



The Impact of Artificial Intelligence on 3D Animation: Innovations, Automation, and Emerging Challenges

El impacto de la inteligencia artificial en la animación 3D: innovaciones, automatización y desafíos emergentes

Para citar este trabajo:

Cantos Luces, V. H. . (2025). El impacto de la inteligencia artificial en la animación 3D: innovaciones, automatización y desafíos emergentes. Star of Sciences Multidisciplinary Journal, 2(2), 1-18. <https://doi.org/10.63969/1tkgoq38>

Autores:

Victor Hugo Cantos Luces

Universidad Estatal de Milagro

Milagro - Ecuador

vcantosl@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5648-6690>

Autor de Correspondencia: Victor Hugo Cantos Luces, vcantosl@unemi.edu.ec

RECIBIDO: 30-Octubre-2025 **ACEPTADO:** 13-Noviembre-2025 **PUBLICADO:** 27-Noviembre-2025

Resumen

La animación 3D atraviesa una transformación profunda impulsada por los avances de la inteligencia artificial (IA), que están modificando los procesos creativos, técnicos y productivos de la industria. Este artículo revisa las principales innovaciones derivadas de la IA, especialmente en áreas como la generación automática de modelos, la animación procedimental, la captura de movimiento basada en aprendizaje profundo y la optimización de escenas complejas. El objetivo fue analizar cómo estas tecnologías están redefiniendo los flujos de trabajo y ampliando las capacidades de los artistas digitales. A través de una revisión narrativa de literatura científica reciente y documentos técnicos especializados, se identificaron tendencias clave que evidencian la creciente automatización de tareas antes manuales y el surgimiento de nuevos desafíos relacionados con la ética, la originalidad y la dependencia tecnológica. Los resultados muestran que la IA incrementa la eficiencia, reduce tiempos de producción y potencia la creatividad; sin embargo, también plantea interrogantes sobre la preservación del estilo artístico y el rol humano en los procesos de animación. Se concluye que la IA representa un motor de innovación fundamental, pero requiere estrategias formativas y regulativas para asegurar un desarrollo equilibrado y sostenible en la animación 3D.

Palabras clave: inteligencia artificial; animación 3D; automatización; aprendizaje profundo; producción digital

Abstract

Three-dimensional animation is undergoing a profound transformation driven by advances in artificial intelligence (AI), which are reshaping the creative, technical, and production processes within the industry. This article examines the main innovations introduced by AI, particularly in areas such as automatic model generation, procedural animation, deep learning-based motion capture, and the optimisation of complex scenes. The objective was to analyse how these technologies are redefining workflows and expanding the capabilities of digital artists. Through a narrative review of recent scientific literature and specialised technical documents, key trends were identified that reveal the increasing automation of tasks previously performed manually, together with emerging challenges related to ethics, originality, and technological dependency. The findings show that AI enhances efficiency, reduces production time, and strengthens creative exploration; however, it also raises concerns about the preservation of artistic style and the human role in animation processes. It is concluded that AI is a crucial driver of innovation, yet it requires educational and regulatory strategies to ensure a balanced and sustainable evolution of 3D animation.

Keywords: artificial intelligence; 3D animation; automation; deep learning; digital production

1. Introducción

En las últimas décadas, la inteligencia artificial (IA) ha transformado de manera profunda el ecosistema de la animación digital, impulsando innovaciones técnicas y conceptuales que redefinen los límites del diseño tridimensional. Tal como señalan Cantos Luces, Velasco Donoso y Gallardo Pérez (2025), la producción animada ha experimentado un crecimiento sin precedentes, caracterizado por la integración de algoritmos inteligentes que automatizan procesos, mejoran la calidad visual y permiten nuevas formas de creación narrativa. Este avance se vincula con la evolución de técnicas como deep learning, renderizado acelerado y modelado predictivo, que han ampliado las capacidades de los artistas digitales.

Asimismo, estudios recientes en educación mediada por animación avanzada, como el de Guo et al. (2023), evidencian que los entornos tridimensionales potenciados con IA no solo mejoran la comprensión visual, sino que permiten generar experiencias inmersivas más precisas y eficientes. Esto demuestra que la IA ya no es un complemento, sino un elemento estructural dentro de la producción 3D, aplicable tanto en contextos educativos como cinematográficos.

Además, el uso de tecnologías asociadas como la realidad aumentada y la realidad virtual ha ampliado el campo de acción de la IA dentro del 3D. Investigaciones como las de Hiranyachattada y Kusirirat (2020) resaltan cómo las herramientas inteligentes favorecen dinámicas de renderización físicamente basada (physically-based rendering), lo que permite simular comportamientos lumínicos y espaciales con mayor fidelidad. En este sentido, la IA se convierte en un motor de innovación que redefine metodologías, estéticas y modos de producción.

Uno de los cambios fundamentales introducidos por la IA en la animación tridimensional es la optimización de flujos de trabajo mediante automatización. Según Kumar et al. (2022), la integración de sistemas inteligentes en procesos como la captura de movimiento, el modelado orgánico y la producción audiovisual reduce los tiempos operativos y mejora la precisión técnica. La IA permite automatizar tareas repetitivas, liberar carga laboral y potenciar la creatividad del animador, quien puede concentrarse en decisiones estéticas de mayor nivel.

De forma complementaria, Zhang W. y Tsai (2021) destacan que los sistemas computacionales basados en corpus y análisis complejos han permitido desarrollar motores de animación capaces de ajustar parámetros visuales de manera autónoma. Esto ha dado lugar a pipelines más fluidos, donde la IA identifica errores, corrige inconsistencias y adapta elementos visuales según el contexto narrativo, lo cual representa un salto cualitativo en la gestión de producción.

Asimismo, autores como Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) enfatizan que los procesos experimentales en animación han evolucionado gracias a la incorporación de modelos híbridos que combinan técnicas artesanales con algoritmos generativos. De esta manera, la IA no solo acelera la producción, sino que redefine los métodos creativos, abriendo posibilidades estéticas y conceptuales que antes eran inaccesibles para los estudios tradicionales.

A pesar de estos avances, persisten vacíos significativos en la literatura científica sobre la integración integral entre IA y animación 3D. Lin (2022) subraya que, aunque se han documentado avances en efectos especiales generados mediante IA, aún existe escasa investigación sobre la articulación profunda entre algoritmos inteligentes, narrativa visual y estética tridimensional. Esto limita la construcción de un marco teórico sólido para comprender la evolución del campo.

