

JMNJE V4. N1. 083

Impacto de la realidad virtual en la formación de habilidades clínicas y quirúrgicas en estudiantes de Medicina Veterinaria: una revisión sistemática

Impact of virtual reality on clinical and surgical skills training in veterinary Medicine Students: a systematic review

Autores:

Sara Elizabeth Ramos Briones
Universidad Estatal de Milagro
Milagro – Ecuador
sramosb4@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8057-8579>

Luis Felipe Frías Serrano
Universidad Estatal de Milagro
Milagro – Ecuador
lfriass@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-7598-3363>

Autor de correspondencia: Sara Elizabeth Ramos Briones, sramosb4@unemi.edu.ec

Recepción: 30-abril-2026

Aceptación: 05-junio-2026

Publicación: 19-julio-2026

Cómo citar este artículo:

Ramos Briones, S. E., & Frías Serrano, L. F. (2026). Impacto de la realidad virtual en la formación de habilidades clínicas y quirúrgicas en estudiantes de Medicina Veterinaria: una revisión sistemática. *Journal of Multidisciplinary Novel Journeys & Explorations*, 4(1), 1-22. <https://doi.org/10.63688/7q76qs50>

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.



RESUMEN

La realidad virtual se ha incorporado progresivamente en la educación veterinaria como una alternativa para fortalecer el aprendizaje de habilidades clínicas, quirúrgicas y diagnósticas en entornos controlados. El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar su impacto en estudiantes de medicina veterinaria, considerando los tipos de intervención, áreas de aplicación, resultados educativos y limitaciones metodológicas. La búsqueda se realizó en PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar, siguiendo las recomendaciones PRISMA 2020. Se incluyeron 15 estudios primarios publicados entre 2009 y 2025, evaluados mediante una síntesis narrativa y comparativa. Las principales aplicaciones se concentraron en anatomía, anestesia, intubación, cirugía, laparoscopia, reproducción bovina, salud pública, inmunología, neurología y preparación para emergencias. Cuatro estudios reportaron mejoras objetivas en conocimientos o desempeño, cinco presentaron resultados mixtos o ausencia de superioridad frente a métodos convencionales y seis se enfocaron principalmente en satisfacción, aceptación o utilidad percibida. Según el modelo de Kirkpatrick, el 80,0 % de las investigaciones se concentró en los niveles 1 y 2, mientras que ninguna evaluó resultados clínicos de nivel 4. La realidad virtual mostró mayor utilidad como complemento de la enseñanza tradicional que como sustituto de la práctica supervisada. Se requieren estudios con muestras mayores, comparadores adecuados y seguimiento longitudinal para comprobar la retención y transferencia de las habilidades.

Palabras clave: realidad virtual, educación veterinaria, simulación clínica, habilidades quirúrgicas, aprendizaje inmersivo.

ABSTRACT

Virtual reality has been progressively incorporated into veterinary education as an alternative to strengthen the learning of clinical, surgical and diagnostic skills in controlled environments. The objective of this systematic review was to analyze its impact on veterinary medicine students, considering the types of intervention, areas of application, educational outcomes and methodological limitations. The search was carried out in PubMed, Scopus, Web of Science and Google Scholar, following the PRISMA 2020 recommendations. We included 15 primary studies published between 2009 and 2025, assessed using a narrative and comparative synthesis. The main applications were concentrated in anatomy, anesthesia, intubation, surgery, laparoscopy, bovine reproduction, public health, immunology, neurology and emergency preparedness. Four studies reported objective improvements in knowledge or performance, five had mixed results or lack of superiority over conventional methods, and six focused mainly on satisfaction, acceptance, or perceived usefulness. According to Kirkpatrick's model, 80.0% of the investigations focused on levels 1 and 2, while none evaluated level 4 clinical outcomes. Virtual reality was more useful as a complement to traditional teaching than as a substitute for supervised practice. Studies with larger samples, adequate comparators, and longitudinal follow-up are required to verify skill retention and transfer.

Keywords: virtual reality, veterinary education, clinical simulation, surgical skills, immersive learning.



1. INTRODUCCIÓN

La formación en medicina veterinaria exige que los estudiantes desarrollen conocimientos científicos, razonamiento clínico y habilidades técnicas antes de intervenir directamente en pacientes animales. Este proceso debe garantizar la adquisición progresiva de competencias diagnósticas, anestésicas, quirúrgicas y comunicativas, dentro de estándares de seguridad, ética profesional y bienestar animal. El modelo de educación veterinaria basada en competencias plantea que la formación debe organizarse alrededor de actividades profesionales confiables y resultados demostrables, en lugar de limitarse al cumplimiento de horas académicas o a la memorización de contenidos (1).

Tradicionalmente, la enseñanza de anatomía y de procedimientos clínicos se ha apoyado en animales vivos, cadáveres, piezas anatómicas y modelos físicos. Aunque estos recursos permiten reconocer estructuras y aproximarse a situaciones reales, presentan limitaciones vinculadas con la disponibilidad, conservación, variabilidad anatómica, costo y posibilidad de repetición. Los modelos anatómicos alternativos pueden complementar estas prácticas y facilitar la observación reiterada de estructuras sin depender exclusivamente de especímenes biológicos (2).

El uso de animales con fines educativos también plantea cuestionamientos éticos cuando existen alternativas capaces de alcanzar objetivos formativos semejantes sin producir sufrimiento innecesario. Knight señaló que los métodos humanitarios pueden proporcionar resultados educativos comparables a las prácticas tradicionales y contribuir a la aplicación de los principios de reemplazo, reducción y refinamiento del uso de animales (3). La incorporación de simuladores y entornos virtuales permite que los estudiantes practiquen inicialmente en condiciones controladas antes de trabajar con pacientes vivos.

