool for formative assessment in healthcare. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2015;68:282-285. doi: 10.1016/j.rec.2014.05.018
4. Kainth R. Dynamic Plus-Delta: an agile debriefing approach centred around variable participant, faculty and contextual factors. *Adv Simul (Lond).* 2021;6:35. doi: 10.1186/s41077-021-00185-x



Recibido: 19-03-2025
Aceptado: 28-05-2025

Simulación en crisis en anestesia pediátrica

Simulation in pediatric anesthesia crisis

Dra. Ofelia Ham-Mancilla,* Dra. Alma Arenas-Venegas,‡ Dr. Óscar Jiménez-Gancedo,* Dra. Erika León-Álvarez,§ Dra. Nancy Guadalupe Loredo-García,* Dr. Gabriel Mancera-Elías,* Dr. Miguel Ángel Nieto-Rodríguez,* Dra. María Guadalupe Pliego-Sánchez,‡ Dra. María del Carmen Portillo-Fernández,¶ Dra. Janet Gloria Ortiz-Bautista*

Palabras clave:
simulación en pediatría, expertos en anestesiología pediátrica, crisis en pediatría, alergia al látex, manejo de fiebre en anestesia, eventos respiratorios.

Keywords:
pediatric simulation, pediatric anesthesiology experts, pediatric crisis, latex allergy, fever management in anesthesia, respiratory events.

* Anestesiólogo pediatra adscrito al Instituto Nacional de Pediatría. Ciudad de México, México.

‡ Anestesiólogo pediatra adscrito al Hospital General de México. Ciudad de México, México.

§ Neuroanestesióloga pediatra adscrita al Instituto Nacional de Pediatría. Ciudad de México, México.

¶ Anestesióloga pediatra actividad privada en la ciudad de Querétaro. Querétaro, Querétaro, México.

Correspondencia:
Ofelia Ham-Mancilla
E-mail: hamopink@yahoo.com



Citar como: Ham-Mancilla O, Arenas-Venegas A, Jiménez-Gancedo Ó, León-Álvarez E, Loredo-García NG, Mancera-Elías G et al. Simulación en crisis en anestesia pediátrica. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 169-173. <https://dx.doi.org/10.35366/120423>

RESUMEN. La simulación es una técnica que amplifica experiencias reales mediante experiencias guiadas en un mundo real. La simulación no es exclusiva en adultos, abarca también el área pediátrica como en el caso de la anestesiología en pediatría. Aunque las crisis en niños son raras, también son impredecibles, por lo que uno de los objetivos de los escenarios clínicos en simulación en anestesiología en niños es reconocer, actuar en tiempo e iniciar manejo correcto cuando se presente una crisis, para prevenir y evitar secuelas irreversibles en los niños. Se requiere de un equipo de anestesiólogos pediatras para el desarrollo de escenarios clínicos en crisis como alergia a látex, manejo de fiebre durante la anestesia, eventos respiratorios y otros.

ABSTRACT. *Simulation is a technique that enhances real-life experiences through guided practice in a controlled, realistic environment. It is not limited to adult patients; simulation is also applicable in pediatric care, particularly in pediatric anesthesiology. Although critical events in children are rare, they are unpredictable. Therefore, one of the main objectives of clinical simulation scenarios in pediatric anesthesiology is to recognize these events early, respond promptly, and initiate appropriate management to prevent irreversible consequences in pediatric patients. A specialized team of pediatric anesthesiologists is essential for developing clinical crisis scenarios, such as latex allergy, intraoperative fever management, respiratory events, and others.*

Abreviaturas:

EtCO₂ = CO₂ al final de la espiración (*End-tidal CO₂*)
FC = frecuencia cardíaca
IV = intravenoso
lpm = latidos por minuto
SpO₂ = saturación periférica de oxígeno
TA = presión arterial

INTRODUCCIÓN

La simulación es una técnica para reemplazar o amplificar experiencias reales mediante experiencias guiadas que replican aspectos del mundo real. En nuestro medio, se centra en la educación y enseñanza de médicos en formación; sin embargo, también puede ser útil para médicos ya formados que no tengan pericia en diferentes casos o patologías, personal médico que esté expuesto a pacientes

que puedan presentar ciertas complicaciones graves o mortales. La simulación nos permite exponerlos de manera segura y controlada para favorecer su desarrollo en esta área, particularmente relevante en la anestesiología pediátrica (*Figura 1*) que tolera un margen de error extremadamente pequeño. Dado que las crisis en la anestesiología pediátrica son relativamente raras e impredecible, se espera que se gestionen con éxito estas situaciones; la educación basada en simulación puede llenar estos importantes vacíos de conocimiento⁽¹⁾ (*Figuras 2 y 3*).

ESCENARIO CLÍNICO 1: ANAFILAXIA A LÁTEX

Objetivo: diagnosticar y manejar la reacción anafiláctica en sus inicios y detectar las posibles causas durante el manejo anestésico.





Figura 1: Logotipo de simulación pediátrica.



Figura 2: Instructores en simulación.

Resumen del caso: masculino, cinco años de edad, 18 kg de peso, con antecedentes de atopía y rinitis alérgica con mal apego al tratamiento, amigdalitis de repetición, se programa para adenomigdalectomía. Se administra anestesia general balanceada; al inicio de la anestesia, presenta presión arterial (TA) 100/65 mmHg, frecuencia cardíaca (FC) 110 latidos por minuto (lpm), SpO₂ 97%, con perfusiones de fentanilo y lidocaína. Al inicio de la cirugía, el cirujano menciona que la mucosa de la cavidad oral está enrojecida, caliente y empezó a edematizarse; se detiene el procedimiento en lo que se realiza exploración física del paciente; se encuentran lesiones dérmicas en la zona facial donde se tuvo contacto con guantes al momento de la ventilación, eritema donde se colocó el torniquete para canalizar, eritema en cara anterior de brazos y tórax, evidencia de broncoespasmo; se modifican los signos vitales TA 65/40 mmHg, FC 160 lpm, SpO₂ 90% y temperatura 37.8 °C, monitor de línea de capnografía en aleta de tiburón.

Debriefing: el primer paso para crear el escenario clínico es definir la población objetivo y los objetivos de aprendizaje⁽²⁾. Se estableció la anafilaxia como una de las situaciones clínicas

debido a que es una reacción alérgica sistémica aguda con amplia gama de manifestaciones clínicas; al presentarse durante un procedimiento anestésico, tiene dificultad debido a los diversos diagnósticos diferenciales; la presentación durante el perioperatorio debe ser considerada ante cualquier compromiso cardiovascular o respiratorio significativo e inesperado, es potencialmente mortal lo que la vuelve una patología de gran relevancia por detectar y manejar de manera oportuna, realizar una adecuada exploración física, verificar respuesta a tratamiento acorde a ABCDE constante, la clasificación de la gravedad con la escala de Ring y Messmer modificada se vuelve de vital importancia. Durante el evento anestésico es importante diferenciar el manejo ante un paciente intubado y no intubado, paciente estable o inestable⁽³⁻⁵⁾.

En cualquier caso, lo principal será retirar cualquier posible alérgeno, suspender agentes anestésicos o retirar medicamentos no necesarios para ese momento de la cirugía. Ante un paciente estable, se administrará metilprednisolona 2 mg/kg vía intravenosa (IV), difenhidramina 1 mg/kg IV, para evitar una respuesta bifásica será importante valorar la administración de adrenalina (tratamiento de primera línea) 10 µg/kg vía intramuscular, valorando cada cinco minutos, en la presencia de agravantes como reacción grave previa, exposición a alérgeno conocido, asma concomitante. La administración intravenosa de adrenalina debe ser vigilada por el anestesiólogo a dosis de 1 µg/kg, revalorando cada dos



Figura 3: Equipo de expertos en anestesiología pediátrica.



Figura 4: *Debriefing* en crisis en pediatría.

minutos; en caso de presentarse grado 4 de anafilaxia, se administra adrenalina vía intravenosa a $10 \mu\text{g}/\text{kg}$; con evidencia de choque se administran soluciones intravenosas 10-20 mL/kg. Posterior a la administración de cualquier medicamento, es vital la revaloración del ABCDE e interconsultar al servicio de terapia intensiva, si fuera necesario^(3,6,7).

La implementación del *debriefing* nos permite analizar las acciones e interacciones del equipo participante, ayuda a reflexionar sobre el papel de los procesos de pensamiento, las habilidades psicomotoras y los estados emocionales, para mejorar o mantener el desempeño en el futuro⁽¹⁾. En este caso se implementó la técnica PEARLS, la cual permitió autoevaluación del alumno, facilitación enfocada y retroalimentación dirigida (*Figura 4*).

ESCUENRAZO CLÍNICO 2: EVENTOS RESPIRATORIOS

Se desarrolla el caso de un paciente de cuatro años con diagnóstico de hipertrofia adenoamigdalina bajo anestesia general balanceada, escenario realizado en quirófano, simulado con un maniquí de alta definición.

Previa distribución de roles y lectura de historia clínica, se describe que este paciente de cuatro años es sometido a un procedimiento quirúrgico bajo anestesia general balanceada sin ningún incidente posterior a la extubación; inicia con un cuadro de dificultad respiratoria caracterizada por tos, movimientos de lucha, los signos vitales iniciales son normales. Con estos datos se lleva a la sospecha de laringoespasmo, por lo que las acciones a realizar constituyen: aspiración de la faringe, administración de oxígeno a través de mascarilla facial mediante el circuito de anestesia pediátrico. Aún con las medidas antes mencionadas, el cuadro del paciente no muestra mejoría, persistiendo los signos de dificultad respiratoria; adicionalmente, en el monitor se observa una caída

de la saturación a 82% y un valor del CO₂ espirado de 20 mmHg; las medidas realizadas por el equipo consisten en la aspiración de la faringe y la aplicación de presión positiva. A pesar de las maniobras previas, los signos persisten y el curso de la evolución cambia: se presenta cianosis, imposibilidad para ventilarlo a través de mascarilla facial con una caída de la saturación arterial a 65% y la de EtCO₂ a 16 mmHg. En este punto, se deja que el equipo discuta cuál es la medida para la resolución ante un cuadro de laringoespasmo que ya fue identificado previamente; dentro de las opciones de manejo se incluye la administración de propofol, aspiración de la orofaringe y ventilación positiva, en caso de no ocurrir la resolución rápida del cuadro se sugerirá (en caso de que el equipo en turno no lo contemple) el uso de relajantes neuromusculares como succinilcolina o rocuronio. El paciente recupera la adecuada coloración de la piel, inicia ventilación espontánea sin datos de obstrucción o dificultad respiratoria con saturación de 97% y EtCO₂ de 32 mmHg, por lo que se da por terminado el ejercicio. Posteriormente en un aula adjunta se realiza el *debriefing* usando el modo trifásico y la retroalimentación.

Resumen: las crisis se definen como la intensificación brusca de los síntomas de un padecimiento que pueden poner en riesgo a los pacientes⁽⁸⁾. Éstas pueden involucrar episodios de desaturación, obstrucción parcial o completa de la vía respiratoria, tos persistente, apnea y broncoespasmo^(8,9). El estudio NAP-7 reporta que las complicaciones corresponden a una de cada tres complicaciones potencialmente graves durante la anestesia y a uno de cada siete paros perioperatorios⁽⁹⁾.

Características fisiológicas como mayor consumo metabólico de oxígeno, menor volumen pulmonar de reserva, volumen corriente limitado, menor cantidad de alveolos, menor musculatura respiratoria y mayor dependencia del diafragma explican la mayor propensión del paciente pediátrico a la presentación de estos eventos, particularmente de la edad preescolar hacia la neonatal^(8,10).

El laringoespasmo es un reflejo de protección de las vías respiratorias caracterizado por un cierre parcial o completo de las cuerdas vocales, que puede progresar a obstrucción parcial o completa, desaturación, arritmias paro o muerte, en algunos casos puede aparecer edema agudo de pulmón⁽¹⁰⁾. Las causas son múltiples, incluyendo estímulos locales, térmicos o químicos como secreciones y sangre⁽¹¹⁾.

El manejo incluye remoción de los estímulos irritantes, levantamiento y apertura de la mandíbula, presión positiva en caso necesario profundizar el plano anestésico mediante sevoflurano o propofol y/o el uso de relajantes neuromusculares como la succinilcolina, el rocuronio o el cisatracurio, y posibilidad de intubación⁽¹²⁾ (*Figura 5*).

El uso de la simulación ha permitido mejoría en el reconocimiento y manejo de estas crisis⁽¹³⁾.

ESCENARIO CLÍNICO 3: FIEBRE EN TRANANESTÉSICO

El objetivo de este escenario clínico es comprender la importancia del monitoreo de la temperatura en todos los pacientes sometidos a anestesia, integrar un diagnóstico o sospecha clínica e iniciar el manejo inmediato específico para la patología asociada a fiebre en transanestésico.

Resumen del caso: paciente masculino de nueve años de edad, peso 30 kg; se encuentra en la sala de operaciones con el diagnóstico de secuelas de mano traumática, por lo que le está efectuando una pulgarización de mano derecha. Se aplicó anestesia general balanceada, realizando una inducción con sevoflurano, posteriormente se administraron 120 µg de fentanilo y 15 mg de rocuronio IV, se realizó intubación orotraqueal con sonda 6.5 c/g, sin incidentes. Inició la cirugía, pero a los 40 minutos, el paciente presenta taquicardia



Figura 5: Monitor de muy alta definición.



Figura 6: Monitorización completa.



Figura 7: Primer grupo de simulanest en pediatría.

(FC 140 lpm), hipotensión (70/40 mmHg), hipercapnia (EtCO₂ 51 mmHg) y notan que el niño está caliente, por lo que aplican medios físicos y 450 mg de paracetamol IV; al observar que no mejora la sintomatología, el anestesiólogo en sala pide ayuda. Se sugiere colocar termómetro esofágico; se observa temperatura de 40 °C, así como espasmo del masetero y rigidez muscular. Al finalizar el ejercicio se llega al diagnóstico de hipertermia maligna y se inicia el manejo de acuerdo a esta patología.

Debriefing: la hipertermia maligna (HM) es un raro desorden farmacogenético potencialmente mortal que se manifiesta con una crisis hipermetabólica en respuesta a los anestésicos halogenados y relajantes neuromusculares despolarizantes. El pronóstico depende de que tan pronto se sospeche del diagnóstico y que tan rápido se inicie el manejo. Una variedad de condiciones pueden asemejar hipertermia maligna durante la anestesia; los principales diagnósticos diferenciales a considerar son: síndrome neuroléptico maligno, síndrome serotoninérgico, sepsis, paro cardíaco hipercalémico súbito, calentamiento excesivo iatrogénico, etcétera⁽¹⁴⁻²¹⁾.

Conclusiones: 1) Es muy importante el monitoreo básico (incluyendo temperatura) en todos los pacientes sometidos a anestesia (Figura 6). 2) Considerar pedir Ayuda Cognitiva (Recomendación App Pedi Crisis2.0 y MHApp), importante para proporcionar un manejo adecuado una vez confirmado el diagnóstico. 3) Tener presentes los diagnósticos diferenciales.