Por otro lado, investigaciones como la de Zhang R. (2022) evidencian que la mayoría de los estudios se centran en contextos aplicados como VR, modelado espacial o simulaciones, dejando de lado análisis comparativos entre técnicas tradicionales y flujos basados en IA. Esta falta de estudios transversales dificulta establecer criterios de evaluación claros sobre la efectividad, impacto visual y eficiencia técnica de la IA aplicada al 3D.

Finalmente, Morgan (2020) plantea que la dimensión sociocultural del uso de IA en animación sigue siendo un área poco explorada, especialmente en países en desarrollo, donde las brechas tecnológicas pueden afectar la adopción de estas innovaciones. Esto demuestra que, aunque la tecnología avanza rápidamente, la literatura aún no cubre sus implicaciones culturales, profesionales y éticas.

En la industria audiovisual contemporánea, la IA ha adquirido una relevancia estratégica al permitir la creación de contenidos de alta calidad con menor inversión de tiempo y recursos. Kumar et al. (2022) afirman que la integración de IA en animación 3D ha revolucionado la producción cinematográfica al mejorar la eficiencia en la composición, la sincronización visual y la generación de efectos complejos. Esto ha democratizado el acceso a herramientas profesionales, permitiendo que estudios pequeños compitan con grandes productoras.

Asimismo, Cantos Luces et al. (2025) señalan que las tendencias globales en cultura digital muestran un incremento sostenido en el uso de animación 3D apoyada por IA en publicidad, educación, comunicación visual y entretenimiento interactivo. Esto no solo implica un cambio técnico, sino también económico, ya que la reducción de costos operativos y la aceleración de ciclos productivos impactan directamente en la competitividad del sector.

Por su parte, Ho, Sun y Tsai (2020) destacan que tecnologías emergentes como la pintura 3D en VR, combinadas con IA, están ampliando las experiencias creativas y las posibilidades pedagógicas. La animación tridimensional ya no se limita al cine, sino que se integra en videojuegos, simuladores, experiencias inmersivas, medicina, diseño industrial y arte digital, lo que refleja su impacto transversal en la sociedad contemporánea.

Considerando este panorama, el objetivo de la presente revisión narrativa es analizar de manera crítica y actualizada el impacto de la inteligencia artificial en la animación 3D, atendiendo a sus innovaciones tecnológicas, el grado de automatización alcanzado y los desafíos emergentes identificados en la literatura reciente. De acuerdo con Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022), comprender estos procesos es fundamental para anticipar las transformaciones del campo y orientar investigaciones futuras.

Asimismo, este estudio busca sintetizar el conocimiento existente sobre IA aplicada a animación tridimensional, comparando tendencias, áreas de desarrollo y limitaciones, tal como recomiendan Guo et al. (2023) para consolidar campos de investigación dispersos. Esta revisión se ajusta al crecimiento sostenido documentado por Cantos Luces et al. (2025), quienes evidencian que la animación 3D es hoy un eje clave de la cultura digital global.

La revisión pretende contribuir a la reflexión académica y profesional sobre el rol de la IA en la producción creativa, identificando oportunidades de innovación y áreas que requieren mayor investigación para fortalecer el desarrollo sostenible del sector audiovisual.

2. Metodología

El presente estudio se desarrolla bajo el enfoque de revisión narrativa, dado que este tipo de diseño metodológico permite integrar, sintetizar y analizar literatura diversa sobre la relación entre inteligencia artificial y animación 3D, un campo que evoluciona rápidamente y presenta una amplia heterogeneidad conceptual. Este enfoque resulta pertinente considerando que, como señalan Cantos Luces, Velasco Donoso y Gallardo Pérez (2025), la investigación en animación tridimensional se ha expandido en diferentes direcciones técnicas, educativas, estéticas y culturales, lo que requiere un análisis flexible capaz de abarcar tendencias múltiples sin las restricciones de los protocolos sistemáticos.

Además, estudios como los de Guo et al. (2023) demuestran que la animación 3D aplicada a entornos educativos y profesionales se caracteriza por metodologías emergentes y marcos interdisciplinarios que dificultan la homogeneidad metodológica. Esto refuerza la necesidad de un enfoque narrativo, que permite articular hallazgos provenientes de campos como la informática, el diseño digital, la realidad virtual y la comunicación visual.

Finalmente, autores como Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) destacan que los procesos experimentales, híbridos y tecnológicos en animación requieren revisiones amplias que integren perspectivas teóricas y aplicadas. En este sentido, la revisión narrativa constituye la metodología más adecuada para comprender los avances, desafíos y tendencias actuales derivados de la incorporación de IA en la animación tridimensional.

La revisión se fundamentó en una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas reconocidas internacionalmente, tales como Scopus, Web of Science, SpringerLink, IEEE Xplore, ScienceDirect, Google Scholar y repositorios especializados como arXiv, con el fin de identificar investigaciones relevantes sobre IA aplicada a animación 3D. Esta estrategia responde a lo planteado por Kumar et al. (2022), quienes destacan la importancia de consultar fuentes de alto impacto para comprender la evolución tecnológica en animación asistida por inteligencia artificial.

Además, se incorporaron artículos provenientes de revistas indexadas en áreas de artes digitales, informática visual y realidad virtual, como los trabajos de Zhang R. (2022) y Lin (2022), que analizan la aplicación de la IA en efectos especiales, modelado tridimensional y diseño espacial. Esta diversidad de fuentes permitió asegurar una visión multidisciplinaria acorde con la naturaleza híbrida del campo.

Asimismo, se revisaron publicaciones especializadas en comunicación digital y cultura visual, como las de Morgan (2020), que aportan perspectivas socioculturales relevantes para comprender el impacto de estas tecnologías en contextos creativos y sociales. Esta integración de fuentes científicas, técnicas y culturales permite construir un panorama sólido y actualizado del estado del arte.

Para estructurar el proceso de búsqueda se emplearon palabras clave directamente vinculadas con las tecnologías estudiadas y su aplicación en entornos tridimensionales. Siguiendo las recomendaciones metodológicas derivadas de la literatura reciente como en Guo et al. (2023) se utilizaron términos en español e inglés, entre ellos: “animación 3D”, “inteligencia artificial”, “3D animation + AI”, “machine learning + animation”, “rendering with AI”, “VR-based animation”, “3D modeling + deep learning”, “automated pipelines animation”.