El desarrollo de competencias clínicas requiere una participación activa del estudiante. Según el enfoque del aprendizaje experiencial, el conocimiento se construye mediante la relación entre la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización y la experimentación activa (4). Desde esta perspectiva, la simulación permite practicar procedimientos, identificar errores y recibir retroalimentación antes de trasladar las habilidades a escenarios clínicos.



Lateef indicó que la simulación proporciona un entorno seguro para repetir maniobras, desarrollar confianza y aprender de los errores sin comprometer la seguridad del paciente (5). Su eficacia no depende únicamente de la semejanza visual del recurso con una situación real, sino de la integración curricular, la práctica deliberada, la retroalimentación y la evaluación objetiva del desempeño. Issenberg et al. identificaron estas condiciones como elementos centrales de las experiencias educativas basadas en simulación (6).

La evidencia obtenida en profesiones sanitarias también muestra que la simulación apoyada por tecnología puede favorecer los conocimientos y las habilidades cuando se articula con objetivos formativos claramente definidos. No obstante, los resultados dependen del diseño de la intervención, la duración del entrenamiento, la fidelidad funcional del simulador y el tipo de evaluación utilizada (7).

Dentro de estas estrategias, la realidad virtual comprende tecnologías capaces de representar estructuras, espacios y procedimientos tridimensionales con diferentes grados de interacción. Puede presentarse mediante visores inmersivos, entornos virtuales de escritorio, laboratorios digitales, mundos virtuales multiusuario o sistemas con retroalimentación háptica. Estas modalidades permiten observar relaciones espaciales desde distintas perspectivas, repetir secuencias clínicas y practicar maniobras complejas antes de ejecutarlas sobre pacientes reales.

En medicina veterinaria, la realidad virtual se ha utilizado en anatomía, anestesia, intubación endotraqueal, palpación rectal bovina, cirugía, laparoscopia, ortopedia, neurología, inmunología, salud pública y preparación para emergencias. Aghapour y Bockstahler identificaron un crecimiento progresivo de estas aplicaciones, acompañado de una marcada heterogeneidad en los dispositivos, especies, áreas clínicas e instrumentos de evaluación (8). Braid también señaló que los simuladores pueden fortalecer la enseñanza de habilidades veterinarias y reducir la dependencia inicial de animales vivos. Sin embargo, su efectividad debe comprobarse mediante resultados objetivos y no únicamente a partir de la satisfacción o aceptación expresada por los estudiantes (9). Una experiencia atractiva o una alta percepción de utilidad no demuestran por sí solas que se hayan adquirido competencias transferibles al entorno clínico.

La implementación institucional de estas tecnologías presenta desafíos relacionados con el costo de los equipos, actualización del software, capacitación docente,



disponibilidad de espacios y correspondencia entre el recurso y los objetivos curriculares. También pueden aparecer dificultades de adaptación, carga cognitiva o distracción cuando el estudiante utiliza por primera vez una interfaz inmersiva. Por ello, la realidad virtual debe integrarse de manera gradual y acompañarse de orientaciones previas, retroalimentación y evaluación estructurada.

A pesar del crecimiento de estas aplicaciones, la evidencia continúa fragmentada. Los estudios difieren en sus diseños, tamaños de muestra, modalidades tecnológicas, áreas clínicas, instrumentos de evaluación y periodos de seguimiento. Algunos trabajos se concentran en satisfacción y aceptación, mientras que otros analizan conocimientos, precisión técnica, coordinación psicomotora, tiempo de ejecución o transferencia de habilidades.

Esta heterogeneidad dificulta formular conclusiones generales y obliga a diferenciar entre percepción favorable, mejora objetiva, equivalencia con los métodos tradicionales y transferencia efectiva hacia la práctica. En este contexto, la presente revisión sistemática tiene como objetivo analizar el impacto de la realidad virtual en la formación de habilidades clínicas y quirúrgicas en estudiantes de medicina veterinaria. Para ello, se caracterizaron las intervenciones, áreas de aplicación, diseños metodológicos, instrumentos de evaluación y principales hallazgos, además de clasificar los resultados según los niveles del modelo de Kirkpatrick.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de la investigación

Se realizó una revisión sistemática con enfoque cualitativo y alcance descriptivo-comparativo, orientada a analizar el uso de la realidad virtual en la formación de estudiantes de medicina veterinaria. La identificación, selección, evaluación y presentación de la evidencia se desarrollaron conforme a las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (10).

La pregunta de investigación se estructuró mediante el esquema PICOS. La población estuvo constituida por estudiantes de medicina veterinaria de pregrado o posgrado. Las intervenciones comprendieron realidad virtual inmersiva y no inmersiva, entornos tridimensionales interactivos, laboratorios virtuales, mundos virtuales multiusuario y



simuladores con retroalimentación háptica.

Los comparadores incluyeron enseñanza convencional, videos, clases teóricas, modelos físicos, cajas de entrenamiento, animales vivos o ausencia de grupo comparador. Los resultados considerados fueron conocimientos, comprensión anatómica, habilidades técnicas, precisión, tiempo de ejecución, transferencia del aprendizaje, satisfacción, aceptación y utilidad percibida.

2.2. Fuentes de información y periodo de búsqueda

La búsqueda se efectuó entre el 10 y el 12 de julio de 2026 en PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar. Se realizó una actualización final el 18 de julio de 2026. El periodo de publicación cubierto comprendió desde enero de 2000 hasta julio de 2026.

También se revisaron las listas bibliográficas de los artículos recuperados y de revisiones relacionadas con simulación y realidad virtual en educación veterinaria. Esta búsqueda complementaria permitió localizar estudios no identificados inicialmente mediante las ecuaciones electrónicas.

