

Evaluación de Aprendizaje Procedimental Significativo para Intubación Orotraqueal: Abordajes Didácticos, Simulados y Clínicos en un Modelo Porcino

LUKAS REIPEN, CARLOS RIESTRA AMPUDIA, MIGUEL ADOLFO RESÉNDIZ ESPINOSA DE LOS MONTEROS, ALEJANDRA M. ZÚÑIGA-MUÑOZ Y EDUARDO TENA-BETANCOURT

Resumen- Las maniobras vitales para intubación oro-traqueal (IO) son una emergencia crítica y su seguridad y eficiencia dependen de la habilidad médica, que descansa de un buen entrenamiento. Con frecuencia dicha capacitación se recibe en salas de urgencia durante ejercicios inminentes que afectan su calidad, persistiendo la necesidad de complementar los medios directos del contacto-enseñanza-paciente, con las prácticas comparativas en modelos simulados y animales. Para atender la necesidad de una mejor capacitación, se estableció un estudio que definió el impacto didáctico de la enseñanza comparada de la anatomía orofaríngea humana VS animal, en la adquisición de conocimiento procedimental de la IO, desarrollando cuatro ejercicios prácticos con un Simulador Laerdal¹ y un modelo porcino. Los niveles de aprendizaje, complejidad o satisfacción de los procedimientos fueron analizados en una muestra de 10 alumnos, que registraron sus experiencias en un cuestionario de 15 reactivos que con una secuencia lógica para reportar sus precepciones comparativas en las siguientes prácticas: I- Identificación de Estructuras Anatómicas, II-Curva de Aprendizaje, III- Complejidad para Ejecutar la Intubación y IV- Mejor Analogía Clínica que fue encontrada de la IO entre cada modelo. Las respuestas se analizaron con base en las escalas modificadas de Likert y Alonso y se reportaron porcentualmente. El Marco Teórico I del cerdo aportó valores de 70% Muy Fácil y 30% Fácil, pero con el Simulador¹ 30% Muy Fácil; 60% Fácil y 10% Complejo. El rubro Práctico de evaluación del cerdo II, arrojó 80% Muy fácil y 20% Complejo, en tanto que el Simulador¹ 40% Muy fácil; 10% Complejo y 50% Muy Complejo. En los resultados de la prueba III con modelo animal, 80% lo percibió Muy Fácil y 20% Fácil, mientras que para el Simulador¹ 10% lo distinguió Poco complejo; 30% Complejo y 60% Muy Complejo. Analizando la Analogía práctico-clínica IV, 80% reportó al cerdo Muy de Acuerdo y 20% De Acuerdo. Empero, el Simulador¹ contrastó con 20% Muy de Acuerdo; 50% En Desacuerdo y 30% Totalmente en Descuerdo. Se concluyó que el aprendizaje procedimental significativo se enriqueció con instrumentos didácticos y tecnológicos (alta simulación),

complementados con prácticas clínicas simultáneas en un modelo animal objeto de máxima atención de buen cuidado y manejo, salud y bienestar.

I. INTRODUCCIÓN

Los principios evolutivos que gobiernan la naturaleza del aprendizaje en medicina, como el conocimiento factual y procedimental práctico para la IO, descansan en la ejecución comprensiva y repeticiones significativas de procedimientos, como la piedra angular de un proceso dinámico que favorece la adquisición de nuevo conocimiento.^[1] Bajo dicho contexto, las motivaciones e intereses del alumno para desarrollar un aprendizaje significativo resultan tan determinantes como el diseño y la estrategia implementada por el profesor, con el fin de lograr experiencias de alta calidad.^[2,3] En el caso de procedimientos invasivos inevitables en medicina crítica, existen varias corrientes para su mejora constante,^[1,4,5,6,7] pero con frecuencia la formación de residentes de medicina ocurre tradicionalmente al amparo de su rotación en servicios de anestesiología y reanimación, donde errores de procedimiento se asocian con grave impacto en la desaturación de oxígeno, daño cerebral y muerte.^[8] La literatura señala que dicho procedimiento fue reportado desde el año 2000 AC, como un instrumento crítico para preservar la vida, y fue una práctica emulada con numerosos ejemplos tempranos destacando Vesalius y la primera intubación animal en 1543, así como otros esfuerzos registrados en los anales médicos para apoyo vital en medicina de urgencia;^[8] hoy en día, la intubación es una elección ineludible de vida o muerte en unidades de cuidados intensivos y anestesiología. Por ello, la búsqueda de métodos novedosos^[9] y alternativos para la evaluación y transferencia significativa de conocimiento^[10,11,12,13] continúa como opción indispensable para asegurar la adquisición de destrezas de resucitación seguras,^[4] válidas e indispensables y necesariamente implementadas también en el escenario clínico de la enseñanza de pregrado, cirugía experimental, educación médica y en la ciencia y medicina de modelos animales.^[13,14,15,16]