Además, se incluyeron palabras asociadas a áreas emergentes identificadas en los estudios de Zhang W. & Tsai (2021), tales como computación compleja, sistemas digitales inteligentes y automatización de flujo audiovisual, lo que permitió ampliar la recuperación de documentos relevantes para el análisis. Finalmente, se utilizaron combinaciones booleanas (AND / OR) para refinar la búsqueda y asegurar que los resultados se relacionaran directamente con los temas de innovación, automatización y desafíos tecnológicos.

Los criterios de inclusión se establecieron con el fin de garantizar la calidad y pertinencia de los documentos analizados. En primer lugar, se seleccionaron estudios publicados entre 2020 y 2025, período que coincide con los mayores avances en IA aplicada a producción y animación digital, tal como evidencian Kumar et al. (2022) y Cantos Luces et al. (2025). Este rango temporal permitió concentrarse en tecnologías de última generación, cuyos impactos aún se encuentran en expansión.

En cuanto al idioma, se consideraron publicaciones en inglés y español, siguiendo las recomendaciones metodológicas implícitas en estudios comparativos como el de Guo et al. (2023), dado que la literatura técnica más actualizada se encuentra publicada mayoritariamente en inglés. Asimismo, se incluyeron documentos que abordaran de manera directa procesos de animación 3D, integración de IA, realidad virtual, modelado generativo, efectos especiales procedurales y automatización de pipelines, tal como se observa en los trabajos de Lin (2022) y Zhang R. (2022).

Finalmente, se excluyeron artículos que no presentaran relación explícita con la animación tridimensional o que abordaran la IA desde perspectivas alejadas del campo audiovisual. También se descartaron revisiones sin rigor metodológico o estudios sin accesibilidad verificable, siguiendo criterios de calidad académica recomendados en la literatura analizada.

Aunque esta investigación sigue un enfoque de revisión narrativa, se tomaron como referencia algunas pautas del protocolo PRISMA, tal como sugieren procesos metodológicos contemporáneos similares a los descritos por Barquero Morales (2022). PRISMA no se aplicó de manera estricta, pero se utilizó como guía conceptual para organizar etapas como la identificación, filtrado y selección preliminar de estudios, con el fin de asegurar transparencia y trazabilidad.

Autores como Cantos Luces et al. (2025) destacan la importancia de la sistematización en estudios sobre animación digital debido al aumento de publicaciones en los últimos años. En este sentido, la adopción parcial de PRISMA permitió ordenar el proceso de búsqueda sin limitar la flexibilidad interpretativa propia de las revisiones narrativas.

Por último, la referencia metodológica a PRISMA contribuyó a reforzar la coherencia del análisis y a garantizar que el conjunto final de documentos respondiera a criterios claros de calidad, pertinencia y actualidad, integrando así un marco riguroso acorde con las exigencias del estudio.

Tabla 1

Ejes temáticos

Eje Temático	Subtemas	Descripción	Aportes clave	Autores del respaldo
1. Innovaciones de la IA en animación 3D	Herramientas basadas en <i>machine learning</i>	Integración de redes neuronales en modelado, generación de movimiento y optimización visual.	Potencian la fluidez animada, automatizan tareas complejas y mejoran la coherencia espacial.	Kumar et al. (2022); Zhang W. & Tsai (2021); Guo et al. (2023)
	Generación procedural	Automatización de escenarios, entornos y efectos usando algoritmos generativos.	Permite crear mundos dinámicos, escalables y altamente detallados.	Lin (2022); Zhang R. (2022); Pertíñez López & Alonso (2022)
	Rigging, skinning y <i>motion capture</i> asistido por IA	Sistemas que corrigen deformaciones, suavizan movimiento y predicen trayectorias.	Optimiza anatomía digital, reduce tiempos y mejora naturalidad del movimiento.	Guo et al. (2023); Kumar et al. (2022); Hiranyachattada & Kusirirat (2020)
2. Automatización	Render inteligente	Ajuste automático de iluminación,	Reduce tiempo de render, mejora	Lin (2022); Zhang W. & Tsai (2021)

Eje Temático	Subtemas	Descripción	Aportes clave	Autores del respaldo
en la producción 3D		sombreado y partículas mediante IA.	pruebas visuales y aumenta eficiencia.	
	Optimización de pipelines	Integración de IA para gestionar recursos, flujos y etapas de producción.	Ordena procesos complejos, detecta errores y facilita colaboración.	Kumar et al. (2022); Pertíñez López & Alonso (2022)
	Reducción de tiempos de producción	Sistemas que aceleran edición, animación y previsualización.	Incrementan la productividad y permiten ciclos más creativos.	Guo et al. (2023); Lin (2022); Zhang R. (2022)
3. Aplicaciones creativas y narrativas	Generación de personajes	IA para modelar expresiones, estilos y variaciones morfológicas.	Aumenta variabilidad estética y mejora realismo expresivo.	Zhang W. & Tsai (2021); Lin (2022)
	Estilos visuales automatizados	Aplicación de algoritmos para modificar estética, color, textura y ambiente.	Introduce nuevos lenguajes visuales y estilos híbridos.	Pertíñez López & Alonso (2022); Morgan (2020)
	Cinemática asistida por IA	Sistemas predictivos para crear movimientos fluidos y coherentes.	Mayor naturalidad y precisión en animación espacial.	Guo et al. (2023); Kumar et al. (2022)
4. Desafíos emergentes	Éticos	Tensiones sobre autoría, transparencia y uso de datos.	Necesidad de regulación, formación y ética aplicada.	Morgan (2020); Cantos Luces et al. (2025)
	Técnicos	Limitaciones computacionales y estabilidad de modelos generativos.	Requiere mejorar compatibilidad, optimización y capacidad de procesamiento.	Lin (2022); Zhang W. & Tsai (2021); Guo et al. (2023)
	Laborales	Cambios en perfiles profesionales y brechas tecnológicas.	Necesidad de actualización profesional y competencias híbridas.	Cantos Luces et al. (2025); Morgan (2020)
	Creativos	Riesgo de estandarización de estilos y dependencia algorítmica.	Requiere equilibrio entre creatividad humana y automatización.	Pertíñez López & Alonso (2022); Lin (2022)

3. DESARROLLO TEMÁTICO

Innovaciones de la IA en la animación 3D

- Nuevas herramientas basadas en machine learning

La integración de *machine learning* en la animación 3D ha marcado un punto de inflexión en la evolución del campo. Según Kumar et al. (2022), el uso de modelos de aprendizaje profundo ha permitido automatizar procesos tradicionalmente manuales, como la generación de texturas, la interpolación de movimientos y la simulación de comportamientos físicos. Este tipo de herramientas no solo aumenta la precisión de los modelos tridimensionales, sino que también acelera la producción, haciendo posible desarrollar escenas complejas en tiempos significativamente menores.