2.3. Estrategia de búsqueda

En PubMed se empleó:

("virtual reality"[Title/Abstract] OR "virtual simulation"[Title/Abstract] OR "immersive virtual reality"[Title/Abstract] OR "virtual laboratory"[Title/Abstract] OR "haptic simulator*"[Title/Abstract] OR "virtual environment*"[Title/Abstract]) AND ("veterinary student*"[Title/Abstract] OR "veterinary education"[Title/Abstract]) AND (education[Title/Abstract] OR teaching[Title/Abstract] OR training[Title/Abstract] OR "clinical skill*"[Title/Abstract] OR "surgical skill*"[Title/Abstract] OR anatomy[Title/Abstract])

En Scopus se utilizó:

TITLE-ABS-KEY (("virtual reality" OR "virtual simulation" OR "immersive virtual reality" OR "virtual laboratory" OR "haptic simulator*" OR "virtual environment*") AND ("veterinary student*" OR "veterinary education") AND (education OR teaching OR training OR "clinical skill*" OR "surgical skill*" OR anatomy))

En Web of Science se aplicó:

TS= (("virtual reality" OR "virtual simulation" OR "immersive virtual reality" OR "virtual laboratory" OR "haptic simulator*" OR "virtual environment*") AND ("veterinary



student*" OR "veterinary education") AND (education OR teaching OR training OR "clinical skill*" OR "surgical skill*" OR anatomy))

En Google Scholar se usaron las combinaciones “virtual reality” AND “veterinary students”; “virtual simulation” AND “veterinary education”; “haptic simulator” AND veterinary; “virtual laboratory” AND veterinary students; y “realidad virtual” AND “educación veterinaria”.

Se aplicaron filtros para publicaciones comprendidas entre 2000 y 2026, documentos en inglés o español y disponibilidad de información metodológica suficiente. En Google Scholar se revisaron los primeros 200 resultados ordenados por relevancia.

2.4. Criterios de elegibilidad

Se incluyeron estudios empíricos que evaluaran intervenciones de realidad virtual, simulación tridimensional, laboratorios virtuales, mundos virtuales multiusuario o tecnologías hápticas en estudiantes de medicina veterinaria. Las publicaciones debían presentar resultados relacionados con conocimientos, habilidades clínicas o quirúrgicas, comprensión anatómica, precisión técnica, transferencia del aprendizaje, satisfacción o aceptación.

Se admitieron ensayos controlados, estudios cuasiexperimentales, diseños pretest-posttest, investigaciones comparativas, estudios piloto, estudios observacionales y evaluaciones educativas con datos cuantitativos o cualitativos. Los trabajos completos publicados en congresos fueron aceptados cuando presentaban información suficiente sobre población, intervención, metodología y resultados.

Se excluyeron estudios desarrollados exclusivamente con estudiantes de medicina humana, enfermería u otras profesiones; investigaciones realizadas únicamente con veterinarios graduados; revisiones, editoriales, libros, documentos institucionales, protocolos y resúmenes sin texto completo. También se excluyeron trabajos que no incorporaran un componente virtual, tridimensional, interactivo o háptico.

2.5. Selección de los estudios

La búsqueda identificó 927 registros, de los cuales 915 procedieron de las bases de datos electrónicas y 12 de otras fuentes. Antes del cribado se eliminaron 210 registros duplicados y 45 documentos que incumplían los filtros establecidos. Después de esta depuración permanecieron 672 registros para la revisión de títulos y resúmenes.



Dos revisores examinaron los registros de manera independiente. Durante el cribado se excluyeron 540 publicaciones por no corresponder a la población, intervención o resultados definidos. Posteriormente, se buscaron 132 documentos a texto completo, de los cuales 15 no pudieron recuperarse.

Se evaluaron 117 publicaciones a texto completo. En esta etapa se excluyeron 102 por presentar una población no pertinente, no evaluar una intervención virtual, corresponder a un diseño no empírico o no informar resultados educativos suficientes. Finalmente, se incluyeron 15 estudios primarios en la síntesis cualitativa.

Las discrepancias se resolvieron mediante discusión y consenso. Cuando no se alcanzó un acuerdo, un tercer revisor examinó el documento. El proceso completo se presenta en el diagrama de flujo PRISMA.

2.6. Organización de las referencias

El artículo utiliza 26 referencias. Las primeras 11 se emplearon para fundamentar los antecedentes, conceptos pedagógicos, procedimiento metodológico y discusión. Estas fuentes no fueron contabilizadas como parte de la muestra.

Las referencias 12 a 26 correspondieron a los 15 estudios primarios incluidos en la síntesis. Estos trabajos se utilizaron para elaborar la matriz de caracterización, calcular las frecuencias y porcentajes y desarrollar la comparación de los resultados.

2.7. Extracción de datos

La información se registró en una matriz elaborada en Microsoft Excel. Para cada estudio se extrajeron autor y año, país, diseño metodológico, tamaño de la muestra, población, intervención, área de aplicación, instrumento de evaluación y principales hallazgos.

La extracción fue realizada por un revisor y comprobada por el segundo. Cuando un dato no se encontraba claramente informado, se registró como “no informado”, evitando completar información mediante suposiciones.

2.8. Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica se evaluó mediante el Mixed Methods Appraisal Tool, versión 2018, debido a la diversidad de diseños incluidos. Se examinaron la claridad de la pregunta, pertinencia del diseño, selección de participantes, validez de los instrumentos, comparabilidad de grupos, integridad de los datos y correspondencia entre resultados y conclusiones.



Ningún estudio fue excluido únicamente por presentar limitaciones metodológicas. Las debilidades identificadas fueron consideradas durante la interpretación de la evidencia.

2.9. Síntesis de los resultados

Debido a la heterogeneidad de las intervenciones, áreas clínicas, diseños e instrumentos, no se realizó un metaanálisis. Los 15 estudios fueron integrados mediante una síntesis narrativa y comparativa.