Dada la importancia del proceso de la IO de pregrado y para médicos residentes, es básico asegurar una capacitación de calidad usando herramientas de educación interactivas, que favorezcan la adquisición de conocimiento teórico-práctico de acuerdo con las tendencias actuales de reemplazo, refinamiento y reducción de uso de modelos animales.^[17,18,19] bajo dicho escenario, el presente trabajo tuvo como meta investigar el impacto de una estrategia de capacitación previa ilustrada para lograr intubación procedimental significativa.^[3] Dicho programa incluyó un seminario que comparó las regiones anatómicas humanas y del cerdo, complementado

LUKAS REIPEN y CARLOS RIESTRA-AMPUDIA pertenecen a la carrera MEDICO CIRUJANO de la FACULTAD MEXICANA DE MEDICINA y realizaron el proyecto como parte de su SERVICIO SOCIAL (Email: eduardo.tena@ulsa.mx).

El proyecto fue asesorado por EDUARDO TENA-BETANCOURT y MIGUEL ADOLFO RESÉNDIZ ESPINOSA DE LOS MONTEROS.

Los autores agradecen a los alumnos: Alejandro Torruco Vera y Fernando P. Téllez Pallares.

con cuatro experiencias prácticas de IO simuladas y un modelo animal vivo,^[13,14,15] empleando una muestra de 10 alumnos que concluyó con una evaluación sistematizada para contrastar los resultados de sus hallazgos.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio comparativo entre el modelo simulado y el cerdo se llevó a cabo en el quirófano del Servicio de Bioterio y Cirugía Experimental de la FMM de la Universidad La Salle, A.C., en un grupo de 10 alumnos que desarrollaron los siguientes ejercicios: Determinar Niveles de Facilidad para Identificar Estructuras Anatómicas, Apreciación de la Curva de Aprendizaje, Grado de Complejidad para Ejecutar los Procedimientos de IO y la Mejor Analogía Clínica para la intubación encontrada entre cada modelo estudiado. Los métodos de capacitación incluyeron la didáctica descriptiva y simulada como se indicó.

ABORDAJE DIDÁCTICO

El profesor preparó un seminario ilustrado con alta calidad fotográfica, para describir en detalle las regiones anatómicas orofaríngeas humanas (Simulador Laerdal®) y del cerdo (*Sus scrofa domestica*), usados en dichas prácticas clínicas; la exposición se complementó con los antecedentes del cerdo en cirugía experimental, enseñanza e investigación, su manejo anestésico y cuidados pre-trans y postoperatorios. Durante esta misma etapa se exhibió un video del proceso de intubación según Kaare S., et al. 2011,^[20] disponible para su libre uso en educación médica a partir de la revista virtual JoVE (The Journal of Visualized Experiments).

ABORDAJE SIMULADO

La práctica de intubación se desarrolló individualmente en equipos para intubación, consistentes en dos Entrenadores para Manejo de la Vía Aérea (Laerdal® Airway Management Trainer¹). Cada alumno (a) llevó a cabo la inserción del tubo endotraqueal en tres y cuatro ocasiones hasta dominar la técnica, usando un laringoscopio (hoja curva) y confirmó visualmente su correcta posición inflando el pulmón artificial del maniquí. Concretada con éxito esta etapa previa, su capacitación concluyó usando el modelo animal selecto.

ABORDAJE CLÍNICO EN EL MODELO ANIMAL

Se emplearon dos cerdos híbridos hembras (Landrace x Yorkshire) de 15-17 kg alojados en condiciones de bioterio tipo convencional (temperatura y humedad relativa de $21 \pm 2^\circ$ C y 60-65% respectivamente), y fueron alimentados con una dieta de formula constante.² En preparación para su intubación se aplicó un ayuno de 12 horas, anestesiándose con Zoletil 50³ (Tiletamina /Zolazepam) IM en dosis de 7-10 mg y atropina IM, en dosis de 0.1 mg/kg. Esto último se complementó con Pisabental⁴ (Pentobarbital sódico 6.3%) IV en dosis de 5-7 mg kg de peso.