Estudios recientes han demostrado que la evaluación basada en simulación se puede realizar con suficiente confiabilidad para usarse en pruebas^(1,22). Además, el entrenamiento basado en simulación mostró mejores resultados⁽²³⁾, específicamente en la supervivencia de los niños después de la reanimación cardiopulmonar^(1,22). El objetivo ideal dentro de la comunidad de simulación médica sería demostrar evidencia en el nivel 4 de Kirkpatrick⁽²⁾, establecer este grado de resultados es desafiante y muy complejo de corroborar (Figura 7).

Aunque hay modelos de alta fidelidad, existen modelos de bajo costo que se pueden implementar durante la formación de residentes o para la constante práctica y perfeccionamiento

del personal ya formado, cubriendo una necesidad actual en cada uno de nuestros centros de trabajo.

REFERENCIAS

1. Mai CL, Szyld D, Cooper JB. Simulation in pediatric anesthesia. En: A practice of anesthesia for infants and children. Elsevier; 2019. p. 1204-1211.e2.
2. Honkanen A, Chen MI, Young DA. Patient simulation and its use in pediatric anesthesia. En: Gregory's Pediatric Anesthesia. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2020. p. 1182-1207.
3. Valach MC, Patel C, Hyman JB, Sweitzer B. Perioperative anaphylaxis: comment. *Anesthesiology*. 2023;139:359-360. doi: 10.1097/ALN.0000000000004596.
4. Tacquard C, Iba T, Levy JH. Perioperative anaphylaxis. *Anesthesiology*. 2023;138:100-110. doi: 10.1097/ALN.0000000000004419.
5. Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, El-Gamal Y, Fernandez Rivas M, Fineman S, et al. World Allergy Organization anaphylaxis guidance 2020. *World Allergy Organ J*. 2020;13:100472. doi: 10.1016/j.waojou.2020.100472.
6. Dodd A, Turner PJ, Soar J, Savic L; representing the UK Perioperative Allergy Network. Emergency treatment of peri-operative anaphylaxis: Resuscitation Council UK algorithm for anaesthetists. *Anaesthesia*. 2024;79:535-541. doi: 10.1111/anae.16206.
7. Arasi S, Barni S, Caminiti L, Castagnoli R, Giovannini M, Liotti L, et al. Latex allergy in children. *J Clin Med*. 2023;13:124. doi: 10.3390/jcm13010124.
8. Wudineh DM, Berhe YW, Chekol WB, Adane H, Workie MM. Perioperative respiratory adverse events among pediatric surgical patients in university hospitals in Northwest Ethiopia; a prospective observational study. *Front Pediatr*. 2022;10:827663. doi: 10.3389/fped.2022.827663.
9. Cook TM, Oglesby F, Kane AD, Armstrong RA, Kursumovic E, Soar J. Airway and respiratory complications during anaesthesia and associated with peri-operative cardiac arrest as reported to the 7th National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Anaesthesia*. 2024;79:368-379.
10. Asenjo CA, Pinto RA. Características anatómo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Rev Médica Clín Las Condes*. 2017;28:7-19.
11. Hernández-Cortez E. Update on the management of laryngospasm. *Anest México*. 2018;30:12-19.
12. Michelet D, Truchot J, Piot MA, Drummond D, Ceccaldi PF, Plaisance P, et al. Perioperative laryngospasm management in paediatrics: a high-fidelity simulation study. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2018;5:161-166. doi: 10.1136/bmjsitel-2018-000364.
13. Ambardekar AP, Black S, Singh D, Lockman JL, Simpao AF, Schwartz AJ, et al. The impact of simulation-based medical education on resident management of emergencies in pediatric anesthesiology. *Paediatr Anaesth*. 2019;29:753-759.
14. Ortiz BJ, Colin HJ, Leon AE. Hipertermia maligna. *Rev Mex Anest*. 2023;46:38-45.
15. Malignant Hyperthermia Association of the United States. 2022. Available in: <http://www.mhaus.org>
16. Rosenberg H, Pollock N, Schiemann A, Bulger T, Stowell K. Malignant hyperthermia: a review. *Orph J Rare Disease*. 2015;10:93.
17. Hopkins PM, Girard T, Daley S, Jenkins B, Thacker A, et al. Malignant hyperthermia 2020. *Anaesthesia*. 2021;76:655-664.
18. Pinyavat T, Riazi S, Deng J, Slessarev M, Cuthbertson BH, Ibarra Moreno CA, et al. Malignant hyperthermia. *Crit Care Med*. 2024;52:1934-1940.
19. Hopkins PM. What is malignant hyperthermia susceptibility? *Br J Anaesth*. 2023;131:5-8.
20. Ellinas H, Albrecht MA. Malignant hyperthermia update. *Anesthesiol Clin*. 2020;38:165-181.
21. Gregory H, Weant KA. Pathophysiology and treatment of malignant hyperthermia. *Adv Emerg Nurs J*. 2021;43:102-110.
22. Fehr JJ, Honkanen A, Murray DJ. Simulation in pediatric anesthesiology. *Paediatr Anaesth*. 2012;22:988-994. doi: 10.1111/pan.12001.
23. Daly Guris RJ, George P, Gurnaney HG. Simulation in pediatric anesthesiology: current state and visions for the future. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2024;37:266-270. doi: 10.1097/ACO.0000000000001375.



Recibido: 23-04-2025
Aceptado: 20-05-2025

ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación): un enfoque integral para el entrenamiento en crisis de dolor y anestesia regional mediante simulación clínica y tecnología inmersiva

Simulation-Based Learning (SBL): a comprehensive approach to pain crisis and regional anesthesia training using clinical simulation and immersive technology

Dra. Ana Lilia Garduño-López, * Dra. Gabriela Josefina Vidaña-Martínez, ‡

Dra. Sandra Patricia Gaspar-Carrillo, § Dr. Raúl Guillén-Rojas, ¶

Dra. Lourdes Carolina Pellecer-González, ¶ Dr. José Antonio Cortés-Lares, ¶

Dra. Dulce María Rascón-Martínez, ¶ Dra. Frida Fernanda Verdugo-Velázquez, ¶

Dr. Bruno Papacristofilou-Riebeling, ¶ Dra. Jazmín Meneses-Figueroa, ¶

Dra. María Isabel Vásquez-Sader, ** Dr. Juan Carlos De la Cuadra-Fontaine, ¶‡

Dra. Argimira Vianey Barona-Núñez §§

Palabras clave:
educación basada en simulación, anestesia regional, dolor postoperatorio, simulación clínica, realidad virtual, formación médica.

Keywords:
clinical simulation, regional anesthesia, medical education, virtual reality, postoperative pain, simulation-based training.

* Departamento de Anestesiología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán» (INCMNSZ).

Tesorería Propietaria, Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.

‡ Departamento de Anestesiología, Hospital Regional de Alta Especialidad «Dr. Ignacio

Citar como: Garduño-López AL, Vidaña-Martínez GJ, Gaspar-Carrillo SP, Guillén-Rojas R, Pellecer-González LC, Cortés-Lares JA et al. ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación): un enfoque integral para el entrenamiento en crisis de dolor y anestesia regional mediante simulación clínica y tecnología inmersiva. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 174-179. <https://dx.doi.org/10.35366/120424>

RESUMEN. El curso ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación) es una iniciativa educativa innovadora que integra simulación clínica avanzada y tecnología inmersiva para la formación especializada en anestesia regional y manejo del dolor. Desde su creación en 2016, ha sido liderado por un equipo multidisciplinario y se ha consolidado como una plataforma de referencia en América Latina, con participación destacada en congresos nacionales e internacionales como LASRA, CLASA y SIMULANEST COMEXANE. El programa combina la práctica deliberada con simulación de crisis, abordando tanto habilidades técnicas (bloqueos periféricos guiados por ultrasonido, colocación ecoguiada de catéteres, manejo de complicaciones como la toxicidad sistémica por anestésicos locales [LAST]) como habilidades no técnicas (comunicación efectiva, liderazgo y toma de decisiones en situaciones críticas). Para ello, emplea pacientes estandarizados, maniquíes de alta fidelidad y escenarios clínicos estructurados que reproducen complicaciones reales del entorno perioperatorio. A partir de 2024, ABASI incorpora herramientas inmersivas como la realidad virtual (RV) y aumentada (RA), con el fin de mejorar la precisión técnica, la autonomía del aprendizaje y la seguridad en la ejecución de procedimientos regionales. Además, ha demostrado

ABSTRACT. The ABASI (Simulation-Based Learning) course is an innovative educational initiative that integrates advanced clinical simulation and immersive technology for specialized training in regional anesthesia and pain management. Since its creation in 2016, it has been led by a multidisciplinary team and has become a benchmark model in Latin America, with prominent participation in conferences such as LASRA (Latin American Society of Regional Anesthesia), CLASA (Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología), and SIMULANEST COMEXANE (Colegio Mexicano de Anestesiología). Its approach combines deliberate practice—including the development of technical skills (ultrasound-guided peripheral nerve blocks, catheter placement, among others)—with the simulation of critical events related to crises in pain and/or regional analgesia, such as the management of complications like LAST (Local Anesthetic Systemic Toxicity), diaphragmatic hemiparesis, and pneumothorax. It also emphasizes the development of non-technical competencies, such as effective communication, clinical leadership, and decision-making under pressure. To achieve this, the program uses anatomical models, biological simulators, standardized patients, and high-fidelity manikins in clinical



Morones Prieto», San Luis Potosí. Vicepresidenta de la Federación Mexicana de Colegios de Anestesiología (FMCA) 2023-2025. México.

§ Departamento de Anestesiología, Instituto Nacional de Rehabilitación (INR). Presidenta de la *Latin American Society of Regional Anesthesia* (LASRA) Capítulo México.

¶ Departamento de Anestesiología del Hospital Ángeles Acoxpa. Ciudad de México.

|| Departamento de Anestesiología, Instituto Nacional de Ciencias

Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán» (INCMNSZ). México.

** Past President *Latin American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine* (LASRA) 2019-2020. Profesor Clínico de Anestesiología de Medellín, Colombia.

† Past President *Latin American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine* (LASRA) 2014-2015 y 2022-2023. Profesor Clínico Asociado de Anestesia Regional de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

§§ Instructora de Simulación Clínica, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Correspondencia:

Dra. Ana Lilia
Garduño-López

E-mail: analiliagardu@
gmail.com

que la simulación clínica puede implementarse fuera de centros especializados, priorizando la fidelidad funcional y la participación activa. ABASI promueve una cultura de seguridad, pensamiento crítico y humanización en la atención del dolor, consolidándose como un modelo replicable, adaptable y basado en evidencia para la mejora continua en la formación clínica.

scenarios that replicate real perioperative situations. Since 2024, ABASI has incorporated VR (Virtual Reality) technology as a complementary tool to enhance technical precision, clinical safety, and autonomous learning. Its flexible design allows these experiences to be developed even outside conventional simulation centers, adapting to clinical spaces or academic events without compromising educational quality. ABASI promotes a culture of safety, critical thinking, and humanized care, consolidating itself as a replicable and evidence-based model for continuing medical education in anesthesiology.

Abreviaturas:

ABASI = Aprendizaje Basado en Simulación
AMETD = Asociación Mexicana para el

Estudio y Tratamiento del Dolor

CESIP = Centro de Enseñanza por Simulación de Posgrado

CLASA = Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesia

COMEXANE = Colegio Mexicano de Anestesiología

FMCAAC = Federación Mexicana de Colegios de Anestesiología

IASP = *International Association for the Study of Pain* (Asociación Internacional para el Estudio del Dolor)

INCMNSZ = Instituto Nacional de Ciencias

Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

LASRA = *Latin American Society of Regional Anesthesia*

RA = realidad aumentada

RV = realidad virtual

SIMULANEST = Entrenamiento en Simulación

Clínica para Anestesiólogos del Futuro

UNAM = Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

El avance de la anestesia regional con la introducción del ultrasonido y el manejo del dolor ha transformado el entorno perioperatorio, optimizando la analgesia, reduciendo el consumo de opioides y acelerando la recuperación del paciente⁽¹⁻³⁾. Sin embargo, estos beneficios también exigen una preparación especializada para anticipar y gestionar complicaciones que podrían comprometer la seguridad del paciente⁽⁴⁾.

Con este propósito, en 2016 se creó el curso ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación), bajo la dirección de la Dra. Ana Lilia Garduño López, instructora en simulación clínica por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y certificada en EUSIM (N1). La primera edición se realizó en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), con el respaldo de la Federación Mexicana de Colegios de Anestesiología (FMCAAC) y el apoyo del Dr. Ignacio

Varela Maldonado. Desde su origen, ABASI se consolidó como una iniciativa innovadora para la formación en anestesia regional y manejo del dolor mediante simulación clínica avanzada.

En su etapa inicial, ABASI encontró un espacio clave en la Asociación Mexicana para el Estudio y Tratamiento del Dolor (AMETD), donde participó activamente en cursos y congresos nacionales, enfocándose en la capacitación en manejo integral del dolor. Esta colaboración con la AMETD fue fundamental para posicionar a ABASI antes de su integración formal al Congreso Mexicano de Anestesia Regional y Medicina del Dolor del Capítulo LASRA México.

Ese mismo 2016, ABASI alcanzó proyección internacional al participar en el IASP Pain Camp México, patrocinado por la *International Association for the Study of Pain* (IASP) y organizado en conjunto con la AMETD en el CESIP-UNAM. Este evento reunió a 30 becarios latinoamericanos en un programa intensivo de simulación, con el apoyo del Dr. Rodrigo Rubio, experto en simulación, quien fue clave en el diseño de escenarios clínicos complejos.

Desde entonces, ABASI ha mantenido una participación constante en las seis ediciones del Congreso del Capítulo LASRA México, gracias al respaldo de la Dra. Sandra Patricia Gaspar Carrillo y del Dr. José Ramón Saucillo Osuna. En 2021, adaptándose a las condiciones de la pandemia, el curso migró a un formato virtual, integrando videos interactivos y plataformas digitales.

Hasta la fecha, ABASI ha realizado 26 ediciones, consolidando su presencia en ciudades como Chihuahua, Querétaro, Monterrey, Guadalajara, Ciudad de México y San Luis Potosí. A nivel internacional, participó en cursos en Colombia (Cartagena 2017, Medellín 2018),

el XXVI Congreso Internacional de LASRA Argentina (Buenos Aires, 2018) y el XVII Congreso Internacional LASRA Ecuador (Guayaquil, 2019). En 2020, ABASI fue invitado a participar en XVIII Congreso Internacional LASRA Panamá, reafirmando su proyección internacional; sin embargo, dicha edición fue cancelada debido a la pandemia por COVID-19.