Los resultados se diferenciaron entre mejoras objetivas, resultados equivalentes o mixtos y percepciones favorables sin evaluación objetiva. También se clasificaron mediante el modelo de Kirkpatrick (11). El nivel 1 incluyó satisfacción y aceptación; el nivel 2, conocimientos y habilidades demostradas; el nivel 3, transferencia hacia situaciones reales o profesionales; y el nivel 4, efectos sobre la atención o los resultados clínicos de los pacientes.

Cada estudio fue contabilizado una sola vez según el nivel más alto evaluado. Los porcentajes se calcularon sobre los 15 estudios incluidos.

2.10. Consideraciones éticas

La investigación utilizó información procedente de publicaciones científicas y no implicó intervención directa con personas o animales. Por esta razón, no requirió aprobación de un comité de ética. Se mantuvo correspondencia entre las citas del texto y la lista final de referencias.

3. RESULTADOS

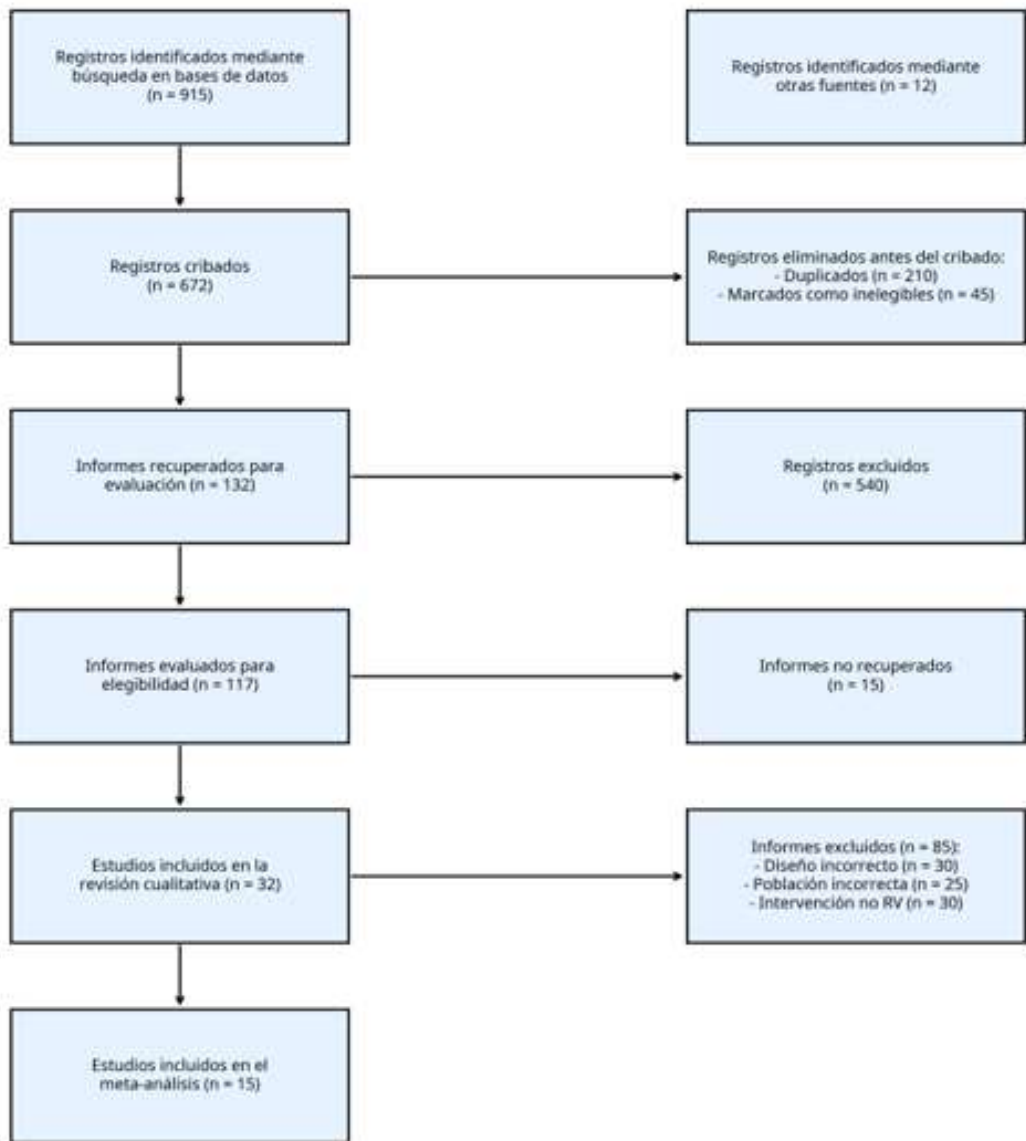
3.1. Selección de los estudios

La estrategia de búsqueda identificó 927 registros. Después de eliminar 210 duplicados y 45 documentos que incumplían los filtros establecidos, se examinaron 672 títulos y resúmenes. En esta fase se excluyeron 540 registros.

Se buscaron 132 publicaciones a texto completo, de las cuales 15 no pudieron recuperarse. Los 117 informes disponibles fueron evaluados de acuerdo con los criterios de elegibilidad y se excluyeron 102. Finalmente, 15 estudios primarios fueron incorporados en la síntesis cualitativa.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios.





Nota. Elaboración propia a partir del proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión.

3.2. Características de los estudios incluidos

Los estudios fueron publicados entre 2009 y 2025. Las intervenciones comprendieron sistemas inmersivos, simuladores hápticos, laboratorios virtuales, videos estereoscópicos, mundos virtuales multiusuario y modelos tridimensionales interactivos.