1- Laerdal Airway Management Trainer. Laerdal Medical. 167 Myers Corners, Falls New York 12590 USA.

2. Cría Cerdina- Agribrands Purina México S. de R.L de C.V. Cd. Industrial, CP 36541, Irapuato, Gto, México.

3. Virbac México. Avenida Inglaterra #5070, Guadalajara, Jal. D.P. 45010, Zapopan, Jal.

4. Pisa Agripecuaria, S.A. de C.V. Parque Industrial Tula, Hgo.

5. Laringoscopio Estándar- Welch Allin, Skaneateles Falls, NY 13153-0220, USA.

6. Mallinckrodt, Co. CD Juárez, Chihuahua, Mexico C.P 32580.

Al comprobar en ambos cerdos un plano anestésico adecuado se procedió a su intubación con un Laringoscopio Estándar Welch Allin⁵ (hoja recta #4), y un Tubo Endotraqueal Mallinckrodt⁶ (4 mm de diámetro). Las intubaciones se ejecutaron bajo estricta supervisión profesional procediendo a estimar los grados de dificultad o satisfacción experimentados, registrados por cada alumno usando un cuestionario de 15 reactivos analizados y evaluados para poder contrastar cada etapa y determinar las conclusiones clínicas de cada participante. Al término de las prácticas se evaluó clínicamente a cada modelo animal para confirmar que su estado de salud era satisfactorio. En este estudio no existió lesión alguna y ambos cerdos presentaron una recuperación adecuada.

III. RESULTADOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Las respuestas de cada alumno se analizaron con base en las escalas modificadas de Ivanov OA, et al 2017 y Alonso MP, 2018 y se reportaron porcentualmente. Con el objeto de hacer más clara la presentación de resultados, éstos se dividen en dos apartados con sus secciones correspondientes.

MARCO TEÓRICO

Como se observa en la figura 1a usando como modelo al cerdo, 70% de los alumnos registró como Muy Fácil reconocer las Estructuras Anatómicas y solo 30% Fácil. En contraste con lo anterior, la figura 1b que representa las tendencias del simulador¹, arrojó datos que indicaron un 30% Muy Fácil; 60% Fácil y 10% como algo Complejo.

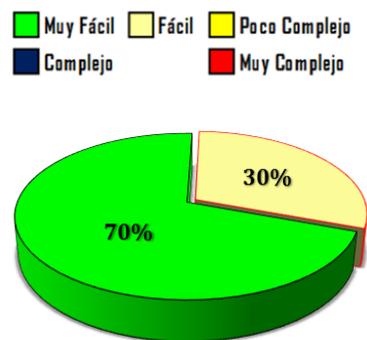


Figura 1a. Nivel Identificación de Estructuras Anatómicas del modelo animal.

■ Muy Fácil ■ Fácil ■ Poco Complejo
■ Complejo ■ Muy Complejo

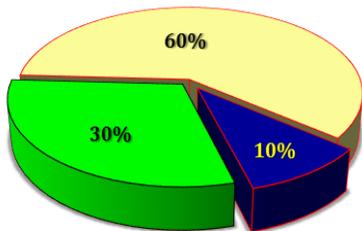


Figura 1b. Nivel Identificación de Estructuras Anatómicas en el Simulator.¹

Por otro lado, valorando la figura 2a se observa que 80% de los encuestados indicó que su apreciación de la Curva de Aprendizaje fue *Muy Fácil*, mientras que 20% lo reportó como *Compleja* para el cerdo. Por otro lado, la figura 2b muestra que con el uso del simulador¹ la Curva de Aprendizaje fue *Muy Fácil* para el 40% de los alumnos; 10% fue de orden *Compleja* y 50% *Muy Compleja*.

■ Muy Fácil ■ Fácil ■ Poco Complejo
■ Complejo ■ Muy Complejo

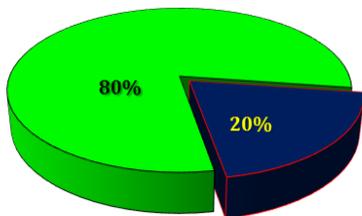


Figura 2a. Apreciación Individual de la Curva de Aprendizaje en el Modelo Animal.