ABASI fue invitado en 2019 por la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesia (CLASA) para el congreso llevado a cabo en Argentina. En preparación para su participación, la Dra. Vianey Barona de la UNAM y su equipo desempeñaron un papel fundamental en la calibración y perfeccionamiento de los escenarios clínicos, elevando significativamente el estándar de simulación en el manejo del dolor y la anestesia regional. Esta edición, coordinada por la Dra. Ana Garduño, contó con la colaboración de reconocidos instructores, incluyendo a la Dra. Vianey Barona (UNAM), la Dra. María Isabel Vázquez Sader de Colombia (quien en ese momento presidía la *Latin American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine* [LASRA]), la Dra. Josefina Gabriela Vidaña y el Dr. Ricardo Eli Guido Guerra (ambos de la FMCAAC), así como la Dra. Delia Borunda Nava del Centro de Destrezas Médicas (CEDDEM-INCIMNSZ).

Más recientemente, en julio de 2024, ABASI participó activamente SIMULANEST COMEXANE, dentro del marco del 50º Aniversario del Curso Internacional de Anestesiología y Medicina Perioperatoria del Colegio Mexicano de Anestesiología. Por primera vez, se estableció un centro de simulación temporal en las instalaciones del *World Trade Center* de la Ciudad de México, el cual ocupó un espacio de 600 m², diseñado para ofrecer una experiencia inmersiva, formativa e integral.

Este ambicioso proyecto contó con el respaldo del DICIM-UNAM, que facilitó la capacitación de 50 instructores de simulación, todos ellos socios activos del Colegio. La empresa Biossmann colaboró en el diseño y acondicionamiento de las áreas de simulación, que incluyeron tres quirófanos, tres áreas de *debriefing*, salones para la introducción a la simulación y zonas destinadas a la práctica deliberada. Asimismo, Laerdal México proporcionó simuladores que incluyeron maniquíes de moderada y alta fidelidad, elevando la calidad y el realismo de las sesiones.

Gracias a la coordinación del presidente del Colegio, el Dr. Andrés de la Rosa Mendoza, la tesorera Dra. Ana Lilia Garduño López, y el Dr. Arnulfo Calixto Flores de concilio de capítulos, se logró reunir a más de 20 grupos de simulación en anestesiología, en un esfuerzo sin precedentes que transformó el enfoque educativo en la especialidad. Este evento marcó un parteaguas en la formación práctica, estableciendo un «antes y un después» en la enseñanza de la anestesiología mediante simulación clínica.

En este contexto, ABASI (*Figura 1*) desempeñó un papel destacado como parte de este esfuerzo colaborativo, reafirmando su posición como referente en la educación basada en simulación aplicada a la anestesia regional y el manejo del dolor. En esta ocasión contó con la participación de la Dra. Gabriela Vidaña Martínez, Vicepresidenta de la FMCAAC, la presencia de la Dra. Sandra Patricia Gaspar Carrillo, Presidenta de LASRA México, y la participación de dos expresidentes de LASRA internacional Dra. María Isabel Vásquez Sader y el Dr. Juan Carlos de la Cuadra Fontaine.

Actualmente, ABASI se ha consolidado como una plataforma educativa de referencia en Latinoamérica, adaptativa y sustentada en evidencia, dedicada a la formación de profesionales altamente capacitados en anestesia regional y manejo del dolor, con un enfoque proactivo en la prevención y manejo de complicaciones perioperatorias.

HABILIDADES TÉCNICAS Y NO TÉCNICAS EN ANESTESIA REGIONAL: PRÁCTICA DELIBERADA Y MANEJO DE COMPLICACIONES MEDIANTE SIMULACIÓN CLÍNICA

El dominio de la anestesia regional no sólo implica la ejecución precisa de bloqueos guiados por ultrasonido, sino también la capacidad de anticipar y gestionar complicaciones graves⁽⁵⁾. Con este enfoque integral, el curso ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación) combina el perfeccionamiento técnico con el desarrollo de competencias no técnicas esenciales para la seguridad del paciente. A través de práctica deliberada, los participantes entran en procedimientos clave como bloqueos periféricos e interfaciales, colocación ecolguiada de catéteres y manejo de complicaciones en dolor agudo, utilizando modelos biológicos y simuladores de fidelidad variable⁽⁴⁻⁶⁾.

ABASI complementa esta formación con simulaciones críticas que recrean escenarios de complicaciones reales (como síndrome de Bezold-Jarisch, parálisis diafragmática, neumotórax o reacciones alérgicas, entre otras) mediante pacientes estandarizados y maniquíes de alta fidelidad. Estas dinámicas integran habilidades de liderazgo, comunicación y toma de decisiones bajo presión, dentro de un proceso estructurado de *pre-briefing*, *briefing*, ejecución del escenario y *debriefing*^(7,8). Además, algunos escenarios incluyen *feedback* guiado por algoritmos clínicos, lo que facilita la resolución efectiva de los objetivos establecidos en los casos simulados.

Destaca el escenario sobre toxicidad sistémica por anestésicos locales (LAST), basado en las guías de ASRA, donde los participantes deben identificar signos tempranos y aplicar protocolos de manejo en situaciones críticas como convulsio-



Figura 1:

Curso de Aprendizaje Basado en Simulación (ABASI), SIMULANEST COMEXANE 2024.

nes o paro cardíaco⁽⁹⁾. Esta estrategia refuerza la prevención y el manejo adecuado de emergencias.

La combinación de entrenamiento técnico, simulación de crisis y análisis posterior garantiza que los profesionales estén preparados no sólo para ejecutar procedimientos, sino para responder eficazmente ante cualquier eventualidad, priorizando la seguridad del paciente⁽⁵⁻⁷⁾.

MANEJO DE CRISIS EN DOLOR POSTOPERATORIO: SIMULACIÓN PARA UNA RESPUESTA CLÍNICA EFECTIVA

El dolor postoperatorio no controlado continúa siendo una complicación frecuente y subestimada, agravada por la ausencia de protocolos claros, la subvaloración del autorreporte del

paciente y el uso insuficiente de estrategias multimodales, lo que afecta negativamente la recuperación⁽¹⁰⁾. En respuesta, el curso ABASI ha desarrollado escenarios específicos para el reconocimiento y manejo de crisis de dolor, tanto en el postoperatorio inmediato como en el contexto de dolor crónico. A través de pacientes estandarizados⁽¹¹⁾, los participantes deben identificar fallos en la analgesia, optimizar técnicas regionales y neuroaxiales, corregir errores en dispositivos como bombas PCA (analgesia controlada por el paciente) o catéteres, y abordar casos complejos en pacientes con factores de riesgo como tolerancia a opioides, ansiedad o rotación de opioides⁽¹²⁾.

Estos escenarios no sólo fortalecen competencias técnicas, sino que también promueven habilidades de comunicación, empatía y toma de decisiones organizadas, reforzadas mediante *debriefing* y el uso de algoritmos prácticos diseñados por el equipo ABASI para guiar el aprendizaje^(7,8).

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA EN LA FORMACIÓN DE ANESTESIA REGIONAL

A partir de 2024, el curso ABASI ha incorporado tecnologías de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) como parte de su estrategia de capacitación avanzada en anestesia regional. La RV permite a los participantes interactuar con entornos tridimensionales seguros y repetitivos, facilitando la práctica de técnicas de bloqueo, el reconocimiento anatómico y la precisión en la manipulación de la aguja, además de ofrecer retroalimentación inmediata para optimizar el aprendizaje^(13,14). Esta tecnología es especialmente valiosa para residentes y médicos en formación, al reforzar sus conocimientos antes de intervenir en pacientes reales.

Por su parte, la RA resulta útil para el aprendizaje de anatomía y sonoanatomía, así como aplicada al ultrasonido potencia la ejecución de bloqueos periféricos e interfasciales al superponer guías digitales interactivas sobre el campo visual del operador. Esta herramienta facilita la visualización de trayectorias seguras, evita estructuras de riesgo y promueve el aprendizaje autodirigido en tiempo real⁽¹⁵⁾. La combinación de RA con simuladores físicos crea un entorno híbrido que refuerza tanto las habilidades manuales como el razonamiento clínico, contribuyendo a una formación más completa y eficiente^(15,16).

SIMULACIÓN FUERA DE CENTROS ESPECIALIZADOS PARA EL ENTRENAMIENTO: ¿ES POSIBLE?

La simulación clínica, tradicionalmente vinculada a centros altamente equipados, ha evolucionado hacia un

enfoque donde la calidad pedagógica, el diseño de los escenarios y la participación activa son más relevantes que la infraestructura tecnológica^(17,18). Desde su creación en 2016, el curso ABASI ha demostrado que es posible implementar simulación en contextos diversos, priorizando la fidelidad funcional y emocional sobre el realismo físico⁽¹⁸⁾. A través de pacientes estandarizados, narrativas estructuradas e instructores capacitados, ABASI genera entornos inmersivos incluso en espacios no convencionales como auditorios, salas de conferencias o áreas adaptadas dentro de hospitales. Esta flexibilidad ha permitido recrear escenarios clínicos tanto en congresos nacionales como internacionales, consolidando una simulación accesible y costo-efectiva^(17,18). La experiencia acumulada confirma que el éxito radica en involucrar a los participantes en desafíos clínicos realistas, fomentando un aprendizaje activo y significativo⁽¹⁹⁾.

CONCLUSIONES: ABASI, UN MODELO INTEGRAL PARA LA FORMACIÓN EN ANESTESIA REGIONAL Y MANEJO DEL DOLOR

ABASI (Aprendizaje Basado en Simulación) se ha consolidado como una plataforma innovadora en la educación médica, integrando la simulación clínica en la formación de residentes y la actualización de especialistas ante los retos de una práctica médica cada vez más compleja. Su enfoque multidimensional combina práctica deliberada, simulación avanzada con pacientes estandarizados y maniquíes de alta fidelidad, así como el uso de realidad virtual y aumentada para perfeccionar habilidades en anestesia regional.

Más allá del desarrollo de competencias técnicas, ABASI refuerza habilidades no técnicas, fomentando la seguridad del paciente, la toma de decisiones basada en evidencia, el pensamiento crítico y la respuesta eficiente ante crisis.

Al integrar escenarios basados en problemas reales, ABASI promueve una cultura de seguridad y humanización en la atención, posicionándose como un referente en educación médica contemporánea en Latinoamérica, orientado a elevar los estándares de calidad en anestesia regional y manejo del dolor.

REFERENCIAS

1. Garduño-López AL, Acosta Nava VM, Castro Garcés L, Rascón-Martínez DM, Cuelar-Guzmán LF, Flores-Villanueva ME, et al. Towards better perioperative pain management in Mexico: a study in a network of hospitals using quality improvement methods from Pain Out. *J Pain Res*. 2021;14:415-430. doi: 10.2147/JPR.S282850.
2. Garduño-López AL, Nuche-Cabrera E, Monroy-Álvarez C. Dolor postoperatorio: optimización del manejo en el contexto perioperatorio. *Rev Mex Anest*. 2016;39:16-19.
3. Verdugo-Velázquez FF, Hernández-Badillo LE, Reyes-Rojas JE, Garduño-López AL. Inteligencia artificial, la nueva herramienta en la

- medicina perioperatoria y en el manejo del dolor postoperatorio. Rev Mex Anestesiol. 2024;47:291-295.
4. Nakatani R, Patel K, Chowdhury T. Simulation in anesthesia for perioperative neuroscience: present and future. J Neurosurg Anesthesiol. 2024;36:4-10.
 5. Beutler Crawford GL, Johnson B, Evans H. Assessment tools for the evaluation of simulation-based competency in ultrasound-guided regional anesthesia: an integrative review. AANA J. 2023;91:109-116.
 6. Kumar AH, Sultan E, Mariano ER, Udani AD. A modern roadmap for the use of simulation in regional anesthesiology training. Curr Opin Anaesthesiol. 2022;35:654-659.
 7. Maestre JM, Rudolph JW. Teorías y estilos de *debriefing*: el método con buen juicio como herramienta de evaluación formativa en salud. Rev Esp Cardiol. 2015;68:282-285.
 8. Paige JT, Kerdolff KE, Rogers CL, Garbee DD, Yu Q, Cao W et al. Improvement in student-led debriefing analysis after simulation-based team training using a revised teamwork assessment tool. Surgery. 2021;170:1659-1664.
 9. Neal JM, Neal EJ, Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Local Anesthetic Systemic Toxicity checklist: 2020 version. Reg Anesth Pain Med. 2021;46:81-82.
 10. Garduño-López AL, Acosta-Navar V, Verdugo-Velázquez F, Grajeda-Rábago ZF, Ramírez-Miguel W, Rascon-Martínez DM, et al. Segundo proyecto Pain Out México: descifrando la interferencia funcional y el dolor neuropático postoperatorio, hacia el diseño de una clínica transicional de dolor. Rev Mex Anest. 2024;47:224-229.
 11. Oh PJ, Jeon KD, Koh MS. The effects of simulation-based learning using standardized patients in nursing students: A meta-analysis. Nurse Educ Today. 2015;35:e6-e15.
 12. Sultan E, Sarno D, Nelson ER. Simulation-based education in acute and chronic pain training. Curr Pain Headache Rep. 2023;27:639-643.
 13. Garduño-López AL, Nájera-Aranzabal MF, Pellecer-González LC, Verdugo-Velázquez FF, Reyes-Rojas JE, Guillén-Rojas R. Viaje inmersivo: realidad virtual para la gestión del dolor y la enseñanza en anestesia regional guiada por ultrasonido. Rev Mex Anest. 2024;47:296-301.
 14. Chuan A, Bogdanovych A, Moran B, Chowdhury S, Lim YC, Tran MT, et al. Using Virtual Reality to teach ultrasound-guided needling skills for regional anaesthesia: A randomised controlled trial. J Clin Anesth. 2024;97:111535.
 15. Savage M, Spence A, Turbitt L. The educational impact of technology-enhanced learning in regional anaesthesia: a scoping review. Br J Anaesth. 2024;133:400-415.
 16. Shevlin SP, Turbitt L, Burckett-St Laurent D, Macfarlane AJ, West S, Bowness JS. Augmented reality in ultrasound-guided regional anaesthesia: an exploratory study on models with potential implications for training. Cureus. 2023;15:e42346.
 17. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. Med Educ. 2012;46:636-647.
 18. Garduño-López AL, Castro-Garcés L, Guido-Guerra RE, Monroy-Álvarez CJ, Ortega-Maldonado WE, Acosta-Navar VM. Aprendizaje basado en simulación: experiencia en el manejo del dolor postoperatorio. En: Carillo Esper R, Mejía Terrazas GE. Clínicas Mexicanas de Anestesiología. Vol. 36. México: Editorial Alfil; 2019. pp. 85-95.
 19. Garduño-López AL, Guido-Guerra RE, Acosta-Navar VM, Borunda-Navar D, Domínguez-Cherit G. El papel de la simulación como estrategia educativa en la pandemia de COVID-19. Rev Mex Anest. 2020;43:305-314.