Tabla 1. Matriz de caracterización de los estudios incluidos



Autor y año	Diseño y muestra	Intervención	Área	Principales hallazgos
Keets et al., 2024 (12)	Estudio educativo; 60 estudiantes	Simulador virtual de máquina anestésica	Anestesia	Alta aceptación; el tiempo de práctica se relacionó con el desempeño, aunque la evaluación virtual no superó a la oral-práctica.
Xu et al., 2018 (13)	Estudio piloto; 10 participantes, 9 analizados	Anatomía canina tridimensional	Anatomía	Preferencia por la interacción con modelos 3D, con resultados limitados por la pequeña muestra.
Yamauchi et al., 2024 (14)	Estudio comparativo; 424 estudiantes en la evaluación práctica	Simulador de anestesia e intubación canina	Intubación	El grupo con RV alcanzó mejores puntuaciones de conocimiento y una tasa de éxito numéricamente superior.
Baillie et al., 2010 (15)	Estudio controlado; 16 estudiantes	Simulador háptico de palpación bovina	Reproducción	Se observó transferencia favorable hacia la localización del útero en animales vivos.
Hunt et al., 2020 (16)	Ensayo aleatorizado; 44 estudiantes	Videos quirúrgicos estereoscópicos	Cirugía	No se encontraron diferencias significativas en el desempeño de la primera ovariectomía.



Autor y año	Diseño y muestra	Intervención	Área	Principales hallazgos
Kinnison et al., 2009 (17)	Estudio descriptivo; 186 estudiantes	Haptic Cow	Anatomía bovina	Los estudiantes percibieron mejoras en comprensión espacial y reconocimiento anatómico.
McCaw et al., 2022 (18)	Estudio exploratorio pretest-postest	Entorno inmersivo	Ortopedia	La experiencia fue favorable, aunque predominó la evaluación perceptiva.
Seguino et al., 2014 (19)	Estudio mixto; 98 estudiantes	Matadero virtual	Salud pública	El entorno facilitó la preparación previa y la comprensión de procesos de inspección.
Hottmann y Fransson, 2025 (20)	Estudio aleatorizado; 12 estudiantes	Entrenador virtual frente a caja laparoscópica	Laparoscopia	Ambos grupos mejoraron, pero la caja física fue superior en varias tareas manuales.
Casado et al., 2025 (21)	Estudio pretest-postest; 90 estudiantes de veterinaria	Laboratorio virtual LABSTER	Inmunología	El 86,7 % lo consideró útil para aprender y el 94,4 % señaló que podía reducir el uso de animales.
Franzluebbers et al., 2020 (22)	Estudio cruzado; 55 estudiantes	Simulador virtual de examen neurológico	Neurología	Se observó preferencia por la interacción basada en movimientos reales, aunque existieron problemas de usabilidad.



Autor y año	Diseño y muestra	Intervención	Área	Principales hallazgos
Pereira et al., 2018 (23)	Estudio piloto con estudiantes y docentes	Mundo virtual Second Life	Razonamiento clínico	La experiencia fue considerada auténtica y útil para practicar decisiones clínicas.
Garcia-Ara et al., 2023 (24)	Encuesta educativa; 207 estudiantes	Matadero virtual	Salud pública	El 79 % consideró útil el recurso y el 95 % superó el 50 % en la evaluación.
Johnson et al., 2025 (25)	Evaluación longitudinal de un programa	Entorno virtual multiusuario	Emergencias	Permitió practicar triaje, comunicación, liderazgo y respuesta ante desastres.
Hadžiomerović et al., 2025 (26)	Estudio comparativo; 25 estudiantes	Enseñanza tradicional, modelos 3D y RV	Anatomía y alimentos	La RV presentó menor rendimiento inmediato, pero mostró la mayor retención a las dos semanas.

Nota. Elaboración propia a partir de los 15 estudios incluidos.

3.3. Áreas de aplicación

La anatomía y visualización tridimensional estuvieron representadas por tres estudios, equivalentes al 20,0 % (13,17,26). La cirugía, laparoscopia y ortopedia también reunieron tres investigaciones, correspondientes al 20,0 % (16,18,20).

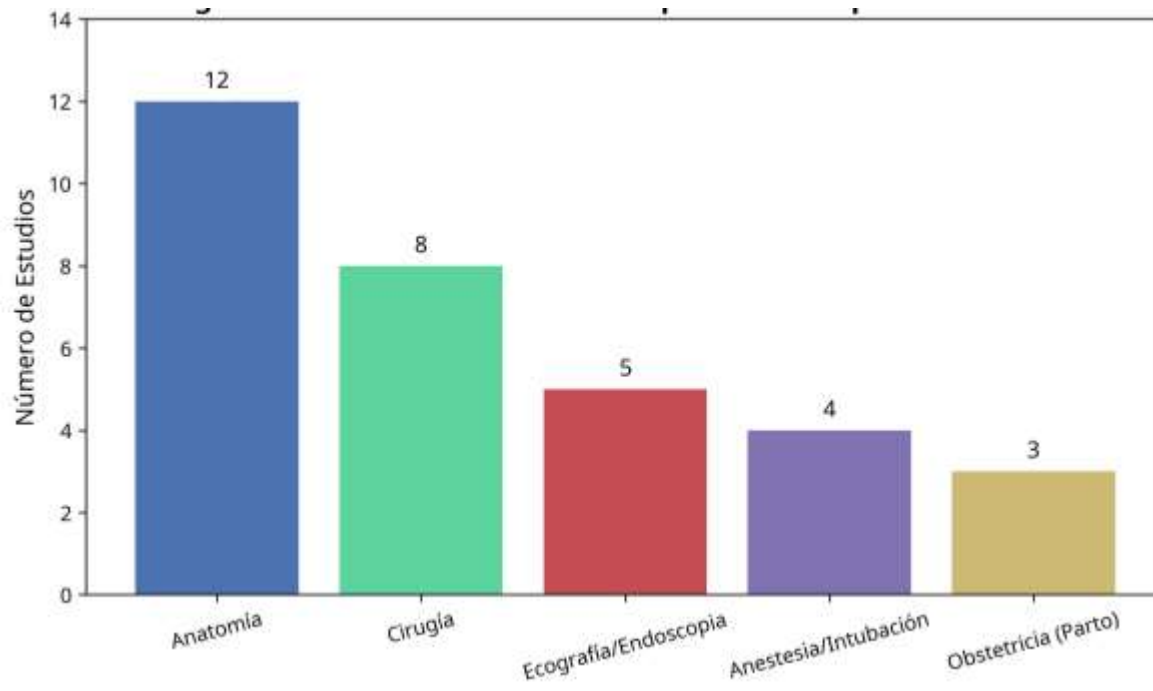
La anestesia y la intubación comprendieron dos estudios, equivalentes al 13,3 % (12,14). La salud pública e inspección veterinaria incluyeron dos trabajos, también correspondientes al 13,3 % (19,24).