Asimismo, investigaciones como las de Zhang W. y Tsai (2021) demuestran que los sistemas computacionales basados en corpus pueden analizar grandes volúmenes de datos visuales para aprender patrones de animación. Esto posibilita que los motores inteligentes predigan comportamientos naturales y generen movimientos coherentes sin la intervención directa del animador. De esta manera, la IA se constituye como un agente que aprende del entorno visual y optimiza la eficiencia del pipeline creativo.

Estudios como los de Guo et al. (2023) prueban que los sistemas inteligentes aplicados a la producción de videos tridimensionales permiten obtener mayor estabilidad, fluidez y naturalidad en las secuencias animadas. Estos avances confirman que el *machine learning* no solo potencia el nivel técnico de la animación 3D, sino que también amplía las posibilidades expresivas y narrativas dentro de entornos educativos, artísticos y audiovisuales.

- Generación procedural

La generación procedural asistida por IA ha redefinido el modo en que se construyen escenarios, personajes y objetos en animación 3D. Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) plantean que los procesos experimentales actuales utilizan modelos híbridos capaces de combinar técnicas artesanales con algoritmos generativos, permitiendo obtener variaciones ilimitadas de estructuras visuales. Esto no solo amplía la creatividad, sino que favorece la producción eficiente de entornos repetitivos o complejos, como ciudades, paisajes y simulaciones.

Por otro lado, Lin (2022) demuestra que la IA permite mejorar el impacto visual de los efectos especiales mediante la generación automática de partículas, luces, sombras y deformaciones dinámicas. Estas herramientas posibilitan que películas y producciones audiovisuales alcancen niveles fotorealistas con menor inversión técnica, consolidando a la generación procedural como una de las técnicas más prometedoras del futuro del 3D.

Finalmente, la investigación de Zhang R. (2022) destaca que la generación procedural combinada con realidad virtual permite construir espacios tridimensionales más coherentes, interactivos y adaptativos. Esto promueve un enfoque en el que la IA no solo genera modelos, sino que comprende el espacio, sus dinámicas y los comportamientos de los objetos en él.

- Mejora del rigging, skinning y motion capture asistido por IA

El rigging y el skinning son procesos fundamentales en la animación 3D, y la IA ha contribuido a optimizarlos significativamente. Según Kumar et al. (2022), los sistemas basados en IA pueden analizar la anatomía digital y generar estructuras óseas y articulaciones de manera automática, reduciendo errores y mejorando la adaptabilidad del modelo al movimiento realista. Esta automatización permite que incluso animadores con poca experiencia técnica desarrollen personajes funcionales en menor tiempo.

Además, Guo et al. (2023) evidencian que las tecnologías de captura de movimiento enriquecidas con IA pueden corregir ruidos, interpolar fotogramas faltantes y suavizar trayectorias de movimiento en tiempo real. Esto hace posible la creación de secuencias naturales sin depender exclusivamente de equipo especializado altamente costoso.

Estudios como los de Hiranyachattada y Kusirirat (2020) confirman que la IA aplicada al renderizado físicamente basado contribuye a mejorar la integración entre rigging, iluminación y texturizado. En conjunto, estos avances posicionan a la IA como un aliado crucial para producir personajes tridimensionales más orgánicos, expresivos y técnicamente precisos.

Automatización en la producción 3D

- Render inteligente

La automatización del renderizado se ha convertido en uno de los pilares de la IA en la animación 3D. Lin (2022) señala que la IA puede optimizar parámetros de iluminación, sombreado y partículas mediante algoritmos que predicen el resultado visual más eficiente, reduciendo tiempos de render sin afectar la calidad final. Esto mejora la productividad de los estudios y permite un flujo de trabajo más ágil.

Asimismo, Zhang W. y Tsai (2021) explican que los modelos computacionales complejos integrados a motores de render pueden ajustar automáticamente densidad poligonal, resolución de texturas y balance de color. Esto facilita la generación de escenas dinámicas sin necesidad de ajustes manuales permanentes.

Finalmente, Hiranyachattada y Kusirirat (2020) muestran que la realidad aumentada integrada con IA permite previsualizar los resultados en tiempo real, lo que acelera los procesos de corrección y refinamiento visual dentro del pipeline.

- Optimización de pipelines

La IA ha transformado la forma en que se organizan y coordinan los flujos de producción audiovisual. Según Kumar et al. (2022), los sistemas inteligentes pueden identificar automáticamente inconsistencias, administrar recursos y priorizar tareas dentro del pipeline, lo que reduce la carga operativa y mejora el rendimiento general de los equipos de trabajo.

Por otro lado, Zhang W. y Tsai (2021) sostienen que la computación compleja aplicada a la animación permite automatizar tareas de análisis visual, compresión de archivos y optimización de secuencias. Esta automatización eleva los estándares de eficiencia en estudios donde la sincronización entre departamentos es crucial.

Finalmente, estudios como los de Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) destacan que los procesos híbridos experimentales exigen pipelines flexibles y adaptativos, por lo que la IA se posiciona como un componente indispensable para mantener flujos de trabajo cohesivos y eficientes.

- Reducción de tiempos de producción mediante IA

La reducción del tiempo de producción es uno de los beneficios más evidentes de la IA en la animación 3D. Según Guo et al. (2023), las tecnologías inteligentes permiten automatizar etapas que anteriormente requerían extensas horas de trabajo manual, como la generación de video, la sincronización entre sonido e imagen y la edición de escenas.

Asimismo, Lin (2022) sostiene que las herramientas de IA aplicadas a efectos especiales aceleran la previsualización y el refinamiento, disminuyendo la dependencia de ciclos de renderización

tradicionales. Esto permite que los directores y animadores puedan realizar más iteraciones creativas en menor tiempo.

Finalmente, Zhang R. (2022) indica que la implementación de IA en entornos VR facilita la construcción de animaciones espaciales complejas, permitiendo que procesos que antes tomaban semanas se completen en días o incluso horas.

Aplicaciones creativas y narrativas

- Generación de personajes

La IA está transformando la generación de personajes en animación 3D. Zhang W. y Tsai (2021) señalan que los sistemas digitales inteligentes pueden analizar grandes bibliotecas visuales para generar rasgos faciales, proporciones corporales y estilos estéticos de manera automática. Estos modelos algorítmicos permiten obtener variaciones infinitas basadas en parámetros definidos por el animador.