■ Muy Fácil ■ Fácil ■ Poco Complejo
■ Complejo ■ Muy Complejo

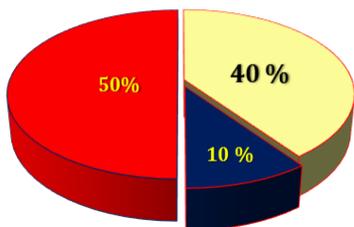


Figura 2b. Apreciación Individual Curva de Aprendizaje en el Simulator.¹

MARCO PRÁCTICO

a) Nivel de Complejidad para Ejecutar Proceso de Intubación.

La figura 3a muestra que 80% de los alumnos registraron que el proceso de intubación en el cerdo fue *Muy fácil* y *Fácil* solo para el 20%. En el caso del simulador (figura 3b), 10% lo indicó como *Poco Complejo*; 30% lo encontró *Complejo* y en 60% de las intubaciones les resultó *Muy Complejo*.

■ Muy Fácil ■ Fácil ■ Poco Complejo
■ Complejo ■ Muy Complejo

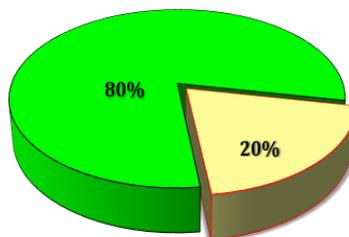


Figura 3a. Ejecución Proceso de Intubación en el Modelo Animal.

■ Muy Fácil ■ Fácil ■ Poco Complejo
■ Complejo ■ Muy Complejo

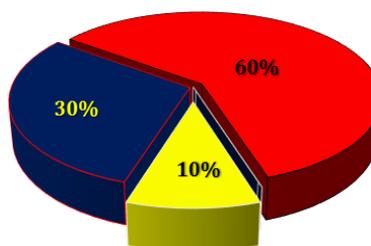


Figura 3b. Ejecución del Proceso Intubación en el Simulator.¹

En este segmento a partir de la muestra estudiada se aplicó una Encuesta de Satisfacción [20]. En sus respuestas, contenidas en la figura 4a 80% de los alumnos reportó estar *Muy de Acuerdo* en estimar que el cerdo fue un modelo *superior* para correlacionar las analogías de la práctica clínica de la IO; empero, en este caso solamente 20% lo refirió como *De Acuerdo*.

En un claro contraste con los hallazgos anteriores, en la figura 4b se ilustra que 20% de los alumnos concluyó estar *Muy de Acuerdo* con que el simulador¹ constituyó un modelo análogo *superior* para la práctica clínica de urgencia de la IO, pero por otro lado 50% estuvo *En Desacuerdo* con dicha percepción y con esto 30% lo refirió como *Totalmente en Desacuerdo*. Ver figuras 3a y 4b en página 5.

■ Muy de Acuerdo ■ Neutral ■ En Desacuerdo
■ De Acuerdo ■ Totalmente en Desacuerdo

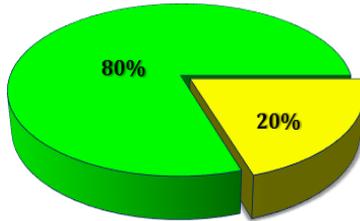


Figura 4a. Modelo con Mejor Analogía para la Práctica Clínica Usando al Modelo Animal.

■ Muy de Acuerdo ■ Neutral ■ En Desacuerdo
■ De Acuerdo ■ Totalmente en Desacuerdo

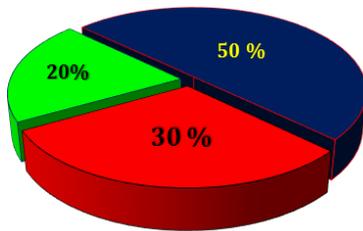


Figura 4b. Modelo con Mejor Analogía para la Práctica Clínica Usando el Simulador¹