Recibido: 07-03-2025
Aceptado: 09-05-2025

Simulación y gestión de malas noticias en Cuidados Paliativos

Simulation and management of bad news in palliative care

Dr. Uría Guevara-López,* Dra. Psic. Leticia Ascencio-Huertas,‡
Dra. T.S. Alicia Campos-Hernández,§ Dr. Óscar Eduardo Meza-Ortiz,¶
Dr. Genaro Muñoz-García,|| Dr. Juan Pablo Núñez-Mondragón**

Citar como: Guevara-López U, Ascencio-Huertas L, Campos-Hernández A, Meza-Ortiz ÓE, Muñoz-García G, Núñez-Mondragón JP. Simulación y gestión de malas noticias en Cuidados Paliativos. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 180-183. <https://dx.doi.org/10.35366/120425>

Palabras clave:
gestión de malas noticias, cuidados paliativos, simulación.

Keywords:
bad news management, palliative care, simulation

* Profesor investigador.
FMC. Universidad Autónoma «Benito Juárez» de Oaxaca. Presidente del Instituto Medicina del Dolor y Cuidados Paliativos (IMEDOCP). Oaxaca, México.

† Instituto Nacional de Cancerología. Ciudad de México, México.

§ Doctora en Trabajo Social. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Ciudad de México, México.

¶ Hospital General de Zapopan. Guadalajara, Jalisco, México.

|| Hospital Regional Ignacio Zaragoza, ISSSTE. Ciudad de México, México.

** Hospital General de Zona No. 36, IMSS. Pachuca, Hidalgo, México.

Correspondencia:
Dr. Uría Guevara-López
E-mail: uriaquevara271@gmail.com



RESUMEN. En el caso de enfermedades complejas, progresivas y no curables, el personal de salud debe explicar al paciente o a su familia que dada la naturaleza de la enfermedad que padece no va a mejorar, incluyendo la posibilidad del final de la vida. La experiencia, dada la naturaleza del tema, puede resultar desagradable o estresante para el clínico, el paciente, los familiares y cuidadores. Además, la poca habilidad para informar las malas noticias puede generar mayor sufrimiento y deteriorar la relación médico-paciente. Por el contrario, un buen desempeño en esta tarea puede disminuir el impacto emocional, permitiendo la asimilación paulatina de la nueva realidad fortaleciendo la relación sanitario-paciente. En este trabajo se describen algunos aspectos relacionados con la dificultad que implica esta actividad. Aunque la comunicación de malas noticias es un asunto complejo e incómodo para los participantes, la evidencia muestra que la utilización de un enfoque humanístico, pluricultural, protocolizado, basado en el aprendizaje de habilidades de comunicación empleando la simulación, puede facilitar significativamente esta tarea.

ABSTRACT. In the case of complex, progressive, and incurable diseases, healthcare personnel must explain to the patient or their family that, given the nature of the illness, the patient will not improve, including the possibility of reaching the end of life. The experience, given the nature of the subject, can be unpleasant or stressful for the clinician, the patient, family members, and caregivers. Furthermore, poor skill in communicating bad news can cause greater suffering and deteriorate the doctor-patient relationship. Conversely, good performance in this task can lessen the emotional impact, allowing for the gradual assimilation of the new reality and strengthening the doctor-patient relationship. This paper describes some aspects related to the difficulty involved in this activity. Although communicating bad news is a complex and uncomfortable matter for participants, evidence shows that the use of a humanistic, multicultural, protocol-based approach based on learning communication skills through simulation can significantly facilitate this task.

INTRODUCCIÓN

Con frecuencia, durante la comunicación de diagnósticos o pronósticos desfavorables, médicos, pacientes y familiares intercambian información relacionada con la inexistencia de alternativas curativas. En el caso del cáncer o enfermedades crónicas, complejas, progresivas no curables, el equipo de salud requiere explicar al paciente y familia la razón de la ausencia de mejoría o un inesperado desenlace. La complejidad de la conversación puede resultar desagradable o estresante para el personal de salud que comunica la mala noticia (*Figura 1*).

La carencia de esta competencia puede incrementar el sufrimiento del paciente o su familia y deteriorar la relación entre éstos y el profesional que da las malas noticias. Por lo contrario, un buen desempeño en estas complejas circunstancias puede disminuir el impacto emocional en los receptores, facilitando la aceptación y asimilación de la nueva realidad, afianzando la relación médico-paciente.

¿QUÉ ES UNA MALA NOTICIA?

Es la información que afecta negativamente las expectativas que tiene el paciente de sí mismo



Figura 1: Dilemas éticos al dar malas noticias.

Elaboración propia.

y su futuro, que puede producir sentimientos de desamparo, representa una amenaza para la salud mental, emocional o física de una persona y, potencialmente, puede afectar en forma negativa la perspectiva del paciente y su familia, causando alteración emocional adversa o grave.

¿ES COMPETENTE EL PERSONAL DE SALUD PARA DAR BIEN LAS MALAS NOTICIAS?

Esta pregunta cobra relevancia en un entorno profesional caracterizado por:

1. Aumento en la supervivencia general, aparición del fenómeno de multimorbilidad, modificación de la estructura social de las personas enfermas que no reciben los cuidados no profesionales que antes eran proporcionados por la familia.
2. Se ha privilegiado el desarrollo tecnocientífico, existiendo inclusive un alejamiento de los principios y valores familiares y sociales.
3. Se ha medicalizado el sufrimiento y la muerte⁽¹⁾.

Diversos autores han enfatizado la importancia de capacitar convenientemente al personal de salud en la relevante competencia de dar bien las malas noticias en medicina⁽²⁻⁷⁾. Un estudio efectuado en México en el 2008 reportó que 56% de los residentes de especialidad encuestados jamás recibió información o capacitación al respecto, 27.85% expresó que su primera experiencia se basó en imitación de médicos de mayor jerarquía, 14% calificó como mala su primera experiencia, 82% consideró difícil dar malas noticias, 12% delegó la responsabilidad a otro médico y 56% consideró que su capacidad para esta competencia es de mala a regular. Concluyendo con la mayoría de residentes encuestados, es necesario fortalecer la gestión de cómo dar las malas noticias en todos los niveles educativos, lo cual lamentablemente no se ha atendido adecuadamente^(8,9).

Se ha reportado que las malas habilidades de comunicación son un predictor de vulnerabilidad médico-legal y causa de agotamiento del personal de salud ante el temor de posibles reportes de la familia ante la escasa sensibilidad del personal en el momento de comunicar malas noticias, pese a aceptarse a la comunicación como un factor determinante en el cuidado de pacientes crónicos no curables a los que se brinda atención paliativa y en los que con frecuencia... ¡Es todo lo que tenemos para ofrecer!!⁽¹⁰⁾.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA GESTIÓN DE MALAS NOTICIAS?

La respuesta rápida sería: a) porque es una práctica inherente a la medicina, b) por ser una obligación ética, c) por ser un sinónimo de calidad en la atención o d) por facilitar un mejor apego al tratamiento, etc. Sin embargo, la complejidad y relevancia de la competencia en sí, obliga a considerar variables poco analizadas o soslayadas que explican las conductas evitativas de los trabajadores de la salud y sus implicaciones bioéticas.

Desde la perspectiva médica se ha observado cierta resistencia a comunicar malas noticias debido a: estrés laboral, falta de competencias, sensación de responsabilidad y fracaso, presencia de emociones negativas ante la disyuntiva de comunicar la verdad o participar en la conspiración del silencio, pese a saber que la mentira afecta la dignidad intrínseca del ser humano, su libertad y base de cualquier relación de confianza⁽¹⁰⁾.

¿POR QUÉ ES TAN DIFÍCIL DAR LAS MALAS NOTICIAS?

Al dar una mala noticia, aumentan los miedos y el nivel de ansiedad ante la probabilidad de causar dolor a otros; recibir una respuesta hostil o agresiva, mostrar falta de experiencia, no lograr una relación empática, o despertar mecanismos de afrontamiento, distancia sociocultural o religiosa y, sobre todo, por los temores personales a padecer enfermedades y por nuestra propia muerte.

Se ha descrito diversas reacciones al comunicar o recibir malas noticias. Cada persona tiende a reaccionar de manera diferente dependiendo de su momento personal, de sus recursos para dar salida a las emociones intensas, a sus características, personalidad y experiencias previas. En la mayoría de casos, después de recibir la noticia, puede observarse un bloqueo corto o largo, seguido de una fuerte expresión emocional, gritos, llanto, reacciones agresivas o violentas desplazando su ira contra el emisor; en otros casos, abatimiento total, negación, tranquilidad o calma aparente.

Independientemente del caso, el equipo de salud estará dispuesto a brindar apoyo emocional a la persona enferma, familiares y cuidadores, procurando en todo momento un

ambiente de comprensión, respeto, empatía y apoyo⁽¹¹⁾. En este particular entorno, la educación del personal de salud en cómo dar bien una mala noticia requiere de estrategias para capacitar en el menor tiempo posible al personal de salud que en forma cotidiana se encarga de esta importante tarea.

CAMBIO DE PARADIGMA

¿Cómo dar bien las malas noticias?

Los notables avances científico-tecnológicos en el uso de la simulación en medicina de las últimas décadas, incluyen empleo de modelos de alta fidelidad que imitan las respuestas humanas de una manera sorprendente. Se cuenta con maniquíes extremadamente realista que respiran, generan electrocardiograma y tiene pulsos, sonidos cardíacos y una vía aérea que puede programarse, lo cual permite afirmar en forma indiscutible que la simulación es parte integral de la enseñanza y de la investigación en medicina⁽¹¹⁾.

En este ámbito se ha demostrado objetivamente que el entrenamiento con simulación aumenta el conjunto de habilidades del personal de salud y mejora la seguridad del paciente. Lamentablemente, no se ha reportado una mejora demostrable en los resultados de los pacientes hospitalizados⁽¹¹⁾. Escasean los modelos educativos orientados al empleo de esta modalidad en la obtención de competencias no relacionadas al desarrollo de habilidades psicomotrices, como las habilidades para dar bien las malas noticias⁽²⁾.

Diversos autores han recomendado el empleo de modelos o protocolos para desarrollar las habilidades del personal de salud⁽¹⁰⁻¹⁴⁾. La integración de estos modelos educativos en la formación de residentes que atienden a pacientes crónicos no curables o que se encuentran en sus últimos días, no figura en la mayoría de los planes y programas de enseñanza, pese a mostrar su utilidad en la comunicación de malas noticias, a pesar de que el empleo de estos protocolos permite crear un mejor estilo de relación y comunicación con el enfermo, familia y cuidadores, reduce el impacto psicológico asociado a este tipo de información, facilita la asimilación e incorporación en los esquemas cognitivos del paciente, proporciona refuerzo emocional, asiste al arranque de recursos de afrontamiento que ayudan a la integración del proceso y evita la conspiración del silencio al fortalecer la revelación de la verdad⁽¹³⁾.

El protocolo centrado en la persona responde a las preferencias de cada individuo, a sus necesidades, creencias y asegura que los valores del paciente sean tomados en cuenta en cada etapa, en particular durante la toma de decisiones. El obtener la información necesaria del paciente, averiguar qué sabe hasta el momento, cuáles son sus expectativas y qué grado de preparación tiene para escuchar la mala noticia, es

fundamental para transmitir la información médica en forma clara y proporcionar apoyo al paciente, permite atenuar el impacto negativo de las malas noticias, obtener la colaboración del paciente para elaborar un plan de cuidados consensuado y favorecer la adherencia al mismo (*Figura 2*).

Entre las estrategias de simulación para dar malas noticias, destaca la simulación con recursos de dramatización. Esta práctica permite modelar eventos clínicos en un ambiente seguro y controlado, lo que genera beneficios para el aprendizaje y ofrece al estudiante la posibilidad de desarrollar competencias prácticas, razonamiento crítico, toma de decisiones, trabajo en equipo y, sobre todo, contribuir al fortalecimiento de la autoeficacia. Mediante el ejercicio de sus cuatro etapas: *prebriefing*, práctica deliberada, *debriefing* y retroalimentación el estudiante puede adquirir la competencia de manera consciente, reflexiva, crítica y empática.

En un taller de simulación cuyo objetivo fue desarrollar habilidades de comunicación en el personal médico para informar el diagnóstico y pronóstico desfavorables a persona con enfermedad no curable mediante un caso clínico del paciente estandarizado y con objetivos específicos como:

1. Identificar en una situación clínica simulada (paciente estandarizado) los elementos esenciales que se requieren para

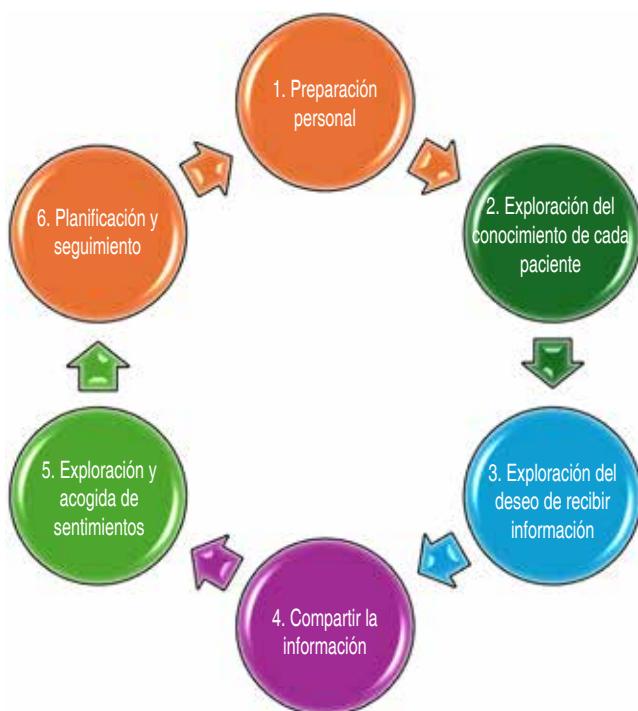


Figura 2: Etapas para dar malas noticias.

Modificado de: Bascuán RML. Comunicación de «malas noticias» en salud. Rev Med Clin Las Condes. 2013; 24 (4): 685-693.
[https://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70208-6](https://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70208-6)

informar a una persona sobre su diagnóstico y pronóstico de enfermedad no curable.

2. Ejecutar en forma completa y ordenada las etapas de los protocolos para la comunicación de malas noticias (diagnóstico y pronóstico).
3. Reflexionar sobre la importancia de desarrollar las habilidades, actitudes y aptitudes al comunicar a una persona con enfermedad no curable el diagnóstico y pronóstico desfavorable.
4. Reconocer necesidades y aplicar estrategias de autocuidado en el personal de salud.

REFLEXIONES FINALES

La realización de un taller multidisciplinario permitió evaluar la validez y pertinencia del método de simulación en malas noticias, obteniéndose valiosas reflexiones de los participantes e instructores respecto a que la gestión de métodos basados en tecnologías de información, comunicación y las telecomunicaciones son un medio para transmitir datos, información, conocimiento, en un horizonte incluyente, con sentido social y valores de un país con importante diversidad cultural^[14].