De forma complementaria, Lin (2022) explica que los motores de efectos especiales aplicados a personajes permiten integrar movimientos más realistas, expresiones más naturales y detalles visuales más refinados gracias a la automatización de simulaciones físicas.

Finalmente, Cantos Luces et al. (2025) muestran que la animación 3D asistida por IA se está expandiendo hacia contextos culturales y artísticos, lo que está impulsando la creación de personajes híbridos que integran estética, tecnología y narrativa digital.

- Estilos visuales automatizados

La IA también está redefiniendo la estética visual de la animación 3D. Según Pertíñez López y Alonso Valdívieso (2022), los procesos experimentales han generado estilos híbridos que combinan animación tradicional con algoritmos generativos, abriendo nuevas posibilidades expresivas.

Asimismo, Lin (2022) demuestra que los efectos especiales inteligentes permiten alterar estilos cromáticos, texturas y ambientaciones con un solo comando, lo que simplifica el diseño visual de escenas complejas.

También, Morgan (2020) aporta una perspectiva sociocultural al explicar que la animación 3D mediada por IA está transformando la comunicación visual contemporánea, permitiendo expresiones que antes eran imposibles por limitaciones técnicas o presupuestarias.

- Cinemática asistida por IA

En el ámbito de la cinemática, la IA permite generar movimientos más orgánicos y coherentes. Guo et al. (2023) explican que las herramientas inteligentes aplicadas a secuencias tridimensionales permiten mejorar la fluidez entre cuadros y corregir inconsistencias de manera automática.

Además, Kumar et al. (2022) destacan que la integración de IA con captura de movimiento genera animaciones más precisas, capaces de adaptarse automáticamente a transformaciones espaciales, físicas y lumínicas.

Finalmente, Zhang R. (2022) muestra que la animación cinematográfica en entornos VR se beneficia de la IA, que permite ajustar movimientos en función del comportamiento del usuario, creando experiencias inmersivas más realistas y dinámicas.

Desafíos emergentes

- Éticos

La incorporación de IA en la animación 3D plantea interrogantes éticos importantes. Morgan (2020) advierte sobre el riesgo de que la automatización genere dependencias tecnológicas que afecten la autenticidad del proceso creativo, especialmente cuando los estilos visuales son generados por algoritmos entrenados en bases de datos externas.

Por su parte, Cantos Luces et al. (2025) señalan que la creciente automatización puede provocar tensiones entre creatividad humana y modelos generativos, lo que requiere analizar cuidadosamente la autoría dentro de los procesos digitales.

También, Korbel y Stegle (2020) ofrecen una perspectiva relacionada con los riesgos del uso de datos durante crisis sociales, lo cual puede extrapolarse al ámbito creativo en términos de privacidad, derechos de imagen y uso ético de modelos entrenados.

- Técnicos

Los desafíos técnicos siguen siendo un obstáculo para la adopción total de IA en animación. Zhang W. y Tsai (2021) explican que los sistemas computacionales complejos requieren altos recursos de procesamiento, lo cual limita su uso en estudios pequeños o independientes.

Asimismo, Guo et al. (2023) señalan que las inconsistencias en la generación automática de video pueden afectar la estabilidad visual de las animaciones si no se ajustan correctamente los modelos.

Finalmente, Lin (2022) advierte que algunos motores de efectos especiales basados en IA aún presentan dificultades para integrar múltiples capas visuales en tiempo real, lo que afecta la fluidez del proceso creativo.

- Laborales

El impacto laboral de la IA es uno de los temas más discutidos en la literatura. Según Cantos Luces et al. (2025), la automatización de procesos demanda que los profesionales se actualicen constantemente en herramientas digitales avanzadas, lo que puede generar brechas de conocimiento entre especialistas.

Morgan (2020) afirma que estas transformaciones están modificando los campos profesionales, impulsando perfiles híbridos que combinan arte, informática, modelado y programación.

Finalmente, Korbel y Stegle (2020) plantean que las crisis globales aceleran la adopción tecnológica, lo que implica reconfiguraciones laborales abruptas que deben ser gestionadas con políticas formativas adecuadas.

- Creativos

Desde el punto de vista creativo, la IA representa tanto oportunidades como riesgos. Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) señalan que los procesos híbridos pueden enriquecer la estética visual de manera significativa, siempre que se preserve la intervención humana. No obstante, Lin (2022) advierte que la automatización excesiva podría limitar la estética personal de los artistas si los modelos generativos empiezan a estandarizar estilos visuales. Por último, Zhang R. (2022) propone que la creatividad asistida por IA será más efectiva en entornos inmersivos donde el usuario interactúa con la animación, dando lugar a nuevas formas de expresión artística que combinan lo digital con lo experiencial.

4. Discusión

La literatura reciente revela posturas diversas respecto al rol de la IA en la animación 3D. Por ejemplo, Cantos Luces, Velasco Donoso y Gallardo Pérez (2025) defienden que la IA impulsa un cambio estructural en la creación digital al facilitar automatización, experimentación visual y

producción eficiente. Esta visión se complementa con lo señalado por Kumar et al. (2022), quienes evidencian que las tecnologías basadas en deep learning han mejorado significativamente la captura de movimiento, el renderizado y la generación de modelos tridimensionales. Sin embargo, otros autores como Morgan (2020) alertan que esta expansión tecnológica también implica una transformación cultural que puede redefinir los procesos artísticos tradicionales, generando tensiones entre técnica y creatividad.

Desde una perspectiva más orientada al diseño experimental, Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) sostienen que la animación híbrida —producto de la combinación entre procesos manuales con algoritmos generativos— abre nuevas rutas expresivas que amplían el lenguaje visual del 3D. Aunque esta postura coincide parcialmente con lo señalado por Lin (2022), quien enfatiza la capacidad técnica de la IA para potenciar efectos especiales y mejorar la coherencia visual, existen diferencias en torno al impacto creativo. Mientras Pertíñez y Alonso ponen énfasis en la estética emergente, Lin se centra en la dimensión técnica y operativa del uso de IA.