DISCUSIÓN

La intubación endotraqueal constituye una maniobra crítica, frecuentemente usada en las salas de urgencia de todo el mundo para reestablecer la integridad de la vía respiratoria, garantizar la oxigenación, ventilación y con ello prevenir la broncoaspiración.^[8] Siendo un procedimiento vital, en caso de ser indispensable se tiene que llevar a cabo de inmediato, dado que una falla en asegurar la vía aérea puede provocar lesión cerebral por hipoxia o muerte en minutos.^[22] Esto establece la necesidad de que los profesionales de la salud dominen dicha práctica en beneficio del paciente, y por ello en el campo de la enseñanza han surgido esfuerzos novedosos para fomentar una preparación eficaz de médicos residentes, veterinarios y personal paramédico,^[23] incluyendo cursos y talleres de simulación y el uso de modelos animales, o bien programas virtuales de simulación en equipos estándar o de 3D que simulan representaciones clínicas, favoreciendo que de existir errores se aprenda de esto para evitarlos en el futuro fortaleciendo así la capacitación médica.^[24] Algunos estudios reportan que la práctica frecuente en maniqués aumenta significativamente la tasa de éxito de la intubación y su seguridad, independientemente de la complejidad que esto entraña y la experiencia previa del participante.^[25,26]

Como era de esperarse, en este estudio el impacto del seminario ilustrativo previo fue significativo como un apoyo

didáctico para la identificación de las Estructuras Anatómicas, tanto del cerdo como en el simulador,¹ destacándose un nivel de complejidad inesperado para el segundo, según se apreció en los gráficos 1a y 1b. Se estima que ello pudo ocurrir como resultado de la propia rigidez del maniquí, sumando a la angulación que posee la anatomía orofaríngea. Por lo que hace a la Curva de Aprendizaje, los alumnos refirieron beneficios notables respecto al empleo del modelo animal, contrastando con el simulador¹ en donde 50% de los encuestados refirieron al maniquí como 40% *Muy Fácil*, 10% *Complejo* y 50% *Muy Complejo*, a pesar de que la emulación anatómica fue de alta calidad y soportada gráficamente en el instrumento didáctico previo (ver figura 5). Lo anterior sin duda puso de manifiesto el valor práctico y didáctico del modelo animal como se ilustra en las figuras 2a y 2b.

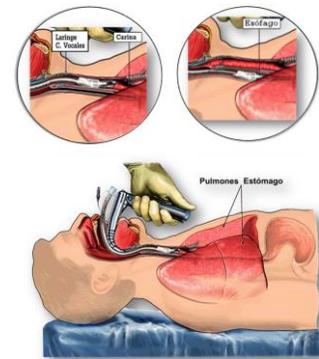


Figura 5. Ilustración del Método Correcto e Incorrecto para Intubación. Modificado bajo Licencia de Alamy, Ltd., UK 2018.

Por otro lado, al analizar el Nivel de Complejidad para Ejecutar el Proceso de Intubación, de nueva cuenta los resultados mostraron diferencias importantes entre ambos modelos: 80% y 20% de los alumnos describieron al cerdo como un modelo superior al simulador,¹ cuyos valores de *Poca Complejidad* fueron del 10%, 30% de nivel *Complejo* y 60% *Muy Complejo* para intubar; Ver figuras 3a y 3b. Al respecto, se señala que el modelo animal mostró fuertes ventajas en comparación con el maniquí, debido a que es capaz de reproducir escenarios reales y respuestas fisiológicas durante todo el procedimiento, sin poner en peligro al paciente humano mejorando la enseñanza de destrezas prácticas de residentes de especialidad médica o personal paramédico. Lo anterior, a pesar de que la práctica en modelos animales como el cerdo y otros en pediatría han caído en desuso debido a cuestiones éticas, ya que con frecuencia se debate si un ser vivo debe ser sacrificado con el único fin de una práctica.^[17,18,26, 27]

Analizando los resultados de las encuestas, fue concluyente que la Práctica de Intubación con Mejor Analogía Clínica reportó ventajas superiores para la intubación realizada en el modelo animal vivo, lo que fue graficado con niveles del 80% y 20% de alumnos que estuvieron *Muy de Acuerdo* y *De Acuerdo* respectivamente, en comparación con el simulador¹

que registró valores variables del 20, 50 y 30% de grados de dificultad para ejecutar con éxito la misma práctica. Ver figuras 4a y 4b. En este caso, los respondientes percibieron que el cerdo semejó una situación clínica más real y con mejor calidad de abordaje, lo que se apoyó con ayuda didáctica durante la exposición, fuertemente ilustrada con un video de intubación.^[19] Dicho resultado confirmó nuestra expectativa, al favorecer que existiera una integración superior de aprendizaje procedimental significativo,^[1,3,4] tal y como se registró gráficamente.