Finalmente, aunque la comunicación de malas noticias es un asunto complejo e incómodo para el personal de salud, la evidencia muestra que la utilización de un enfoque humanístico, pluricultural, protocolizado, basado en el aprendizaje de habilidades de comunicación, pueden mejorar significativamente esta tarea. Sin duda, queda mucho por hacer para mejorar nuestras capacidades de comunicación, lo cual además de ser gratificante permitirá brindar una mejor atención a los pacientes en los momentos en que más lo necesiten. ¡No podemos permanecer estáticos, iniciemos la tarea!

REFERENCIAS

1. Williams-Reade J, Lobo E, Whittemore AA, Parra L, Baerg J. Enhancing residents' compassionate communication to family members: a family systems breaking bad news simulation. *Fam Syst Health*. 2018;36:523-527.
2. Guevara-López U, Luna M, Ramirez E. Education in anesthesiology: crisis, values and perspectives. *Med Res Arch*. 2023;11. doi: 10.18103/rma.v1i17.2.4204.
3. Gordillo-Navas GC, Trujillo-Martínez JD, Filizzola-Bermúdez JD. Estrategia de simulación para aplicar el protocolo SPIKES en la comunicación de malas noticias. *Univ Med*. 2020;61:56-64.
4. Gómez-Sancho M. Cómo dar malas noticias en medicina. México: Manual moderno; 2019.
5. Brito F, Darlic V. Revisión bibliográfica sobre la entrega de malas noticias en medicina e intervenciones para mejorar esta habilidad. *Rev Conflu*. 2020;3:135-139. Disponible en: <https://revistas.udd.cl/index.php/confluencia/article/view/479>
6. Silvera L, De-Palleja MP, Álvarez C. Comunicación de malas noticias: perspectivas desde la anestesiología. *Rev Chil Anest*. 2024;48:395-401. doi: 10.25237/revchilanestv48n05.03.
7. Soriano-Sánchez JG, Jiménez-Vázquez D. Una revisión sistemática sobre habilidades y técnicas para mejorar el feedback entre médico y paciente. *Rev Acciones Med*, 2022;1:7-21. doi: 10.35622/j.ram.2022.04.001.
8. Jalali R, Jalali A, Jalilian M. Breaking bad news in medical services: a comprehensive systematic review. *Heliyon*. 2023;9:e14734.
9. García-Reyes W, Lara-Solares A, Guevara-López U, Flores-Rebollar A, Loaeza-Del Castillo A. Cómo se dan las malas noticias de enfermedad terminal por un grupo médico no especializado en cuidados paliativos. *Rev Mex Anest*. 2008;31:9-14.
10. Buckman R. Communications and emotions. *BMJ*. 2002;325:672.
11. Díaz-Martínez LA, Cuesta-Armesto MH, Díaz-Rojas MJ. La formación médica en comunicación de malas noticias: una revisión narrativa. *Rev Esp Edu Med*. 2020;1:32-44.
12. Arranz-Carrillo de Albornoz P. Información y comunicación con el enfermo como factor de prevención del dolor y el sufrimiento: la acogida. Dolor y sufrimiento en la práctica clínica. *Monografías Humanitas*. 2004;2:127-137.
13. Bernabé-Villodre MM. Pluriculturalidad, multiculturalidad e interculturalidad, conocimientos necesarios para el trabajo docente. *Rev Edu Hekademos*. 2012;11: 67-76.
14. Green M, Tariq R, Green P. Improving patient safety through simulation training in anesthesiology: where are we? *Anesthesiol Res Pract*. 2016;2016:4237523. doi: 10.1155/2016/4237523.



Recibido: 27-03-2025
Aceptado: 21-05-2025

Sedación inhalada, uso de simulación para su aprendizaje médico en anestesiología

Inhaled sedation, use of simulation for your medical learning in anesthesiology

Dra. Ana Alicia Velarde-Pineda,* Dr. Víctor Hugo Nubert-Castillo,‡
Dr. Raúl Carrillo-Esper§

Palabras clave:

sedación,
anestésicos volátiles,
sedación inhalada,
Sedaconda-ACD.

Keywords:

sedation, volatile
anesthetics, inhaled
sedation, Sedaconda-ACD.

* Jefatura de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), UMAE Hospital de Especialidades, CMNO, IMSS. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Centro Universitario de Tlajomulco. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México.

ORCID:
0000-0003-4104-5881

† UCI, HGR-180. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México.

ORCID:
0009-0008-1769-4367

§ Academia Nacional de Medicina de México. Ciudad de México, México.

Correspondencia:

Dra. Ana Alicia
Velarde-Pineda
Belisario Domínguez
No. 1000,
Col. Independencia
Oriente, CP 44340
Guadalajara, Jalisco.
E-mail: anavelarde2011@
hotmail.com



RESUMEN. La sedación y la analgesia son dos pilares en el manejo del paciente que ingresa a un quirófano, así como en el paciente crítico que llega proveniente de la Unidad de Cuidados Intensivos y que será sometido a algún procedimiento quirúrgico. Los dispositivos de sedación inhalada para uso las 24 horas en la UCI son una estrategia novedosa de sedación que permite tener un rápido inicio de acción, es titulable a dosis respuesta y con un tiempo rápido de recuperación. Por lo que, debido a que con frecuencia se traslada a estos pacientes en estado crítico a quirófano para realizar una cirugía, es importante que el médico anestesiólogo esté familiarizado con las indicaciones, contraindicaciones, armado y puesta en marcha de estos dispositivos especiales de sedación inhalada como es el Sedaconda ACD®. Para ello, se pueden implementar estrategias de aprendizaje como los talleres con simulación médica que permitan al médico anestesiólogo repasar estos puntos importantes y ponerlos en marcha, lo que le posibilitará resolver los problemas clínicos que se le presenten en escenarios reales.

ABSTRACT. Sedation and analgesia are two pillars of management for patients admitted to the operating room, as well as for critically ill patients arriving from the Intensive Care Unit, that will be subject of a procedure. 24-hours inhaled sedation devices in the ICU are a novel sedation strategy that allows rapid onset of action, dose-response titration, and rapid recovery time. Therefore, since these critically ill patients are frequently transferred to the operating room for surgery, it is important for anesthesiologists to be familiar with the indications, contraindications, assembly, and operation of these special inhaled sedation devices, such as the Sedaconda ACD. To achieve this, learning strategies such as medical simulation workshops can be implemented to allow anesthesiologists to review these important points and implement them, enabling them to solve clinical problems encountered in real-life scenarios.

INTRODUCCIÓN

La sedación es una parte modular del manejo del paciente que ingresa a un área de quirófanos y, sobre todo, de aquellos pacientes provenientes de Terapia Intensiva que, por el requerimiento de ventilación mecánica y su estado crítico, requieren continuar con sedación para la realización de una cirugía⁽¹⁾. La analgesia y la sedación permiten mejorar en el paciente el dolor, la ansiedad, así como la realización de procedimientos invasivos y la sincronización de la ventilación mecánica, lo que permite que el paciente tenga un menor

consumo de oxígeno a nivel miocárdico⁽²⁾. De acuerdo con la literatura, el sedante ideal debe estar libre de efectos secundarios, tener un rápido inicio de acción y la tasa de dosis respuesta debe ser titulable, con un tiempo rápido de recuperación para facilitar la extubación de los pacientes al término de la cirugía⁽³⁾.

De manera reciente, se ha podido utilizar el isoflurano y sevoflurano para la sedación moderada o profunda de pacientes adultos que requieren hospitalización en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), de donde frecuentemente requieren ingresarse a quirófano⁽⁴⁾ y continuar bajo ventilación mecánica para ser

sometidos a un procedimiento quirúrgico, situación que hace indispensable para el anestesiólogo conocer el armado, puesta en marcha y manejo de los dispositivos de sedación inhalada, como el MIRUSTTM y Sedaconda ACD[®], para poder continuar con su utilización en quirófano sin suspender el tratamiento del paciente. Esto puede ser logrado a través del aprendizaje por simulación, el cual es una alternativa de enseñanza que permite verificar en tiempo real si el alumno conoce cómo utilizar la herramienta, lo que mejora la calidad de su actuación clínica⁽⁵⁾.

USO DE SIMULACIÓN EN LA CLÍNICA

El uso de simulación en la práctica clínica permite llevar a cabo un proceso de aprendizaje activo, donde el médico anestesiólogo (adscrito o residente) se involucra en la realización de procedimientos a pie de cama, o incluso la simulación de un quirófano con paciente (maniquí) sobreviniendo problemas que se pueden presentar en la práctica clínica real⁽⁵⁾. La simulación clínica es como tal un sistema de aprendizaje que se ha puesto en boga, ya que

SIMULACIÓN CLINICA: USO DE SEDACIÓN INHALADA EN QUIRÓFANO	
FECHA:	
NOMBRE DEL PARTICIPANTE:	
OBJETIVOS: Durante la realización de este taller el participante aprenderá y reforzará sus conocimientos en:	
1. Indicaciones y contraindicaciones del uso de sedación inhalada en el paciente que proviene de la Unidad de Cuidados Intensivos o que será sometido a algún procedimiento donde se pueda utilizar este tipo de dispositivo de sedación.	
2. Conocer el tipo de conexiones que se pueden hacer del dispositivo (proximal y distal) y repasar cuáles son los componentes del equipo y su puesta en marcha.	
3. Identificar los escenarios clínicos en los que el paciente puede requerir una conexión distal y/o una proximal, ventajas y desventajas.	
4. Conocer como programar la bomba que perfunde el anestésico inhalado y cómo resolver los principales problemas que se pueden presentar con ella.	
ESQUEMA DE DESARROLLO DE LA SIMULACIÓN CLÍNICA:	
- Repaso de las indicaciones y contraindicaciones de la sedación inhalada, evidencia clínica. (60 mins).	
- El participante describe los tipos de conexiones y los realiza en tiempo real con el simulador e identifica errores de colocación (60 mins).	
- Presentación de escenarios clínicos en donde el participante titula la dosis del fármaco y ajusta el dispositivo en diferentes posiciones (60 mins.)	
- El participante observa la programación adecuada de la bomba de perfusión y analiza como resolver los principales errores que se pueden presentar con la misma (60 mins.)	
ITEMS A EVALUAR DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA ACORDE A LA PIRÁMIDE DE MILLER	
1. Se presenta con el paciente y/o familiar y le explica el procedimiento a realizar SI _____ NO _____	
2. Demuestra que debe utilizar medidas de precauciones universales SI _____ NO _____	
3. Prepara la totalidad de insumos para la conexión y los describe adecuadamente SI _____ NO _____	
4. Tiene los conocimientos sobre las indicaciones de la sedación inhalada (SI) SI _____ NO _____	
5. Tiene los conocimientos sobre las contraindicaciones de la sedación inhalada SI _____ NO _____	
6. Obtuvo calificación aprobatoria en el examen de conocimientos sobre SI SI _____ NO _____	
7. Describe y realiza una adecuada colocación y puesta en marcha del dispositivo de SI SI _____ NO _____	
8. Es capaz de explicar a sus compañeros toda la información sobre el dispositivo y la SI SI _____ NO _____	
9. Plantea de forma completa un escenario donde se puede utilizar la SI SI _____ NO _____	
10. Posterior a la presentación del caso clínico, resuelve satisfactoriamente la problemática presentada SI _____ NO _____	
11. Realiza un adecuado cambio en el tipo de conexión de proximal a distal y viceversa SI _____ NO _____	
12. Cumple con todo lo anterior al momento de realizar una práctica en un escenario real SI _____ NO _____	
MATERIALES NECESARIOS PARA LA SI:	
1. Ventilador Mecánico(VM) 2. Circuito tubular de ventilación mecánica 3. Dispositivo Sedaconda-ACD 4. Bomba tipo Jeringa (Syringe Driver) 5. Línea de infusión especializada 6. Nebulizador de malla 7. Filtro de carbón activado eliminador de gases (Scavenging)- adsorbedor. 8. Analizador de gases externo 9. Tubo endotraqueal 10. Maniquíes de torso para vía aérea avanzada	
EJEMPLO DE CASOS CLÍNICO: Paciente masculino 75 años, con lesión pulmonar tipo SDRA primario por neumonía nosocomial con requerimientos altos de ventilación mecánica PEEP 14 cmH2O FiO2 60% con falla renal aguda que no requiere terapia de sustitución renal. Peso 110 kg, estatura 1.65 mts, PCO2 65mmHg pH 7.20, con un volumen tidal calculado para 6ml/kg de peso predicho de 368ml. Pasa a quirófano por datos de oclusión intestinal. ANÁLISIS: 1. ¿Qué tipo de gas utilizaría para este paciente? 2. ¿Qué posición utilizaría para colocar el dispositivo de sedación inhalada por el pCO2 actual? 3. ¿Cuál es el RASS deseado en este paciente? 4. ¿Qué dosis utilizaría del anestésico inhalado? 5. El paciente presenta datos de agitación facies de dolor y moviliza sus extremidades intentando alcanzar el tubo endotraqueal, las presiones meseta del elevador se encuentran en 35 cmH2O qué dosis de gas administraría en bolo de acuerdo al anestésico elegido y qué dosis máxima podría utilizar? ADD: El instructor puede adaptar el caso clínico según el nivel de comprensión y competencias del evaluado.	
TOTAL DE PUNTOS CUMPLIDOS: _____	

Figura 1:

Propuesta de formato de lista de verificación para taller de simulación con sedación inhalada.



Figura 2: Pirámide de Miller⁽⁸⁾ adaptada a una simulación clínica del uso del dispositivo de sedación inhalada.



Figura 3: Escenario clínico de simulación, conexión del dispositivo de sedación inhalada Sedaonda ACD®. **A)** Se muestra cómo realizar una conexión proximal (rama inspiratoria), conservando un ángulo de 45° grados. **B)** Se observa el adsorbente conectado a la rama espiratoria. **C)** Se observa la jeringa y la bomba de perfusión, así como su conexión al dispositivo. **D)** Se observa la conexión distal al paciente. 1 = dispositivo de sedación inhalada, conexión proximal. 2 = filtro adsorbente. 3 = jeringa y perfusor. 4 = conexión de la perfusión al dispositivo. 5 = conexión distal del dispositivo de sedación inhalada.

permite un entorno controlado y virtual donde se integran tanto los conocimientos teóricos como prácticos⁽⁶⁾. Para poder realizar un aprendizaje por simulación se requiere lo siguiente:

1. Definir los objetivos de la simulación y el tipo de simulador a utilizar, así como su preparación.
2. Establecer el número de horas de simulación necesarias para el aprendizaje.

3. Mejorar la calidad del taller de simulación a realizarse, efectuando ensayos del mismo y, al término de su aplicación, una retroalimentación por parte de los participantes.
4. Entregar a los participantes su evaluación por medio de una lista de verificación que les permita conocer sus fortalezas y debilidades⁽⁷⁾.