El razonamiento clínico y la preparación para emergencias estuvieron representados por dos investigaciones, equivalentes al 13,3 % (23,25). La palpación y reproducción bovina, la



inmunología y la neurología comprendieron un estudio cada una, correspondientes al 6,7 % por categoría (15,21,22).

Figura 2. Distribución de los estudios según el área de aplicación.



Nota. Elaboración propia a partir de los 15 estudios incluidos.

3.4. Eficacia educativa

Cuatro estudios, equivalentes al 26,7 %, informaron mejoras objetivas o transferencia favorable en conocimientos y habilidades. Este grupo incluyó el entrenamiento de intubación canina, la palpación rectal bovina, la preparación para inspección veterinaria y la experiencia de matadero virtual desarrollada en varias facultades (14,15,19,24).

Cinco estudios, correspondientes al 33,3 %, presentaron resultados mixtos o no demostraron superioridad clara. El simulador de máquina anestésica fue bien aceptado, pero no superó la evaluación oral-práctica (12). Los videos quirúrgicos no mejoraron la primera ovariectomía (16), mientras que la caja laparoscópica fue superior al entrenador virtual en varias tareas manuales (20). La aplicación de neurología presentó dificultades de usabilidad (22), y la realidad virtual aplicada a cortes cárnicos mostró menor rendimiento inmediato, aunque mayor retención posterior (26).



Los seis estudios restantes, equivalentes al 40,0 %, informaron principalmente satisfacción, aceptación, factibilidad o utilidad percibida, sin evidencia suficiente para demostrar transferencia clínica (13,17,18,21,23,25).

Estos hallazgos impiden mantener la afirmación de que el 90 % de los estudios demostró superioridad o equivalencia de la realidad virtual. La evidencia fue favorable en determinadas intervenciones, pero también mostró resultados mixtos, ausencia de diferencias y predominio de evaluaciones perceptivas.

3.5. Clasificación según Kirkpatrick

Tabla 2. Distribución según el nivel más alto de Kirkpatrick

Nivel	Estudios	Frecuencia	Porcentaje
Nivel 1: reacción	Kinnison et al. (17), McCaw et al. (18), Casado et al. (21), Pereira et al. (23), Johnson et al. (25)	5	33,3 %
Nivel 2: aprendizaje	Keets et al. (12), Xu et al. (13), Yamauchi et al. (14), Hottmann y Fransson (20), Franzluebbers et al. (22), Garcia-Ara et al. (24), Hadžiomerović et al. (26)	7	46,7 %
Nivel 3: comportamiento	Baillie et al. (15), Hunt et al. (16), Seguino et al. (19)	3	20,0 %
Nivel 4: resultados	Ninguno	0	0,0 %
Total		15	100 %

Nota. Cada estudio fue contabilizado según el nivel más alto evaluado.

Doce estudios, equivalentes al 80,0 %, se concentraron en los niveles 1 y 2. Solo tres investigaciones evaluaron alguna forma de transferencia hacia animales vivos, cirugía o escenarios profesionales. Ningún estudio examinó resultados de nivel 4, como reducción de complicaciones, errores clínicos o mejoras demostrables en la atención de pacientes animales.

3.6. Calidad metodológica



La calidad metodológica fue heterogénea. Algunos estudios incorporaron asignación aleatoria o grupos comparadores (14,16,20,26), mientras que otros utilizaron diseños piloto, encuestas o evaluaciones posteriores a la actividad.

Las limitaciones más frecuentes fueron muestras pequeñas, selección por conveniencia, ausencia de cegamiento, falta de grupos de control, dependencia de cuestionarios de percepción y seguimiento limitado. Solo Hadžimerović et al. incorporaron una medición posterior a las dos semanas para examinar la retención (26).

Los estudios de Baillie et al. y Hunt et al. evaluaron el desempeño fuera del simulador, lo que fortaleció su relevancia práctica (15,16). Sin embargo, ninguno examinó resultados clínicos directos sobre la seguridad o evolución de los pacientes.

4. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que la realidad virtual posee potencial para complementar la formación veterinaria, aunque su eficacia no es uniforme. De los 15 estudios incluidos, cuatro informaron mejoras objetivas, cinco presentaron resultados mixtos o ausencia de superioridad y seis se concentraron principalmente en satisfacción y factibilidad.

Esta heterogeneidad coincide con lo reportado por Aghapour y Bockstahler, quienes identificaron diferencias importantes entre tecnologías, áreas veterinarias y diseños de evaluación (8). Braid también advirtió que gran parte de la evidencia sobre simulación veterinaria se concentra en aceptación y resultados inmediatos, con menor evaluación de transferencia clínica (9).

4.1. Anatomía y comprensión espacial

La realidad virtual mostró utilidad para representar estructuras tridimensionales y facilitar la exploración anatómica. Xu et al. observaron una preferencia favorable hacia el modelo canino virtual, aunque su muestra fue pequeña (13). Kinnison et al. identificaron percepciones positivas sobre el simulador háptico bovino (17).