Analizando la complejidad de uso del modelo animal, se reportó que el cerdo poseyó ciertas desventajas anatómicas para su intubación, al tener un hocico largo y estrecho, un aspecto que de acuerdo con los resultados reportados fue fácilmente superado por los alumnos, a pesar de que solo bajo planos de anestesia adecuada el animal permitió la apertura correcta del hocico para la fácil identificación de sus Estructuras Anatómicas; de lo contrario el alumno pudo haber causado laringoespasma.^[14] Ver Figura 6.

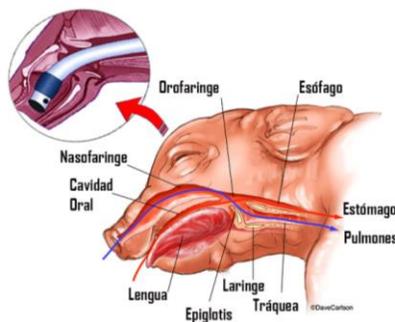


Figura 6. Ilustración del Método Correcto de Intubación en el cerdo. Figura Modificada bajo Licencia de Dave Carlson, Inc. 2018. Disponible en: <http://www.inspirational-larynx-vs-pharynx-fetal-pig-anatomy-carlson-stock-art.jpg>

En contraste con la mención anterior la laringe humana es más pequeña, pero posee una importante angulación ventral conduciendo el aire inspirado hacia la tráquea. Otros autores mencionan que el uso de cadáveres recién congelados también aporta buenos resultados para la práctica de la IO, y en muchos casos los prefieren sobre los maniqués Laerdal® dado que mantienen la textura y realismo de los seres humanos, aunque lamentablemente constituyen un modelo de muy alto costo.^[27]

En nuestro estudio se hubo de comprobar clínicamente la recuperación al nivel del 100% de los cerdos, una vez que las prácticas finalizaron; ambos modelos fueron cuidadosamente valorados diariamente sin encontrar daño laríngeo. Lo anterior se sumaría a su enorme valor didáctico-práctico, dado que los modelos vivos como el cerdo comparten características anatómicas análogas humanas, incluyendo secreciones, sangre, elasticidad mandibular y reflejos normales que resultan en una imagen real y superior que no puede aportar un maniqué de plástico como lo han confirmado otros autores.^[28]

En el caso del cerdo, su relativo y fácil manejo clínico resultó en claras ventajas para hacer posible la comprensión de conceptos prácticos buscados en varios de los ejercicios; empero, a pesar de que la intubación endotraqueal constituyó un desafío de cierta complejidad para los alumnos,^[29] el cerdo resultó un modelo animal en extremo apto para la enseñanza procedimental significativa de la práctica del manejo de la vía aérea avanzada,^[30,31] un ejercicio esencial que se debe dominar por los futuros profesionales de la salud.^[29,32] Paralelamente, en este estudio se analizaron las observaciones individuales respecto a la calidad del trato humanitario otorgado a los animales así como la organización del evento, aspectos que fueron considerados un nivel superior. Finalmente se postula que este estudio práctico-clínico comparativo, en el cual necesariamente se desarrolló una manipulación repetida de procedimientos de intubación, tanto en el modelo simulado como *in vivo* en el cerdo de laboratorio, podrá contribuir a reducir errores o accidentes graves durante su ejecución humana; esta presunción se basa en la generación de un claro conocimiento procedimental de una práctica que ya dominada por el alumno la podrá realizar sucesiva y repetidamente en forma no conscientemente, pero en especial segura y eficaz.^[1,3,4]

V. CONCLUSIONES

El empleo combinado de instrumentos didácticos y prácticos resultó en una herramienta fundamental para generar conocimiento anatómico estructural, tanto del simulador Laerdal® como del modelo vivo.

La práctica ilustrativa con el simulador resultó en un instrumento de desarrollo tecnológico superior, que evitaría cuestionamientos éticos vinculados con el uso de modelos animales.