En el caso particular de la sedación inhalada, los objetivos de la simulación, el armado y utilización del dispositivo, así como el aprendizaje de las indicaciones y contraindicaciones y el manejo de la bomba de perfusión, se describen dentro de la hoja de verificación que se propone como opción para la realización de un taller de simulación (*Figura 1*).

Es importante mencionar que, para poder llevar a cabo la sesión de simulación, el instructor a cargo debe entender y conocer la evaluación a través de la Pirámide de Miller, ya que es el esquema más difundido y utilizado sobre la evaluación de competencias profesionales, el cual se divide en cuatro niveles (*Figura 2*).

A continuación, se muestra un escenario de simulación en donde se pueden observar los dos tipos de conexiones que se pueden realizar con el dispositivo de sedación inhalada Sedaonda ACD®, así como todos los componentes que se requieren para un adecuado funcionamiento del mismo (*Figura 3*).

Finalmente, la capacidad reflexiva y el razonamiento en la resolución de problemas clínicos representan el núcleo fundamental de la competencia clínica; habilidades que se aplican en el desarrollo de una simulación clínica y que pueden ser evaluados de forma consistente a través de instrumentos de evaluación como estas listas de verificación y que transforma a esta técnica de aprendizaje en un desafío tanto para el instructor, como para el participante, pero que deja un nivel de conocimiento elevado y la satisfacción de la realización en tiempo real, y de manera guiada y asistida de un taller práctico, lo que eleva la confianza del participante al enfrentarse a un escenario real⁽⁹⁾.

CONCLUSIONES

La utilización de sedación en el paciente es un pilar fundamental en su manejo, sobre todo para la realización de procedimientos quirúrgicos y procedimientos invasivos de tipo diagnóstico y

terapéuticos libres de ansiedad y dolor (al combinarse con una analgesia adecuada). La sedación inhalada a través de dispositivos con perfusión continua es un método novedoso que permite sedar al paciente crítico en las UCI y trasladarse con éste a quirófano, por lo que el anestesiólogo debe estar familiarizado con su uso. La simulación clínica resulta en una técnica novedosa y eficaz para que se revise de forma efectiva el armado y puesta en marcha del dispositivo, así como los escenarios clínicos de uso y contraindicaciones. En este artículo se describe una metodología de simulación y se hace la propuesta de una lista de verificación que puede ser utilizada para facilitar la integración de los conocimientos teóricos y prácticos.

REFERENCIAS

1. Shehabi Y, Bellomo R, Mehta S, Riker R, Takala J. Intensive care sedation: the past, present and the future. *Crit Care* 2013;17:1-7. doi: 10.1186/cc12679.
2. Jacobi J, Fraser GL, Coursin DB, Riker RR, Fontaine D, Wittbrodt ET, et al. Clinical practice guidelines for the sustained use of sedatives and analgesics in the critically ill adult. *Crit Care Med.* 2002;30:119-141. doi: 10.1097/00003246-200201000-00020.
3. Devlin JW, Skrobik Y, Gélinas C, Needham DM, Slooter AJC, Pandharipande PP, et al. Clinical practice guidelines for the prevention and management of pain, agitation/sedation, delirium, immobility, and sleep disruption in adult patients in the ICU. *Crit Care Med.* 2018;46:e825-e873. doi: 10.1097/CCM.0000000000003299.
4. Contreras S, Giménez-Esparza C, Caballero J. Abordaje práctico de la sedación inhalada en el paciente crítico. Grupo de Trabajo de Sedación, Analgesia y Delirium (GTSAD) de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). *Med Intensiva*. 2024;48:467-476. doi: 10.1016/j.medint.2024.04.007.
5. Said, Said E. How to apply Simulation-Based Learning in Medical Education? *Iberoamerican Journal of Medicine*, 2020;02:79-86. doi: 10.5281/zenodo.3685233.
6. Cook DA, Hamstra SJ, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: Systematic review and meta-analysis. *Med Teach.* 2013;35:867-698. doi: 10.3109/0142159X.2012.714886.
7. Sellberg C, Lindmark O, Rystedt H. Learning to navigate: the centrality of instructions and assessments for developing students' professional competencies in simulator-based training. *WMU J Marit Affairs.* 2018;17:249-265. doi: 10.1007/s13437-018-0139-2.
8. Nolla-Domenjó M. La evaluación en educación médica: principios básicos. *Educ Méd.* 2009;12:223-229. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132009000500004&lng=es.
9. Pavlović A, Kalezić N, Trpković S, Videnović S, Šulović L. The application of simulation in medical education - our experience "from improvisation to simulation". *Srp Arh Celok Lek.* 2018;146:330-337. doi: 10.2298/SARH170609142P.



Recibido: 18-03-2025
Aceptado: 20-05-2025

Realidad virtual y anestesia

Virtual reality and anesthesia

Dr. Raúl Guillén-Rojas,* Dra. Lourdes Carolina Pellecer-González,†,§

Dr. Miguel Fernando Nájera-Aranzábal,¶ Dra. Ana Lilia Garduño-López,||

Dra. Felipa Acosta-Garduño§

Citar como: Guillén-Rojas R, Pellecer-González LC, Nájera-Aranzábal MF, Garduño-López AL, Acosta-Garduño F. Realidad virtual y anestesia. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 188-192. <https://dx.doi.org/10.35366/120427>

Palabras clave:

realidad médica extendida, realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta, anestesiología.

Keywords:

medical extended reality, virtual reality, augmented reality, mixed reality, anesthesiology.

* Anestesiólogo cardiovascular. Cofundador y codirector médico de *Virtual Medical Learning* (VML). Titular del curso de Especialización en Anestesiología, Hospital Ángeles Acoxpa. México.

† Cofundadora y codirectora médica VML. México.

§ Anestesióloga cardiovascular pediátrica adscrita al Servicio de Anestesiología Cardiovascular, Fundación Kardias. México.

¶ Cofundador VML. *Game-developer*. Director del Departamento de Desarrollo y Tecnología VML.

|| Anestesióloga adscrita al Departamento de Anestesiología y Coordinadora de Unidad de Dolor Postoperatorio.



RESUMEN. La realidad médica extendida (RMX), abarca la realidad virtual (RV), realidad aumentada (RA) y realidad mixta (RM), es una tecnología que está revolucionando la enseñanza de la anestesiología y de la medicina. En anestesiología, la RMX se aplica en la simulación de broncoscopías, intubación traqueal, anestesia regional y colocación de catéteres venosos centrales. Ofrece ventajas como un aprendizaje inmersivo y autodidacta, visualización tridimensional, una simulación de alta fidelidad, es accesible, portátil y más económica. Tiene desventajas como la dificultad en su desarrollo (háptica, complejidad anatómica) y, por parte, de los usuarios como resistencia al cambio, efectos adversos (mareo) y falta de evidencia. En México y Latinoamérica, el desarrollo es incipiente, con empresas como *Virtual Medical Learning* (VML) la RMX se considera una herramienta complementaria a los métodos de enseñanza existentes, con un futuro prometedor en diversas aplicaciones médicas. Aún se encuentra en sus inicios y requiere más investigación para comprender completamente sus alcances y limitaciones.

ABSTRACT. Extended medical reality (EMR), which encompasses virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR), is a technology that is revolutionizing the teaching of anesthesiology and medicine. In anesthesiology, EMR is applied in the simulation of bronchoscopies, tracheal intubation, regional anesthesia, and central venous catheter placement. It offers advantages such as immersive and self-taught learning, three-dimensional visualization, high-fidelity simulation, and is accessible, portable, and more economical. It has disadvantages such as difficulty in its development (haptics, anatomical complexity), and on the part of users, resistance to change, adverse effects (dizziness), and a lack of evidence. In Mexico and Latin-America, its development is nascent, with companies like VML; EMR is considered a complementary tool to existing teaching methods, with a promising future in various medical applications. It is still in its early stages and requires more research to fully understand its scope and limitations.

Abreviaturas:

3D = tridimensional

RA = realidad aumentada

RM = realidad mixta

RMX = realidad médica extendida

RV = realidad virtual

VML = *Virtual Medical Learning*

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la anestesiología ha experimentado una transformación en las últimas décadas, impulsada por los avances tecnológicos y una mejor comprensión de las teorías del aprendizaje⁽¹⁾; tradicionalmente, al igual que

muchas ramas de la medicina, su enseñanza se ha basado en el modelo de Halsted: «ver uno, hacer uno, enseñar uno»⁽²⁾. Esta evolución está integrando diversas herramientas como la simulación, recursos en línea, clases virtuales y por supuesto la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y la realidad mixta (RM)⁽³⁾.

Historia de la realidad virtual. Las industrias aeroespacial y de defensa fueron las primeras en incursionar en la RV en la década de los 50 con simuladores de vuelo a partir de cámaras múltiples y 180°. El primer dispositivo de RV descrito fue «Sensorama», un invento patentado por Morton Heilig⁽⁴⁾ (*Figura 1*). Sutherland desarrolló en 1968 *Sword of Damocles* (la espada



Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán».

Correspondencia:
Dr. Raúl Guillén-Rojas
 Prolongación 5 de Mayo,
 Núm. 40, Int. 7,
 Col. San Pedro
 Mártir, 14650,
 Alcaldía Tlalpan,
 Ciudad de México.
E-mail: raulgur10@
 hotmail.com

de Damocles), un desarrollo de unos lentes de RV conectados a un ordenador que generaban imágenes en el entorno real y se considera el primer sistema de RV y RA (*Figura 2*); estos términos, en ese entonces, eran sinónimos y fue hasta la década de los 90 cuando se empezaron a definir de manera independiente⁽⁵⁾.

DEFINICIONES

Realidad médica extendida (RMX). Se define como una intersección transformadora entre la atención médica y las tecnologías inmersivas, que integra, en un solo concepto, a la realidad virtual, la realidad aumentada, la realidad mixta y otras tecnologías que extienden o mejoran la experiencia médica⁽⁶⁾.

Realidad virtual (RV). Es una simulación generada por un software que nos sumerge en un entorno tridimensional (3D), permitiéndonos interactuar de forma muy similar a la vida real; a pesar de saber que todo fue generado por computadora y no es real, nuestro cerebro resulta engañado, cree todo lo que ve, escucha y toca, y quizás en un futuro lo que huele. Esto nos permite aprender de manera inmersiva a través de una experiencia muy cercana a como lo haríamos en la vida real⁽³⁾ (*Figura 3*).

También existe un tipo de RV creada con imágenes y/o videos esféricos o de 360°, que consiste en un reflejo de nuestra realidad, pero limita nuestra interacción a la observación.

Realidad aumentada (RA). Es una tecnología que superpone imágenes, información u otro contenido digital (principalmente tridimensional) generado por un software dentro de



Figura 1: Sensorama de Morton Heilig.



Figura 2: Gafas de realidad virtual de la espada de Damocles.

nuestro mundo real, mejorando su percepción y comprensión⁽⁷⁾.

Realidad mixta (RM). Combina elementos de la RV y la RA, se puede interactuar con elementos virtuales en el mundo real, permitiendo a los usuarios interactuar simultáneamente con elementos virtuales y físicos. La *American Medical Extended Reality Association* (AMXRA), en colaboración con el consejo editorial del *Journal of Medical Extended Reality*, desarrolló una taxonomía para definir el campo de la RMX⁽⁶⁾.

APLICACIONES Y DESARROLLO EN ANESTESIOLOGÍA

El desarrollo de las tecnologías de RMX dentro de la anestesiología ha experimentado una evolución importante, pasando de ser una idea futurista a una realidad que se está integrando a nuestras herramientas de aprendizaje⁽¹⁾. Inicialmente, la simulación en anestesiología se basaba en simuladores computarizados con interfaces poco realistas. Desde 1995, Burt⁽²⁾ ya tenía claro el potencial de esta herramienta; sin embargo, en esa época no se contaba con la tecnología para realizar entornos lo suficientemente cercanos a la realidad y los costos operativos eran inaccesibles, es decir la RV había llegado «muy temprano». A lo largo del tiempo, este desarrollo se ha manifestado en diversas áreas y procedimientos:

Broncoscopía: ha sido ampliamente estudiada y validada como un tema adecuado para la simulación con RV debido a su alta frecuencia de realización en múltiples especialidades médicas;

se han desarrollado simuladores como: el *AccuTouch Flexible Bronchoscopy Simulator*, el *AirSim Bronchi* (TruCorp), *Computer Airway Simulation System* (CASS) (un simulador que utiliza un iPad y hardware especializado a un costo relativamente bajo), entre otros⁽⁸⁾.

Intubación traqueal: aunque tradicionalmente se ha practicado con maniquíes físicos, el avance en los modelos 3D y en las hapticas ha propiciado el desarrollo de diversos sistemas como: el *Virtual Airway Skill Trainer* (VAST) desarrollado en el *Rensselaer Polytechnic Institute*, el *AirwayVR* y algunos otros⁽⁹⁾.

Anestesia regional: se han desarrollado diversos *softwares* para el entrenamiento en RV⁽⁸⁾, los modelos 3D han demostrado mejorar el entendimiento a los alumnos sin conocimiento previo y los simuladores de RV han demostrado mejorar las habilidades cognitivo-motoras⁽⁸⁾. También se ha demostrado que el uso de esta herramienta ayuda a mejorar las habilidades en anestesiólogos con experiencia⁽¹⁰⁾ (*Figura 4*).

Colocación de catéter venoso central: es un procedimiento invasivo común para las áreas críticas, la RV se ha convertido en un método ampliamente adoptado para mejorar los resultados del entrenamiento de la cateterización venosa central⁽⁵⁾. Existen en el mercado simuladores de colocación de catéter venoso central como el desarrollado por Vantari o el de VML (*Virtual Medical Learning*) para Latinoamérica (*Figura 5*).

Ecocardiografía transtorácica y transesofágica: el entendimiento tridimensional es fundamental para comprender la ecografía; los modelos 3D, la RV y la RA se convertirán en herramientas indispensables en el aprendizaje de la ecografía, ya se han desarrollado simuladores de alta fidelidad utilizando escaneos de alta resolución⁽¹¹⁾ y escenarios inmersivos como el creado por VML para el aprendizaje de ecocardiografía transtorácica dentro del quirófano (*Figura 6*).



Figura 3: Quirófano en realidad virtual (desarrollado por VML).



Figura 4: Simulador de anestesia regional en realidad virtual (desarrollado por VML).

Otras aplicaciones: la realidad médica extendida tiene aplicaciones en todos los campos del aprendizaje y la simulación, con una gran oportunidad de desarrollo y crecimiento, simulaciones de manejo de crisis en anestesia, de arritmias perioperatorias, manejo de vía aérea avanzada, bloqueos epidurales o espinales, paro en sala de operaciones, entre muchos otros parecen tener un futuro promisorio.

VENTAJA

Aprendizaje: estas tecnologías de RMX nos permiten crear entornos de aprendizaje que se asemejan mucho a escenarios clínicos reales, permitiéndonos interactuar de manera más dinámica, divertida e inmersiva^(7,12), también facilitan el autoaprendizaje. Está bien demostrado que la asociación de las emociones mejora el aprendizaje; esta tecnología ha demostrado que ocasiona emociones mucho mayores que las del aprendizaje tradicional.