Hadžimerović et al. encontraron que el grupo de realidad virtual presentó menor rendimiento inmediato que los grupos de enseñanza tradicional y modelos 3D, pero alcanzó la mayor retención después de dos semanas (26). Este resultado muestra que la motivación o inmersión inicial no siempre se traduce en una mejor puntuación inmediata.



Los modelos virtuales no deben sustituir completamente la observación de estructuras reales. Su mayor utilidad se produce cuando se integran con explicaciones, modelos físicos y prácticas supervisadas, de acuerdo con el aprendizaje experiencial (4).

4.2. Anestesia e intubación

Yamauchi et al. obtuvieron uno de los resultados más favorables, al identificar mejores puntuaciones de conocimiento y una tasa de intubación numéricamente superior en los estudiantes que utilizaron el simulador (14).

Keets et al. reportaron alta aceptación del simulador de máquina anestésica y una relación positiva entre el tiempo de práctica y el desempeño virtual (12). Sin embargo, las puntuaciones virtuales no superaron la evaluación oral-práctica. Esto indica que la familiaridad con la interfaz, la carga cognitiva y el manejo de los controles pueden influir en el resultado.

La simulación alcanza mayor valor cuando permite práctica deliberada, retroalimentación y progresión de dificultad (6). Por ello, la realidad virtual debe utilizarse como preparación previa y no como único método de enseñanza.

4.3. Cirugía y laparoscopia

La evidencia quirúrgica fue menos consistente. Hunt et al. no encontraron diferencias significativas en la primera ovariectomía canina después de incorporar videos estereoscópicos (16). La limitada interactividad de la intervención pudo restringir la transferencia hacia la cirugía real.

Hottmann y Fransson observaron que tanto el entrenador virtual como la caja laparoscópica mejoraron las tareas practicadas, pero la caja física obtuvo mejores resultados en varias habilidades manuales (20). Esto demuestra que el aprendizaje es específico y que la transferencia no ocurre automáticamente.

La simulación tecnológica puede favorecer el aprendizaje, pero requiere objetivos definidos, práctica repetida y evaluaciones relacionadas con el desempeño real (7).

4.4. Transferencia hacia la práctica

Baillie et al. aportaron evidencia relevante al demostrar que la práctica con el simulador háptico favoreció la palpación en vacas vivas (15). Este resultado corresponde al nivel 3 de Kirkpatrick y supera la evaluación de satisfacción dentro del simulador.



Seguino et al. mostraron que el matadero virtual permitió preparar a los estudiantes antes de ingresar al entorno profesional (19). Garcia-Ara et al. confirmaron posteriormente una alta utilidad percibida y resultados favorables en la evaluación de conocimientos (24).

Los entornos virtuales multiusuario también permitieron practicar razonamiento clínico, comunicación y respuesta ante emergencias (23,25). Sin embargo, estos estudios no demostraron efectos sobre resultados clínicos reales.

4.5. Aceptación y bienestar animal

Casado et al. encontraron una alta aceptación del laboratorio virtual de inmunología y una percepción favorable sobre su capacidad para reducir el uso de animales (21). Estos resultados respaldan la relación entre tecnologías virtuales y los principios de las 3R.

No obstante, la mayoría de los estudiantes no consideró que los laboratorios virtuales debieran reemplazar completamente las prácticas presenciales. La simulación debe complementar la experiencia real y permitir que el estudiante llegue mejor preparado a las actividades con animales.

Knight indicó que los métodos humanitarios pueden alcanzar objetivos educativos comparables y disminuir prácticas perjudiciales (3). En este sentido, la realidad virtual puede reducir errores iniciales y optimizar el uso de las oportunidades clínicas.

4.6. Limitaciones y futuras investigaciones

La revisión estuvo limitada por la heterogeneidad de las intervenciones y de los instrumentos de evaluación. También existieron diferencias en tamaños de muestra, duración del entrenamiento, grupos comparadores y periodos de seguimiento.

La diversidad metodológica impidió realizar un metaanálisis. Varios estudios dependieron de cuestionarios de percepción y no emplearon instrumentos validados. Además, la inclusión de un artículo de congreso sobre anatomía canina debe considerarse al interpretar la calidad general de la evidencia (13).

Las investigaciones futuras deberían utilizar diseños multicéntricos, muestras mayores, evaluadores cegados y seguimientos longitudinales. También deben examinar la retención, transferencia y repercusión clínica de las habilidades, especialmente en el nivel 4 de Kirkpatrick.

5. CONCLUSIÓN



La revisión incluyó 15 estudios primarios sobre realidad virtual, simulación tridimensional, laboratorios virtuales, mundos multiusuario y tecnologías hápticas aplicadas a estudiantes de medicina veterinaria. Las principales áreas fueron anatomía, cirugía, anestesia, intubación, salud pública, razonamiento clínico y emergencias.

La eficacia educativa no fue uniforme. Cuatro estudios mostraron mejoras objetivas, cinco presentaron resultados mixtos o ausencia de superioridad y seis se concentraron principalmente en aceptación, utilidad percibida o factibilidad. Por ello, no puede afirmarse que la realidad virtual sea superior en todos los contextos.

La evidencia se concentró en los niveles 1 y 2 de Kirkpatrick. Solo tres estudios evaluaron transferencia hacia situaciones reales o profesionales y ninguno examinó resultados clínicos de nivel 4. Esta ausencia limita la determinación del impacto sobre la seguridad y calidad de la atención veterinaria.