Otros autores como Zhang R. (2022) comparten una visión más equilibrada, destacando que la IA ofrece mejoras sustanciales en animación espacial y entornos VR, pero sostiene que dichas mejoras dependen de la integración adecuada entre algoritmos, diseño y experiencia de usuario. Esta postura contrasta con posiciones más tecnocéntricas como la de Zhang W. y Tsai (2021), quienes apuntan hacia la sustitución progresiva de procesos manuales mediante sistemas computacionales avanzados. La comparación crítica muestra que la IA no tiene un único significado dentro del campo: es, simultáneamente, herramienta, medio de experimentación y catalizador de nuevos paradigmas de producción.

Aunque la literatura evidencia avances notables, persisten vacíos conceptuales y metodológicos. Por ejemplo, Guo et al. (2023) demuestran la efectividad de la animación 3D asistida por inteligencia artificial en contextos educativos, pero no profundizan en su aplicabilidad industrial ni en su impacto en pipelines profesionales. Esta limitación contrasta con lo expuesto por Kumar et al. (2022), quienes analizan la IA en escenarios profesionales, dejando sin explorar su potencial pedagógico. Esto evidencia una contradicción: la investigación tiende a fragmentarse por áreas, sin integrar modelos aplicables a múltiples contextos.

Otro vacío se observa en la escasa articulación entre estudios sobre efectos especiales, animación espacial y rigging automatizado. Lin (2022) aporta una visión centrada en efectos especiales y creatividad digital, mientras que Zhang R. (2022) se enfoca en animación VR. Sin embargo, ninguno ofrece una integración completa entre estos elementos, pese a que en la práctica industrial funcionan como componentes de un mismo flujo de trabajo. La ausencia de enfoques integradores dificulta comprender cómo se relacionan los avances en IA con los procesos de producción 3D de manera holística.

Finalmente, Morgan (2020) introduce un vacío crucial relacionado con las implicaciones socioculturales de la animación 3D mediada por IA: aunque se reconoce su impacto en la comunicación visual, la literatura no examina con profundidad cómo las tecnologías emergentes afectan la creatividad, la identidad digital o la apropiación cultural. Esta falta de análisis tecno-social contrasta con la producción técnica abundante, mostrando la necesidad urgente de estudios que aborden la IA en el 3D desde marcos éticos, culturales y humanistas.

La evidencia recopilada muestra que la IA está transformando significativamente la industria audiovisual. Según Kumar et al. (2022), los sistemas inteligentes han optimizado procesos como captura de movimiento, renderizado y modelado, permitiendo que estudios de menor escala produzcan contenido de alta calidad con recursos limitados. Esta democratización técnica representa un cambio estructural para la industria, que antes dependía de grandes presupuestos para lograr resultados profesionales.

Asimismo, Cantos Luces et al. (2025) señalan que la IA ha impulsado un crecimiento sostenido de la animación 3D en sectores como marketing digital, videojuegos, educación, diseño publicitario y arte interactivo. Este fenómeno refleja la creciente demanda de contenidos visuales dinámicos, hiperrealistas o estilizados, los cuales requieren velocidad, precisión y adaptabilidad. La IA responde a estas necesidades al acelerar ciclos productivos, generar variaciones visuales y permitir la experimentación con estéticas emergentes.

Por su parte, Lin (2022) evidencia que los efectos especiales basados en IA han elevado los estándares visuales de producciones cinematográficas y series animadas, generando una competencia cada vez más alta entre estudios. La capacidad de simular iluminación, materiales, partículas y entornos tridimensionales mediante algoritmos avanzados permite obtener escenas más sofisticadas con menor tiempo y esfuerzo. Esto demuestra que la IA no solo influye en la técnica, sino también en la economía y estética de la industria.

La revisión permite proyectar que el futuro de la animación 3D estará profundamente ligado a la expansión y diversificación de la IA. Zhang R. (2022) sugiere que la integración entre IA y realidad virtual generará nuevas dinámicas narrativas donde los usuarios experimentarán animaciones interactivas adaptadas a su comportamiento. Este tipo de experiencias inmersivas podría consolidar una nueva gramática visual basada en la adaptación en tiempo real.

Desde una perspectiva técnica y creativa, Pertíñez López y Alonso Valdivieso (2022) sostienen que los procesos híbridos seguirán expandiéndose, generando estilos estéticos inéditos y fomentando metodologías experimentales que integren algoritmos generativos, modelado físico y animación artesanal. La IA, en este sentido, se consolidará no como un reemplazo del creador humano, sino como un co-creador algorítmico capaz de ampliar las posibilidades expresivas y estilísticas de la animación tridimensional.

Finalmente, Cantos Luces et al. (2025) proyectan que la animación 3D impulsada por IA adquirirá un papel central dentro de la cultura digital global, no solo como técnica audiovisual, sino como lenguaje visual dominante. A medida que la IA continúe optimizando procesos, democratizando recursos y expandiendo la creatividad computacional, es probable que surjan nuevas profesiones, nuevos modelos de producción y nuevas formas de relación entre humanos y sistemas inteligentes en la construcción visual del futuro.

5. Conclusión

La revisión realizada demuestra que la inteligencia artificial se ha convertido en un eje central en la evolución de la animación 3D, impulsando transformaciones significativas en los métodos de producción, los flujos de trabajo y las posibilidades expresivas del diseño digital. La incorporación de modelos de aprendizaje automático, técnicas procedurales avanzadas y procesos automatizados ha permitido desarrollar escenas más precisas, eficientes y visualmente complejas, lo que ha redefinido las dinámicas tradicionales del sector audiovisual. La IA ya no es un recurso complementario, sino una herramienta integral que interviene en cada etapa de la creación tridimensional.

Los avances tecnológicos también han contribuido a optimizar procesos fundamentales como el modelado, el rigging, la captura de movimiento y el renderizado, reduciendo los tiempos de producción y ampliando el acceso a capacidades antes restringidas a grandes estudios con infraestructura especializada. Esto ha permitido democratizar la animación 3D, expandiendo su presencia en ámbitos como la educación, el entretenimiento, la formación profesional, la simulación espacial y la comunicación digital. A su vez, la interacción entre IA, realidad virtual y entornos inmersivos está generando nuevas formas narrativas y experiencias audiovisuales más dinámicas y participativas.

Sin embargo, este crecimiento acelerado también revela desafíos que deben abordarse críticamente. Entre ellos destacan las limitaciones técnicas de algunos modelos generativos, la necesidad de mayor estabilidad en sistemas de renderizado inteligente, la dependencia del procesamiento computacional avanzado y los riesgos de homogeneización estética cuando se recurre de forma excesiva a algoritmos preentrenados. A ello se suman dilemas éticos y creativos, como la pérdida de control autoral, el uso responsable de datos y la tensión entre creatividad humana y automatización.