Los modelos porcinos fueron capaces de aportar ventajas clínicas demostrativas superiores, casi insuperables en algunos casos, pero además con efectos prácticos positivos para la educación médica al generar un conocimiento procedimental significativo.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen enormemente a los alumnos Alejandro Torruco Vera y Fernando P. Téllez Pallares sus valiosas contribuciones para este estudio, así como la preparación del cuestionario utilizado y el apoyo logístico desinteresadamente otorgado.

VII. REFERENCIAS

- [1] Augustin M. How to Learn Effectively in Medical School: Test Yourself, Learn Actively, and Repeat in Intervals. *Yale, J Biol & Med.* 8;2014:207-212J. A. Anderson, "A simple neural network generating an interactive memory," *Math. Biosci.*, vol. 14, pp. 197-220, 1972.
- [2] Rodríguez Palmero ML. La Teoría del Aprendizaje Significativo. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping, Pamplona, Spain 2004.P. Sussner, and M. Valle, "Gray-Scale Morphological Associative Memories," *IEEE Trans. on Neural Netw.*, vol. 17, pp. 559-570, 2006.
- [3] Hurtubise L, Roman B. Competency-based curricular design to encourage significant learning. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care.* 2014;44(6):164-9. doi: 10.1016/j.cppeds.2014.01.005.J. L. Davidson, and F. Hummer, "Morphology Neural Networks: An Introduction with Applications," *IEEE System Signal Processing*, vol. 12, no. 2, pp. 177-210, 1993.