Visualización tridimensional: la creación e interacción con entornos tridimensionales promueven el interés y facilitan el aprendizaje, la comprensión y la retención del conocimiento⁽⁷⁾.

Simulación: se pueden crear escenarios de simulación de alta fidelidad⁽¹¹⁾, su límite de creación es la imaginación. Estos simuladores permiten el entrenamiento y práctica de procedimientos invasivos de manera segura.

Accesibilidad y portabilidad: estos dispositivos están al alcance de todos y se puede practicar fácilmente en cualquier lugar y a cualquier hora.

Costo: el desarrollo de estos *softwares* es infinitamente menor a la creación de un centro de simulación, no requiere de personal capacitado ni de horarios específicos. Además, la adquisición de lentes oscila entre 250-700 USD (5,000-

15,000 MXN), siendo accesible a muchas personas o a comprarlos de manera grupal.

Desarrollo y evaluación de competencias: el aprendizaje basado en competencias es el modelo educativo que ha demostrado mayor éxito. Este tipo de herramientas facilita la práctica y la evaluación en este modelo, ofreciendo retroalimentación inmediata y objetiva; lo que mejora y acorta las curvas de aprendizaje.

Futuro: el desarrollo de estas aplicaciones no se limita al aprendizaje de la anestesiología, el futuro, es promisorio. Multiconectividad (*multiplayer*), profesores y alumnos podremos conectarnos e interactuar dentro de un escenario virtual (*multiverso*) recibiendo asesoría y *feedback* en tiempo real, rompiendo las barreras de la distancia. En la planificación quirúrgica, podremos observar las tomografías, resonancias y demás estudios a través de la RA de manera tridimensional en lugar de verlos en dos dimensiones en una pantalla. Interactividad con equipo médico: podemos conectarnos al ultrasonido y tener la pantalla enfrente de nosotros, interactuar con elementos reales y virtuales. En el manejo del dolor y terapias de rehabilitación, quizá ésta es el área donde más se ha demostrado su utilidad. Interacción con pacientes, desde explicarle un procedimiento a través de un escenario inmersivo o un video en lugar de dejarlo a su imaginación, hasta trasladar un paciente pediátrico a quirófano con un video inmersivo que disminuya su estrés y ansiedad. El alcance de esta tecnología escapa a lo expresado en este artículo.

DESVENTAJAS

Desarrollo: estamos ante el inicio del desarrollo de esta tecnología, aún tenemos muchas limitaciones dentro de su creación, las hápticas (sensaciones de tacto, vibración) están



Figura 5: Simulador de colocación de accesos vasculares en realidad virtual (desarrollado por VML).

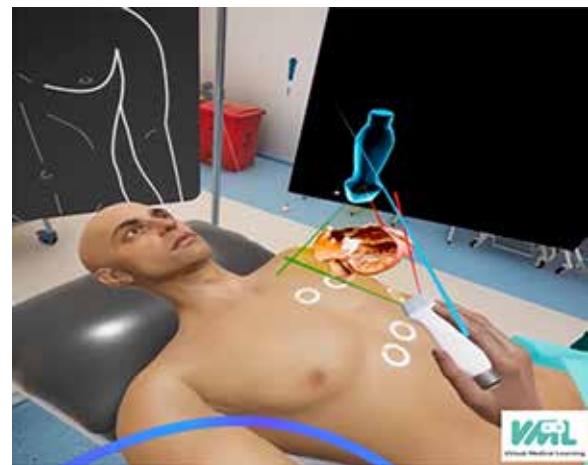


Figura 6: Simulador de ecografía transtorácica en realidad virtual (desarrollado por VML).

muy lejos de la realidad, lo cual afecta el desarrollo de habilidades psicomotoras finas. El desarrollo de las estructuras anatómicas complejas, a pesar de que existen librerías, escáneres y programas, enfrenta una gran dificultad para la creación de las imágenes tridimensionales optimizadas para incluirlas dentro de los desarrollos, ya que el poligonalaje (cantidad de vértices en la estructura 3D) en los desarrollos existentes o escaneados no está optimizado (ocupan mucho almacenaje). Respecto a los costos de desarrollo, existen pocas empresas capaces de desarrollar este tipo de *softwares* por su especialización, haciéndolo muy costoso y laborioso en estas fases de su desarrollo.

Usuarios: la renuencia al cambio siempre ha representado el mayor desafío en la inclusión de nuevas técnicas dentro y fuera de la medicina; a pesar de ser dispositivos fáciles de usar, se requiere una curva de aprendizaje⁽¹³⁾; como todo, el aprendizaje es personalizado y habrá alumnos que no se adapten a esta tecnología, debemos tener claro que esta tecnología no sustituye los métodos de aprendizaje, los complementa.

Efectos adversos: el mareo y las náuseas son un efecto adverso muy común, sobre todo al principio, la mayoría de las ocasiones es pasajero y al inicio; sin embargo, hay personas que nunca se adaptan.

Falta de evidencia: a pesar de que es sencillo validar un simulador virtual, esto no garantiza su eficacia en el entrenamiento; hacen falta estudios que demuestren su utilidad y en qué escenarios es útil y en cuáles no⁽¹³⁾. Tampoco se han estudiado las métricas para evaluar a los usuarios en estos escenarios.

Costo y accesibilidad: la inversión inicial en esta tecnología es importante, pero una vez realizada, los costos de mantenimiento son muy bajos; sin embargo, convencer a las instituciones de invertir en innovación es complicado.

PERSPECTIVAS ÉTICAS

La integración de estas tecnologías en la educación médica, la simulación de procedimientos y la atención a los pacientes plantea una discusión fundamental, obtener consentimiento informado para la protección de datos, el uso de información de pacientes, la divulgación del mismo, su utilización como herramienta de *marketing* para empresas que desarrollan equipo médico, garantizar la equidad del acceso y el riesgo de que realizar bien un procedimiento en estos escenarios no garantiza el éxito ante un paciente real y no sabemos aún si el demostrar competencias en estos simuladores puede garantizar la proficiencia. Así mismo los posibles efectos adversos que puede ocasionar deben estar claro para los usuarios.

DESARROLLO EN MÉXICO Y LATINOAMÉRICA

La RV y RA en México y Latinoamérica está siendo desarrollada por pocas empresas, las cuales se han involucrado de manera muy superficial con la enseñanza en medicina y nada en anestesiología. VML es una empresa mexicana que creamos hace más de un año (los autores GPL, GRR y NAM) y nos hemos especializado en desarrollos de medicina principalmente de anestesiología. El potencial de desarrollo de esta tecnología es altísimo, pero estamos viendo los comienzos, no dudamos que con el tiempo habrá más empresas y personas interesadas en colaborar.

CONCLUSIONES

La realidad médica extendida es un término que abarca la realidad virtual, aumentada y mixta, es una tecnología promisoria para la enseñanza de la medicina y la anestesiología, la accesibilidad, portabilidad y bajos costos son sus principales ventajas. La RMX es una herramienta de enseñanza que no debe sustituir a las que tenemos, sino más bien las comple-

menta, debemos tener claro que no es para todos ni para todo. Es una tecnología emergente que se encuentra en sus inicios y falta tiempo para que conozcamos, estudiemos y demostremos sus alcances y limitaciones.

REFERENCIAS

1. Huang VW, Jones CB, Gomez ED. State of the art of virtual reality simulation in anaesthesia. *Int Anesthesiol Clin.* 2020;58:31-35.
2. Burt DE. Virtual reality in anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1995;75:472-480.
3. Alam F, Matava C. A new virtual world? The future of immersive environments in anaesthesiology. *Anesth Analg.* 2022;135:230-238.
4. Iqbal AI, Aamir A, Hammad A, Hafsa H, Basit A, Oduoye MO, et al. Immersive technologies in healthcare: an in-depth exploration of virtual reality and augmented reality in enhancing patient care, medical education, and training paradigms. *J Prim Care Community Health.* 2024;15:21501319241293311.
5. Savir S, Khan AA, Yunus RA, Rehman TA, Saeed S, Sohail M, et al. Virtual reality: the future of invasive procedure training? *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023;37:2090-2097.
6. Spiegel BMR, Rizzo A, Persky S, Liran O, Wiederhold B, Woods S, et al. What is medical extended reality? A taxonomy defining the current breadth and depth of an evolving field. *J Med Ext Real.* 2024;1:4-12.
7. Kugelmann D, Stratmann L, Nühlen N, Bork F, Hoffmann S, Samarbarksh G, et al. An Augmented Reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy. *Ann Anat.* 2018;215:71-77.
8. Chuan A, Qian J, Bogdanovych A, Kumar A, McKendrick M, McLeod G. Design and validation of a virtual reality trainer for ultrasound-guided regional anaesthesia. *Anaesthesia.* 2023;78:739-746.
9. Xiao X, Zhao S, Meng Y, Soghier L, Zhang X, Hahn J. A physics-based virtual reality simulation framework for neonatal endotracheal intubation. *Proc IEEE Conf Virtual Real 3D User Interfaces.* 2020;2020:557-565.
10. Ramlogan RR, Chuan A, Mariano ER. Contemporary training methods in regional anaesthesia: fundamentals and innovations. *Anaesthesia.* 2021;76 Suppl 1:53-64.
11. Arango S, Gorbaty B, Tomhave N, Shervheim D, Buyck D, Porter ST, et al. A high-resolution virtual reality-based simulator to enhance perioperative echocardiography training. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023;37:299-305.
12. Pottle J. Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthc J.* 2019;6:181-185.
13. Rodriguez-Florido MA, Maynar M. Practical tips for teaching medicine in the metaverse. *MedEdPublish* (2016). 2024;14:54.



Recibido: 18-03-2025
Aceptado: 15-05-2025

Implementación de CALS y entrenamiento basado en simulación en el paciente postoperatorio de cirugía cardíaca: experiencia, evidencia y retos

Implementation of CALS and simulation-based training in the postoperative cardiac surgery patient: experience, evidence, and challenges

Palabras clave:

paro cardíaco postoperatorio, CALS, simulación clínica, cirugía cardíaca, fracaso de rescate.

Keywords:

postoperative cardiac arrest, CALS, simulation-based training, cardiac surgery, failure to rescue.

* Anestesiólogo
Cardiovascular Pediátrico.
Director de REASEL
(Reanimación en
Situaciones Especiales
en Latinoamérica).

ORCID:
0000-0001-5327-0053

† Anestesiólogo
Cardiovascular.
Vicepresidente de CALS
Latinoamérica.
ORCID:
0009-0000-3160-2512

§ Anestesióloga Pediátrica
Cardiovascular. Adscrita
al Instituto Nacional de
Pediatría y al Centro del
Corazón ABC Kardias.

ORCID:
0000-0002-9793-6942

Correspondencia:
Dr. Rafael Eduardo
Herrera-Elizalde
E-mail:
rafaelherreraelizalde@outlook.com



Dr. Rafael Eduardo Herrera-Elizalde,* Dr. Pablo de Jesús Núñez-Trejo,‡
Dra. María del Carmen Molina-Torres§

Citar como: Herrera-Elizalde RE, Núñez-Trejo PJ, Molina-Torres MC. Implementación de CALS y entrenamiento basado en simulación en el paciente postoperatorio de cirugía cardíaca: experiencia, evidencia y retos. Rev Mex Anestesiol. 2025; 48 (3): 193-196. <https://dx.doi.org/10.35366/120428>

RESUMEN. El paro cardíaco en el postoperatorio de cirugía cardíaca demanda un abordaje distinto al *Advanced Cardiovascular Life Support* (ACLS) convencional, dada la presencia de taponamiento, hemorragia intratorácica o fallas de marcapasos epicárdico. El programa CALS/CSU-ALS propone maniobras específicas, como la triple descarga en fibrilación ventricular/taquicardia ventricular (FV/TV), el uso cauto de adrenalina y la reesternotomía emergente antes de cinco minutos. En este contexto, Simulanest ha demostrado ser un pilar fundamental para la formación, al ofrecer escenarios de simulación de alta fidelidad que potencian las competencias técnicas y la regulación emocional del equipo ante estas crisis. Así, se refuerza la conciencia situacional y la ejecución de protocolos estandarizados. Estudios recientes revelan que la certificación CSU-ALS reduce la mortalidad (FTR-CA) en centros que adoptan este enfoque, gracias a la rápida detección de causas mecánicas y la intervención quirúrgica oportuna. De cara al futuro, la integración de ecocardiografía y soporte circulatorio (ECMO) consolidará aún más la eficacia de CALS en el postoperatorio cardíaco.

ABSTRACT. Cardiac arrest (CA) in the postoperative period after cardiac surgery requires a different approach to conventional Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS), given the presence of tamponade, intrathoracic bleeding or epicardial pacemaker failure. The CALS/CSU-ALS program proposes specific maneuvers, such as triple shock in VF/VT, cautious use of adrenaline and emergent resternotomy before five minutes. In this context, Simulanest has proven to be a fundamental pillar for training, offering high-fidelity simulation scenarios that enhance the technical competencies and emotional regulation of the team in the face of these crises. This reinforces situational awareness and the execution of standardized protocols. Recent studies reveal that CSU-ALS certification reduces mortality (FTR-CA) in centers adopting this approach, thanks to rapid detection of mechanical causes and timely surgical intervention. Looking ahead, the integration of echocardiography and circulatory support (ECMO) will further consolidate the efficacy of CALS in the cardiac postoperative period.

Abreviaturas:

ACLS = *Advanced Cardiovascular Life Support*
(Soporte Vital Cardiovascular Avanzado)
AES = actividad eléctrica sin pulso
BLS = *Basic Life Support* (Soporte Vital Básico)
CALS = *Cardiac Advanced Life Support*
(Soporte Vital Avanzado Cardíaco)
CSU-ALS = *Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support*
(Unidad de Cirugía Cardíaca de Soporte Vital Avanzado)

ECMO = oxigenación por membrana extracorpórea
(*ExtraCorporeal Membrane Oxygenation*)
FTR-CA = *failure to rescue after cardiac arrest*
(fracaso de rescate después de un paro cardíaco)
FV = fibrilación ventricular
PALS = *Pediatric Advanced Life Support*
(Soporte Vital Avanzado Pediátrico)
PC = paro cardíaco
TV = taquicardia ventricular



INTRODUCCIÓN

El paro cardíaco (PC) en pacientes postoperatorios de cirugía cardíaca es uno de los escenarios más complejos y críticos en la práctica clínica intrahospitalaria. A diferencia de la reanimación general (ACLS, BLS o PALS), la población con cirugía cardíaca presenta peculiaridades fisiopatológicas –como taponamiento, hemorragia intratorácica, disfunción de marcapasos epicárdico o etiologías reversibles– que demandan un protocolo específico y una respuesta mucho más orientada a lo «mecánico/quirúrgico».