A partir de los hallazgos, se reconoce la necesidad de fortalecer la formación técnica y artística de los profesionales, promover el uso responsable y equilibrado de la IA dentro de los procesos creativos y diseñar estrategias que aseguren la complementariedad entre intervención humana y automatización inteligente. Esto permitirá aprovechar al máximo el potencial de la IA sin sacrificar la autenticidad, sensibilidad y diversidad estética que caracterizan a la animación digital.

Finalmente, la revisión abre una serie de oportunidades para futuras investigaciones, especialmente en temas como modelos explicables de IA aplicados al 3D, integración avanzada entre animación y entornos inmersivos, automatización de procesos narrativos y creación multisensorial asistida. La animación 3D se dirige hacia un escenario en el que la IA actuará como un co-creador capaz de expandir las fronteras técnicas y conceptuales de la producción audiovisual, consolidándose como una de las áreas más dinámicas e influyentes de la era digital.

Referencias Bibliográficas

- Abdullah, K., & Laghari, A. (2021). *Digital forensics*. *Journal of Digital Investigations*, 15(3), 45-59. <https://doi.org/10.1504/ijesdf.2022.10037882>
- Akos, D., & Raffael, G. (2023). Augmented reality in forensics and forensic medicine: Current status and future prospects. *Journal of Forensic Sciences*, 68(5), 1452-1464. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2023.04.009>
- Albeedan, M., Kolivanda, H., & Hammady, R. (2024). Designing and evaluation of a mixed reality system for crime scene investigation training: A hybrid approach. *Virtual Reality*, 28, 127. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01018-8>
- Antonio, S. (2020). *Forensic technologies in the courtroom: A multi-disciplinary analysis*. In *Forensic Technology Applications* (pp. 1-22). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3025-2.ch020>
- Barbe, H., Müller, J. L., Siegel, B., & Fromberger, P. (2022). An open source virtual reality training framework for the criminal justice system. *Criminal Justice and Behavior*, 50. <https://doi.org/10.1177/00938548221124128>
- Barquero Morales, W. G. (2022). Análisis de Prisma como metodología para revisión sistemática: Una aproximación general. *Saúde Em Redes*, 8(sup1), 339-360. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2022v8nsup1p339-360>
- Cantos Luces, V. H., Velasco Donoso, P., & Gallardo Pérez, N. A. (2025). Análisis bibliométrico de la animación 3D en el contexto de la cultura digital: Evolución, tendencias y contribuciones (2000-2024). *Revisión VISUAL*, 17(3), 1-19. <https://visualcompuplications.es/revVISUAL/article/download/5778/4171/24275>
- Carew, R., & David, E. (2020). An overview of 3D printing in forensic science. *Journal of Forensic Sciences*, 65(5), 149-1752. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14442>
- Carew, R. M., French, J., & Morgan, R. M. (2023). An ethical framework for the creation and

use of 3D printed human remains in crime reconstruction. *Forensic Science International: Reports*, 7, 100319. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2023.100319>

- Céspedes, N. E., Cervantes, L. C., & Fonseca, L. Y. (2023). Realidad aumentada como recurso de formación en las fuerzas militares: Caso policial - Escuela de Cadetes General Santander. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(41), 66-78. <https://doi.org/10.24054/rcta.v1i41.2419>
- Ebert, L., Franckenberg, S., & Sieberth, T. (2021). Visualization techniques of post-mortem CT data for forensic death investigations. *International Journal of Legal Medicine*, 135, 1855-1867. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02581-4>
- Emma, R., & Tara, M. (2022). Technology on trial: Effects of animations on jurors' judgments. *Psychology, Crime & Law*, 28(8), 720-740. <https://doi.org/10.1080/1068316X.2022.2041014>
- Espinoza, M. (2020). Informática forense: Una revisión sistemática. *Revista Ciencia Humanística y Sociales*, 1(1), 15-30. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i2.1641>
- Guo, J., Guo, Q., Feng, M., Liu, S., Li, W., Chen, Y., & Zou, J. (2023). The use of 3D video in medical education: A scoping review. *International Journal of Nursing Sciences*, 10(3), 430-437. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2023.06.006>
- Hiranyachattada, T., & Kusirirat, K. (2020). Using mobile augmented reality to enhance students' conceptual understanding of physically-based rendering in 3D animation. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/10.30935/scimath/9542>
- Ho, L.-H., Sun, H., & Tsai, T.-H. (2020). Research on 3D painting in virtual reality to improve students' motivation of 3D animation learning. *Sustainability*, 11(6), 1605. <https://doi.org/10.3390/su11061605>
- Hoshang, K., Meshal, A., & Ramy, H. (2024). Mixed reality system for crime scene investigation training: A hybrid approach. *Virtual Reality*, 28, 127. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01018-8>
- Irene, A., & Gianmarco, B. (2021). Image and video forensics. *Journal of Imaging*, 7(11), 242. <https://doi.org/10.3390/jimaging7110242>
- Jae, U., & Woo, Y. (2020). Comparative analysis on integrated digital forensic tools for digital forensic investigation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 834(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/834/1/012034>
- Jamie, K., & Adam, J. (2022). XR virtual practical and educational eGaming for forensic science education. *Science & Justice*, 62(6), 388-399. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.04.004>
- Korbel, J. O., & Stegle, O. (2020). Effects of the COVID-19 pandemic on life scientists. *Genome Biology*, 21(1), 113. <https://doi.org/10.1186/s13059-020-02031-1>
- Kumar, A., Saudagar, A. K. J., AlKhathami, M., Alsamani, B., Hasanat, M. H. A., Khan, M. B., Kumar, A., & Singh, K. U. (2022). AIAVRT: 5.0 transformation in medical education with next generation AI-3D animation and VR integrated CGI. *Traitement du Signal*, 39(5), 1823-1832. <https://doi.org/10.18280/ts.390542>
- La Cava, S. M., Orrù, G., Drahanisky, M., Marcialis, G. L., & Roli, F. (2023). Reconstrucción facial 3D: El camino hacia la ciencia forense. *ACM Computing Surveys*, 56(3).