- [4] Tarasi PG, Mangione MP, Singhal SS, Wang HE. Endotracheal intubation skill acquisition by medical students. *Med Educ Online* 2011;7309-
<http://dx.doi.org/10.3402/meo.v16i0.7390>. [Epub 2011 Aug 23]B.
- [5] Raducanu, M. Graña, and X. F. Albizuri, "Morphological scale spaces and associative morphological memories: Results on robustness and practical applications," *J. Math. Imaging and Vision*, vol. 19, no. 2, pp. 113–131, 2003.
- [5] Chou WH, Huang HH, Yeh YC, Lin CJ. Evaluation of tracheal intubation: A retrospective study of skill acquisition by medical students in the operating theater. *J Form Med Ass.* 2015;114:855-859.
- [6] Graffam B. Active learning in medical education: Strategies for beginning implementation. *Medical Teacher.* 29;1:38-42, DOI: 10.1080/01421590601176398.
- [7] Chavarría-Islas R, Benítez RL. Complicaciones agudas por intubación orotraqueal en un Servicio de Urgencias. *Arch. Medic. Urg. Méx.* 2012;4(1):20-25.
- [8] Ezri TI, Evron S, Hadad H, Roth Y. [Tracheostomy and endotracheal intubation: a short history]. 2005;144(12):891-3, 908. [Artículo en Hebreo].
- [9] AAMC. Colloquium on Educational Technology: Recommendations and Guidelines for Medical Educators AAMC, Institute for Improving Medical Education. Edited by The Association of American Medical Colleges. 2450 N Street, N.W. Washington, D.C. 2003. Disponible en:
<https://members.aamc.org/eweb/upload/effective%20use%20of%20educational.pdf>
- [10] Vennila R, Sethuraman D, Charters P. Evaluating learning curves for intubation in a simulator setting: a prospective observational cumulative sum analysis. *Eur J Anaest.* 2012;29:544e7.
- [11] Andresen M, Riquelme A, Hasbún P, Díaz C, Montaña R, Regueira T. Evaluación de competencias de intubación traqueal mediante un escenario simulado en internos de medicina. *Rev Méd de Chile.* 2011;139(2):165-170. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872011000200004>
- [12] Camacho HM. La Simulación Clínica: Nueva Herramienta para Enseñar Medicina. 2012. *Med* 34(3):242-246.
- [13] Grayson JK, Shinn AM, Potts MV, Hatzfeld JJ, Cline JM. Comparison of a Ferret Model with an Inanimate Simulator for Training Novices in Techniques for Intubating Neonates. *J Am Ass Lab Anim Sci* 54;(3):286–290.
- [14] Forbes RB, Murray DJ, Albanese MA. Evaluation of an animal model for teaching fiberoptic tracheal intubation. *Can J Anaest* 1989;36: 141–144.
- [15] Jennings PB, Alden ER, Brenz RW. A teaching model for pediatric intubation utilizing ketamine-sedated kittens. *Pediatrics.* 1974;53:283–284.
- [16] Kircher SS, Murray LE, Juliano ML. Minimizing trauma to the upper airway: a ferret model of neonatal intubation. *J Am Assoc Lab Anim Sc.* 2009; 48:780–784.
- [17] Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio, Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA. Anillo Perif. 5010, Insurgentes Sur, Cuicuilco, C.P. 04530 Ciudad de México, CDMX.
- [18] AVMA. American Veterinary Medical Association. [Internet] 2007. Policy on use of animals in research, testing, and education. [Citado 15 Junio 2018]. Disponible en: <https://www.avma.org/KB/Policies/Pages/Use-of-Animals-in-Research-Testing-and-Education.aspx>.
- [19] Kaare S, Etrup KS, Andreas NG, Dariusz OL, Fitting M, Kaare M, Soerensen JC, Carsten R, Bjarkam AK. Basic Surgical Techniques in the Göttingen Minipig: Intubation, Bladder Catheterization, Femoral Vessel Catheterization, and Transcardial Perfusion. *J. Vis. Exp.* 2011;(52):e2652, doi:10.3791/2652 Disponible en: <https://www.jove.com/>
- [20] Ivanov, AO, Ivanova VV, Saltan AA. Likert-scale questionnaires as an educational tool in teaching discrete mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49:7, 1110-1118, DOI: [10.1080/0020739X.2017.1423121](https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1423121).
- [21] Alonso MP. Estudio comparativo de la satisfacción laboral en el personal de administración. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones* [en línea] 2008, 24 (Sin mes): [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231316494002>> ISSN 1576-5962
- [22] Rosenblatt, W. H., & Artime, C. Management of the difficult airway for general anesthesia in adults. Up To Date. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/management-of-the-difficult-airway-for-general-anesthesia-in-adults>.
- [23] Lee DH, Kim JG, Kim CW, Lee CH, Lim JH. The Usefulness of 3-Dimensional Virtual Simulation Using Haptics in Training Orotracheal Intubation. *BioMed Res Int.* 2013;53:4097. doi:10.1155/2013/534097
- [24] Ti, L. K., Chen, F. G., Tan, G. M., Tan, W. T., Tan, J. M., Shen, L., & Goy, R. W. (2009). Experiential learning improves the learning and retention of endotracheal intubation. *Medical education*, 43(7), 654-660.
- [25] Goldmann, K., & Ferson, D. Z. (2005). Education and training in airway management. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 19(4), 717-732.
- [26] Chum H, Pacharinsak C.. Endotracheal intubation in swine. *Lab animal* (NY), 2012;41(11):309-311. doi: 10.1038/labana.158.
- [27] Yang JH, Kim YM, Chung HS, Cho JL, Kang GH, Cho YS. Comparison of four manikins and fresh frozen cadaver models for direct laryngoscopic orotracheal intubation training. *Emerg Med J.* 2010;27(1):13-16.
- [28] Garcia J, Cost A, Tavares W, Nuño N, Lachapelle K. Assessment of competency during orotracheal intubation in medical simulation. *Br J Anaest.* 2015;(2):302–307. doi: 10.1093/bja/aev207
- [29] Nishisaki A, Donoghue AJ, Colborn S, Watson C, Meyer A, et al. Effect of Just-in-time Simulation Training on Tracheal Intubation Procedure Safety in the Pediatric Intensive Care Unit. *Anest.* 2010;113:214.
- [30] Janiszewski A, Paslawski R, Skrzypczak P, Paslawska U, Szuba A, Nicpoń J. The use of a plastic guide improves the safety and reduces the duration of endotracheal intubation in the pig. *J. Vet. Med. Sci.* 2014;76(10):1317-1320. Doi:10.1292/jvms.13-0393.
- [31] Theisen MM, Maas M, Grosse-Hartlage MA, Ploner F, Niehues SM, Van Aken HK, Weber TP, Unger JK. Ventral recumbency is crucial for fast and safe orotracheal intubation in laboratory swine. *Lab Anim* 2009; 43: 96–101. DOI: 10.1258/la.2008.008044
- [32] Mayer RE. Applying the science of learning to medical education. *Medical Education* 2010; 44: 543–549. Doi:10.1111/j.1365-2923.2010.03624.