La realidad virtual puede contribuir a una formación más segura, repetible y coherente con los principios de las 3R. No obstante, debe utilizarse como complemento de modelos físicos, prácticas supervisadas y experiencia clínica. Se requieren investigaciones con muestras mayores, comparadores adecuados y seguimiento longitudinal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AAVMC Council on Outcomes-Based Veterinary Education. Competency-Based Veterinary Education: CBVE 2.0. Washington, DC: American Association of Veterinary Medical Colleges; 2024. Disponible en: <https://www.aavmc.org/resource/competency-based-veterinary-education-cbve-2-0/>
2. Choudhary OP, Sarkar R. Animal anatomical teaching models for enhanced veterinary anatomy education and learning. Pak Vet J. 2025;45(3):961-982. DOI: <https://doi.org/10.29261/pakvetj/2025.250>
3. Knight A. The effectiveness of humane teaching methods in veterinary education. ALTEX. 2007;24(2):91-109. DOI: <https://doi.org/10.14573/altex.2007.2.91>
4. Kolb DA. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs: Prentice-Hall; 1984.



5. Lateef F. Simulation-based learning: just like the real thing. J Emerg Trauma Shock. 2010;3(4):348-352. DOI: <https://doi.org/10.4103/0974-2700.70743>
6. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. Med Teach. 2005;27(1):10-28. DOI: <https://doi.org/10.1080/01421590500046924>
7. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. JAMA. 2011;306(9):978-988. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>
8. Aghapour M, Bockstahler BA. State of the art and future prospects of virtual and augmented reality in veterinary medicine: a systematic review. Animals (Basel). 2022;12(24):3517. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12243517>
9. Braid HR. The use of simulators for teaching practical clinical skills to veterinary students: a review. Altern Lab Anim. 2022;50(3):184-194. DOI: <https://doi.org/10.1177/02611929221098138>
10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
11. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. Evaluating training programs: the four levels. 3rd ed. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers; 2006.
12. Keets L, Boscan P, Arakaki L, Schraeder B, Tornatzky C, Vans M, et al. Interactive virtual reality with educational feedback loops to train and assess veterinary students on the use of anesthetic machine. J Vet Med Educ. 2024;51(3):412-420. DOI: <https://doi.org/10.3138/jvme-2022-0140>
13. Xu X, Mangina E, Kilroy D, Kumar AHS, Campbell AG. Delaying when all dogs go to heaven: virtual reality canine anatomy education pilot study. En: 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference; 2018; Galway, Irlanda. IEEE; 2018. p. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1109/GEM.2018.8516510>



14. Yamauchi A, Oshita R, Kudo A, Umezawa M, Shimizu R, Kamo S, et al. Development of a virtual reality simulator for training canine endotracheal intubation technique and evaluation of the educational impacts. *Vet J.* 2024;307:106203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2024.106203>
15. Baillie S, Crossan A, Brewster SA, May SA, Mellor DJ. Evaluating an automated haptic simulator designed for veterinary students to learn bovine rectal palpation. *Simul Healthc.* 2010;5(5):261-266. DOI: <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3181e369bf>
16. Hunt JA, Heydenburg M, Anderson SL, Thompson RR. Does virtual reality training improve veterinary students' first canine surgical performance? *Vet Rec.* 2020;186(17):562. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.105749>
17. Kinnison T, Forrest ND, Frean SP, Baillie S. Teaching bovine abdominal anatomy: use of a haptic simulator. *Anat Sci Educ.* 2009;2(6):280-285. DOI: <https://doi.org/10.1002/ase.109>
18. McCaw K, West A, Duncan C, Frey D, Duerr F. Exploration of immersive virtual reality in teaching veterinary orthopedics. *J Vet Med Educ.* 2022;49(6):716-720. DOI: <https://doi.org/10.3138/jvme-2021-0009>
19. Seguino A, Seguino F, Eleuteri AL, Rhind SM. Development and evaluation of a virtual slaughterhouse simulator for training and educating veterinary students. *J Vet Med Educ.* 2014;41(3):233-242. DOI: <https://doi.org/10.3138/jvme.1113-150R>
20. Hottmann NM, Fransson BA. Effects of short-course virtual reality or video-box training on basic laparoscopic skills and simulated surgical performance in veterinary students. *Vet Surg.* 2025;54(5):860-871. DOI: <https://doi.org/10.1111/vsu.14201>
21. Casado JG, Tarazona R, Cordero H. Implementation of LABSTER virtual lab in immunology for innovative teaching and improved learning in veterinary degree. *Front Vet Sci.* 2025;12:1603469. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1603469>
22. Franzluebbbers A, Platt S, Johnsen K. Comparison of command-based vs. reality-based interaction in a veterinary medicine training application. *Front Virtual Real.* 2020;1:608853. DOI: <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.608853>



23. Pereira MM, Schmidt PL, Dyce PW. Using the virtual world of Second Life in veterinary medicine: student and faculty perceptions. J Vet Med Educ. 2018;45(2):148-155. DOI: <https://doi.org/10.3138/jvme.1115-184R4>
24. Garcia-Ara A, Sandoval Barron E, Seguino A. A survey of students' learning experience using a virtual slaughterhouse simulator in three UK veterinary schools during COVID-19. Vet Rec. 2023;193(6):e3307. DOI: <https://doi.org/10.1002/vetr.3307>
25. Johnson K, Espitia N, Zoran D. Using a multi-user virtual environment to conduct veterinary disaster preparedness training. Virtual Worlds. 2025;4(2):19. DOI: <https://doi.org/10.3390/virtualworlds4020019>
26. Hadžiomerović N, Čaklovica K, Dučić N, Gjoni Gündemir M, Vejzović A, Fazlović N, et al. Anatomy of meat cuts: integrating 3D scanning and virtual reality in veterinary education and training. Front Vet Sci. 2025;12:1680785. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1680785>

CONFLICTO DE INTERESES

No existe.

FINANCIAMIENTO

No aplica.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Curación de datos: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Análisis formal: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Investigación: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Metodología: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Software: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Administración del proyecto: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Recursos: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Validación: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Visualización: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Redacción – borrador original: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

Redacción – revisión y edición: Sara Elizabeth Ramos Briones, Luis Felipe Frías Serrano.