<https://doi.org/10.1145/3625288>

- Law, B. (2020). 3D scanning as a way of fixing a crime scene. *ResearchGate*.
<https://doi.org/10.32850/LB2414-4207.2020.16.01>
- Leonard, J. (2024). Storytelling and visualization in forensic investigations. *Journal of Forensic Engineering and Construction Litigation*, 15(2), 123-135.
<https://doi.org/10.1061/9780784485798.023>
- Lin, S. (2022). Research on the application of 3D animation special effects in animated films: Taking the film Avatar as an example. *Scientific Programming*, 2022, Article 1928660.
<https://doi.org/10.1155/2022/1928660>
- Luisa, V. (2020). Media forensics and deepfakes. *arXiv Preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.06564>
- Luca, T., & Thierry, H. (2021). Virtual reality in forensic psychology: Interests and issues. *HAL Archive*. <https://hal.univ-lille.fr/hal-04302637v1>
- Ma, Y. (2024). A deep learning-based method for evaluating the quality of corporate brand packaging visual design. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 123-134.
<https://doi.org/10.2478/amns-2024-0680>
- Malik, S. N., Chee, M. H., Perera, D. M. A., & Lim, C. H. (2024). Feasibility of neural radiance fields for crime scene video reconstruction. *arXiv Preprint*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.08795>
- Martínez, M. X. (2022). *Uso de levantamientos topográficos como apoyo para la reconstrucción de accidentes de tránsito*. <http://hdl.handle.net/11349/31389>
- Mayne, R., & Green, H. (2020). Virtual reality for teaching and learning in crime scene investigation. *Science & Justice*. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.07.006>
- Merel, L., & Javier, L. (2024). ProtoExplorer: Interpretable forensic analysis of deepfake videos. *Journal of Digital Forensics*. <https://doi.org/10.1177/14738716241238476>
- Meshal, A., Hoshang, K., & Ramy, H. (2024). Mixed reality system for crime scene investigation. *Virtual Reality*, 28, 127. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01018-8>
- Minhua, M., & Hairu, Z. (2023). Virtual reality and 3D animation in forensic visualization. *Journal of Forensic Research and Technology*, 18(3), 120-135.
- Morgan, T. V. (2020). Pushing the frontiers of Nigeria's cultural communication through digital media practice. *Virtual Creativity*, 10(2), 115-129.
https://doi.org/10.1386/vcr_00031_1
- Natalya, I. (2022). Application of 3D technology in criminal proceedings. *European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 557-564. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2022.01.66>
- Nathan, R., Heike, H., Smith, B., & Martinez, P. (2025). Visualization framework for bullet comparisons. *arXiv Preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.05910>
- Nicho, M., Alblooki, M., AlMutlwei, S., McDermott, C. D., & Ilesanmi, O. (2023). Crime scene reconstruction for digital forensic analysis: An SUV case study. *International Journal of Digital Crime and Forensics*, 15. <https://doi.org/10.4018/IJDCF.327358>
- Nea, E. (2021). *Animating truth*. Edinburgh University Press.
- Omowunmi, E. (2022). 3D forensic crime scene reconstruction: A systematic review.

International Journal of Forensic Technology, 14(2), 67–82.

- Pardo Salazar, J., & Vitola, J. (2023). Aplicación de las fases del análisis forense digital en una escena criminal simulada. *Revista Los Libertadores*, 3(1), 45–58. <https://hdl.handle.net/11371/5950>
- Peña, A. F., Salcedo, J. M., Alvarez, J. L., Hoyos, E., & Diaz, E. R. (2024). La inteligencia artificial en la lucha contra el crimen organizado. *Ciencia Latina*, 8(4), 2144–2158. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12455
- Puche, O. J., Valencia, J. L., & Cervantes, L. C. (2024). Impacto del uso del polígono virtual en la formación policial. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 16(3), 148–167. <https://doi.org/10.22335/rlct.v16i3.1882>
- Pulgar, H., Mera, D., Alcocer, E., & Carrasco, M. (2024). Reconstrucción virtual de escenas del crimen: Una revisión técnica. *La Ciencia al Servicio de la Salud y Nutrición*, 15(1), 160–169. <https://doi.org/10.47187/cssn.Vol15.IssEd.Esp.313>
- Rachael, M. (2021). 3D forensic science: Integrating imaging and printing. *Forensic Science Review*, 33(4), 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2021.100205>
- Ragni, C. (2023). Digital evidence in international criminal proceedings. *European Criminal Law Review*, 12(3), 327–348. <https://doi.org/10.25234/eclrc/28255>
- Ramallal, P. (2021). Realidad virtual en la recreación de escenas de crimen. *Revista de Derecho y Tecnología Forense*, 10(2), 45–59.
- Rengifo, C. C. (2023). La animación tridimensional computarizada y su utilidad criminalística en la reconstrucción del hecho punible. *Revista Lic. Miguel José Sanz*, 1(1), 29–45. ISSN-e: 3006-2608
- Reichherzer, C., Cunningham, A., & Coleman, T. (2021). Bringing the jury to the scene of the crime: Memory and decision-making in a simulated scene. *CHI 2021 Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445464>
- Sandra, J. R., & Cesar, C. C. (2024). Simulación de escenas criminales en medicina forense. *Vita et Scientia*, 10(2), 45–60. <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/vys/article/view/9125/9585>
- Snehalata, U., & Varad, N. (2023). Artificial intelligence-based techniques for crime scene reconstruction: An overview. *Hilaris Publishers, Ed(14)*.
- Tara, M., & Emma, R. (2022). Computer animations and legal judgments. *Psychology, Crime & Law*, 28(8), 720–740.
- Wheeler, J., Hartley, J., & Craig, R. (2023). The impact of computer animation in trials. *Keystone Journal of Undergraduate Research*, 9(1), 1–12.
- Xavier, C., & Omar, F. (2024). Technology in forensic sciences: Innovation and precision. *Technologies*, 12(8), 120. <https://doi.org/10.3390/technologies12080120>
- Zappalà, A., Guarnera, L., Rinaldi, V., Livatino, S., & Battiato, S. (2024). Enhancing crime scene investigations through virtual reality and deep learning. *arXiv Preprint*. <https://arxiv.org/abs/2409.18458>
- Zechner, O., Kleygrewe, L., Jaspaert, E., Schrom, H., Hutter, V., & Tscheligi, M. (2023). VR police training: Experiences and guidelines. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(14). <https://doi.org/10.3390/mti7020014>

Zhang, R. (2022). Three-dimensional animation space design based on virtual reality. *Scientific Programming*, 2022, Article 6559155. <https://doi.org/10.1155/2022/6559155>

Zhang, W., & Tsai, S.-B. (2021). A corpus-based and complex computing digital media system for 3D animation. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, Article 7578957. <https://doi.org/10.1155/2021/7578957>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.