En este contexto, surge el programa CALS (*Cardiac Advanced Life Support*), también denominado CSU-ALS (*Cardiac Surgical-Unit Advanced Life Support*), el cual estandariza el abordaje de la reanimación en el paro cardíaco postoperatorio, sustentado en evidencia y recomendaciones específicas. Sumado a esto, la simulación de alta fidelidad se ha consolidado como una herramienta de entrenamiento esencial, pues reproduce la complejidad del ambiente quirúrgico y la presión emocional de un paro cardíaco real, lo que favorece la adquisición de competencias técnicas y no técnicas.

El objetivo de este documento es describir los pilares del CALS, la importancia de la formación basada en simulación (e.g., Simulanest) y la evidencia reciente que sostiene la utilidad de la certificación CSU-ALS en la reducción de la mortalidad asociada al paro cardíaco postoperatorio. Asimismo, se discuten los retos de implementación y las perspectivas futuras de este enfoque.

RELEVANCIA DE LA REGULACIÓN EMOCIONAL Y LA CONCIENCIA SITUACIONAL

El factor humano en la reanimación postquirúrgica

El momento de un PC en un paciente recién operado del corazón acarrea una carga emocional significativa para el equipo de salud. La sobrecarga cognitiva y el estrés pueden interferir en la priorización de maniobras (verificación del marcapasos, triple descarga, eventual apertura de tórax).

El programa CALS subraya la autorregulación emocional, la cual permite al profesional mantener la calma y la efectividad en la toma de decisiones. A su vez, la conciencia situacional (percibir e interpretar de forma global los signos hemodinámicos y las dinámicas del equipo) resulta fundamental para identificar de inmediato un taponamiento o una hemorragia activa, y proceder a la acción más relevante⁽¹⁾.

La literatura en simulación muestra que, mediante prácticas guiadas y *debriefings*, el equipo desarrolla mayor serenidad y compresión global de la crisis, transformando una reacción caótica inicial en un abordaje sistemático y eficiente.

Pasar de novato a competente: un entrenamiento progresivo

Para enfrentar el paro cardíaco en cirugía cardíaca, no basta el conocimiento teórico; se requiere entrenamiento práctico que exponga al equipo a múltiples escenarios –arrítmicos, mecánicos o combinados– en entornos que reproduzcan la presión real. De esta forma, la persona novata evoluciona a una fase de competencia, donde el manejo de emociones y la conciencia situacional se integran con habilidades clínicas, logrando una respuesta mucho más ágil y efectiva ante la emergencia.

PILARES DE CALS (CSU-ALS) EN CIRUGÍA CARDÍACA

Diferencias clave respecto a ACLS convencional

El CALS (*Cardiac Advanced Life Support*) introduce ajustes sustanciales al protocolo ACLS, enfocados en las particularidades fisiopatológicas del postoperatorio⁽²⁻⁴⁾. Algunos aspectos esenciales son:

Triple descarga secuencial para FV/TV: si el ritmo es fibrilación ventricular (FV) o taquicardia ventricular (TV) sin pulso, se recomiendan hasta tres choques eléctricos consecutivos en el primer minuto, antes de iniciar compresiones externas. Se evita así trauma torácico innecesario y se aprovecha la inmediatez de la desfibrilación.

Marcapaso en asistolia o bradicardia extrema: priorizar la conexión de cables epicárdicos o un marcapaso transcutáneo si la causa del paro es un ritmo severamente lento (o asistolia pura), siempre que el equipo esté disponible en el primer minuto.

Uso cauteloso de adrenalina: en CALS no se recomienda 1 mg de adrenalina de forma rutinaria, pues en un paciente con injertos recientes puede precipitar una crisis hipertensiva y sangrado.

Reesternotomía emergente: cuando el paro es refractario y se sospecha taponamiento, hipovolemia severa o complicación mecánica, la apertura del tórax en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) antes de cinco minutos se considera vital, pues las compresiones externas no suelen resolver el problema⁽³⁾.

Impacto en la supervivencia: evidencia

Estudios previos han mostrado mejoras significativas en la supervivencia tras adoptar CALS. Por ejemplo, Dunning y colaboradores⁽²⁾ documentaron reducción en el tiempo para la reesternotomía y mejor «tiempo puerta-masaje interno». Por su parte, revisiones recientes⁽⁵⁾ avalan que la integración

de CALS con un enfoque multidisciplinario y uso de ultrasónico (por ejemplo, ecocardiografía transesofágica) optimiza la toma de decisiones, especialmente para descartar causas mecánicas de paro^(3,6).

LA SIMULACIÓN DE ALTA FIDELIDAD: EJE FORMATIVO

Beneficios y metodología de la simulación

La **simulación de alta fidelidad** recrea con realismo la monitorización y respuesta fisiológica de un paciente crítico postquirúrgico, lo cual facilita que los profesionales:

1. Practiquen la secuencia de reanimación CALS (o CSU-ALS) en su totalidad (revisión de cables epicárdicos, triple descarga, decisión de abrir tórax).
2. Desarrollen roles definidos (líder de código, manejador de vía aérea, administrador de fármacos, cirujano en caso de reabrir tórax, etcétera).
3. Fortalezcan la comunicación y la conciencia de equipo ante la alta presión de un paro.

En centros como Simulanest, se cuenta con maniquíes y tecnología que reflejan signos vitales, alarmas y ritmos reales en tiempo real, además de posibilitar la implementación de diferentes escenarios (FV, TV, actividad eléctrica sin pulso [AESP], asistolia con cables, sangrado súbito). Cada sesión culmina con un *debriefing* estructurado que refuerza las fortalezas y señala las áreas de mejora.

Frecuencia de entrenamiento y cultura de seguridad

Como la incidencia de paro cardíaco postoperatorio es relativamente baja, la repetición constante del entrenamiento en simulación ayuda a que el personal no pierda destrezas. Algunas instituciones proponen «refresh» cada seis o 12 meses. Este refuerzo continuo es crucial para sostener la memoria de los pasos y la coordinación dentro del equipo, algo imprescindible en un evento que requiere intervenciones en segundos.

HALLAZGOS RECIENTES: CERTIFICACIÓN CSU-ALS Y FTR-CA

Failure to rescue after cardiac arrest (FTR-CA)

El concepto *failure to rescue* (FTR) se refiere a la mortalidad de un paciente tras una complicación mayor. En el ámbito de la cirugía cardíaca, el FTR-CA alude específicamente a la muerte que ocurre cuando un paro cardiorrespiratorio no logra revertirse pese a la intervención⁽⁷⁾.

Un análisis multicéntrico reciente⁽⁸⁾ evidenció que los centros con certificación CSU-ALS obtuvieron menores tasas de FTR-CA comparados con centros sin dicha certificación. Este hallazgo subraya la relevancia de establecer protocolos formales, capacitación multidisciplinaria y simulaciones periódicas para elevar la capacidad de «rescatar» pacientes en un evento catastrófico.

Modernización de CALS y rol del anestesiólogo intensivista

Se ha resaltado también la «modernización» de las guías CALS con la incorporación de ultrasonido en tiempo real y la participación del anestesiólogo cardiotorácico intensivista para decidir rápidamente sobre la apertura torácica o la instauración de soporte mecánico como ECMO⁽⁶⁾. Estos componentes refuerzan la respuesta integral ante el paro, favoreciendo la personalización del manejo según la etiología probable (p. ej., tromboembolia pulmonar, falla del ventrículo).

RETOS DE IMPLEMENTACIÓN Y PERSPECTIVAS

Sostenibilidad y logística

Adoptar CALS de forma robusta implica entrenar a todo el personal (cirujanos, anestesiólogos, enfermería, perfusionistas, residentes) en escenarios de crisis. Coordinar agendas e invertir en simuladores de alta fidelidad puede resultar costoso, pero los beneficios en supervivencia y reducción de complicaciones podrían compensar la inversión, tal como señalan reportes de varios centros^(6,8).

Compromiso multidisciplinario e institucional

Para consolidar la cultura de reanimación avanzada en cirugía cardíaca, no basta con la voluntad de un puñado de profesionales. Se requiere el soporte institucional para el armado de protocolos, el respaldo de la dirección y la existencia de un comité de calidad que promueva la revisión continua de casos de paro postquirúrgico.

Proyecciones futuras

Se vislumbra un mayor uso del ultrasonido crítico, de la monitorización hemodinámica avanzada y de programas de ECMO de emergencia para casos de paro refractario. También se espera que el modelo de certificación CSU-ALS se extienda a centros de distinto tamaño y volumen de cirugías, con el fin de uniformar la calidad de la respuesta ante estas urgencias⁽⁸⁾.

CONCLUSIONES

La implementación de un protocolo específico como CALS (CSU-ALS) para el paro cardíaco postoperatorio de cirugía cardíaca, complementada con entrenamiento regular en simulación de alta fidelidad, constituye una estrategia fundamental para mejorar la sobrevida y reducir la mortalidad ligada a eventos catastróficos (FTR-CA) (*Figuras 1 y 2*).

Las maniobras diferenciadas (triple descarga secuencial en ritmos desfibrilables, uso prudente de adrenalina, priorizar conexión de marcapasos en asistolia o bradicardia extrema, apertura temprana del tórax antes de cinco minutos si se sospecha taponamiento o sangrado) respaldan la efectividad de CALS. Asimismo, la regulación emocional y la conciencia situacional adquiridas mediante la simulación incrementan la coordinación y la eficiencia del equipo durante la crisis.

La certificación CSU-ALS ha mostrado, en estudios recientes, asociarse con menores tasas de fracaso en el rescate (FTR-CA). Incluso en instituciones con menor volumen quirúrgico, estandarizar el protocolo y practicarlo regularmente se traduce en una mejor toma de decisiones y un equipo más seguro ante la peor de las contingencias⁽⁹⁾. A futuro, la integración de tecnologías como ECMO, el ultrasonido *point-of-care* y la participación activa del anestesiólogo intensivista cardioto-



Figura 1: Simulación clínica en alta fidelidad durante la implementación del protocolo CALS/CSU-ALS. Se muestra la ejecución coordinada de roles y se refuerza la conciencia situacional del equipo.

CALS = *Cardiac Advanced Life Support* (Soporte Vital Avanzado Cardíaco), CSU-ALS = *Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support* (Unidad de Cirugía Cardíaca de Soporte Vital Avanzado).



Figura 2: Escenario simulado listo para la aplicación del protocolo CALS, equipado con tecnología avanzada para recrear condiciones realistas del paciente en paro cardíaco postoperatorio.

CALS = *Cardiac Advanced Life Support* (Soporte Vital Avanzado Cardíaco).

rágico apuntalan aún más la relevancia de un entrenamiento avanzado y multidisciplinario.

REFERENCIAS

1. Lott C, Truhlár A, Alfonzo A, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021;161:152-219.
2. Dunning J, Nandi J, Ariffin S, Jerstice J, Danitsch D, Levine A. The Cardiac Surgery Advanced Life Support Course (CALS): delivering significant improvements in emergency cardiothoracic care. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:1767-1772.
3. Society of Thoracic Surgeons Task Force on Resuscitation After Cardiac Surgery. The Society of Thoracic Surgeons expert consensus for the resuscitation of patients who arrest after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2017;103:1005-1020.
4. Ley SJ. Standards for resuscitation after cardiac surgery. *Crit Care Nurse*. 2015;35:30-37.
5. Carpenter M. Resuscitation after successful resuscitation in cardiac surgery patients. *Resuscitation*. 2023;8:1-8.
6. Gu Y, Panda K, Spelde A, Jelly CA, Crowley J, Gutsche J, et al. Modernization of cardiac advanced life support: role and value of cardiothoracic anesthesiologist intensivist in post-cardiac surgery arrest resuscitation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2024;38:3005-3017.
7. LaPar DJ, Ghanta RK, Kern JA, Crosby IK, Rich JB, Speir AM, et al. Hospital variation in mortality from cardiac arrest after cardiac surgery: an opportunity for improvement? *Ann Thorac Surg*. 2014;98:534-539; discussion 539-540.
8. Weber MP, Strobel RJ, Norman AV, Karedy A, Young A, Young S, et al. Cardiac Surgical Unit-Advanced Life Support-certified centers are associated with improved failure to rescue after cardiac arrest: A propensity score-matched analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2024;S0022-5223(24)00698-6. doi: 10.1016/j.jtcvs.2024.08.014.
9. Yadava OP, Levine AJ. CSU-ALS protocol for cardiac arrest (interview). *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;37:471-472.



Instrucciones para los autores

Revista Mexicana de
Anestesiología



La **Revista Mexicana de Anestesiología** es el órgano oficial de difusión del Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C. La revista publica investigaciones originales, casos clínicos, artículos de revisión, informes de casos clínicos, notas de historia, editoriales por invitación, cartas al editor y noticias. Para su aceptación, todos los artículos son analizados inicialmente al menos por dos revisores y finalmente ratificados por el Consejo Editorial.

La **Revista Mexicana de Anestesiología** acepta, en términos generales, las indicaciones establecidas por el *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE). La versión actualizada de las *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*, se encuentra disponible en www.icmje.org. Una traducción al español de esta versión de los «Re-

quisitos de uniformidad para los manuscritos remitidos a las publicaciones biomédicas» se encuentra disponible en: www.medicographic.com/requisitos.

El envío del manuscrito implica que éste es un trabajo que no ha sido publicado (excepto en forma de resumen) y que no será enviado a ninguna otra revista. Los artículos aceptados serán propiedad de la **Revista Mexicana de Anestesiología** y no podrán ser publicados (ni completos, ni parcialmente) en ninguna otra parte sin consentimiento escrito del editor.

El autor principal debe guardar una copia completa del manuscrito original.

Los artículos deberán enviarse al editor de la **Revista Mexicana de Anestesiología**, a la dirección: cmx@revistacomexane.com

Los requisitos se muestran en la lista de verificación

El formato se encuentra disponible en <https://www.medicographic.com/pdfs/rma/cma-instr.pdf>

Los autores deberán descargarlo y marcar cada uno de los apartados conforme se cubran los requisitos de la publicación.

La lista de verificación en formato PDF deberá enviarse junto con el manuscrito, al igual que la forma de transferencia de derechos de autor.

Los manuscritos preparados inadecuadamente o que no estén acompañados de la lista de verificación, serán rechazados sin ser sometidos a revisión.



Transferencia de Derechos de Autor

Título del artículo:

Autor principal:

Coautores:

Los autores certifican que el artículo arriba mencionado constituye un trabajo original y que no ha sido previamente publicado ni parcial ni totalmente. Asimismo, manifiestan que, en caso de ser aceptado para publicación en la **Revista Mexicana de Anestesiología**, los derechos de autor serán transferidos al Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.

Conflicto de intereses:

Nombre y firma del autor principal y de todos los coautores:

Lugar y fecha:



SIMULANEST COMEXANE

Centro de Tecnología e Innovación Educativa



51

Curso
Anual

de Actualización en Anestesiología
y medicina perioperatoria

30 de junio a 05 de julio de 2025

 **WTC**
CENTRO INTERNACIONAL DE
EXPOSICIONES Y CONVENCIONES
CIUDAD DE MEXICO

