

Predicción de progresión glaucomatosa mediante inteligencia artificial usando OCT y campo visual

Julieta Estefanía Sigüencia Sanmartín [0009-0003-6720-1050]

¹ Máster en Medicina legal y forense, Posgradista de Oftalmología

estefania.sigüencias@ucenca.edu.ec

CITA EN APA:

Sigüencia Sanmartín, J. E. (2026). Predicción de progresión glaucomatosa mediante inteligencia artificial usando OCT y campo visual. *Tesla Revista Científica*, 6(1). <https://tesla.puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/tesla/article/view/678>

Recibido: 2026-04-19

Revisado: 2026-04-22

Aceptado: 2026-06-20

Publicado: 2026-06-23

TESLA

Revista Científica

ISSN: 2953-4275



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

The contents of this article are under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license. The authors retain the moral and patrimonial rights of their works.

Resumen: El glaucoma es una entidad que incluye un conjunto de enfermedades que difieren en sus causas, factores de riesgo, duración, tratamiento y pronóstico. Describir los fundamentos de la tecnología utilizada en la detección precoz del glaucoma, contribuyendo así a un manejo más efectivo y personalizado de esta enfermedad ocular. Se realizó una búsqueda electrónica de publicaciones y revisiones sistemáticas de la literatura durante el mes de junio del año 2026, en las bases de datos electrónicas Pubmed, Medline y SciELO, utilizando el buscador Google Académico, con los descriptores: "Diabetes", "OCT", "Glaucoma", de las cuales se utilizaron 28 citas en idioma inglés, español y portugués. El diagnóstico y seguimiento del glaucoma han evolucionado hacia la medicina de precisión mediante la integración de la Tomografía de Coherencia Óptica y la perimetría computarizada. Mientras que la OCT aporta datos anatómicos sobre el nervio óptico, el campo visual evalúa la pérdida de sensibilidad funcional. Actualmente, la Inteligencia Artificial y el aprendizaje profundo permiten fusionar ambas modalidades, mejorando la detección precoz y la predicción de progresión, aunque enfrentan desafíos éticos, sesgos algorítmicos y requerimientos de validación clínica. Se concluye que existe un avance significativo en la integración de tecnologías innovadoras en el diagnóstico y manejo del glaucoma. Los estudios analizados demuestran que los modelos de aprendizaje automático pueden identificar patrones sutiles en los datos de OCT y en los resultados del campo visual, lo que permite predecir la progresión de la enfermedad con una precisión superior a la de los métodos tradicionales.

Palabras Clave: Diabetes; Diagnóstico Precoz; Glaucoma; Inteligencia Artificial.

Abstract: Glaucoma is a term that encompasses a group of diseases that differ in their causes, risk factors, duration, treatment, and prognosis. To describe the fundamentals of the technology used in the early detection of glaucoma, thus contributing to a more effective and personalized management of this eye disease. An electronic search of publications and systematic reviews was conducted during June 2026 in the PubMed, Medline, and SciELO databases, using the Google Scholar search engine with the descriptors: "Diabetes," "OCT," and "Glaucoma." Twenty-eight citations in English, Spanish, and Portuguese were retrieved. The diagnosis and monitoring of glaucoma have evolved toward precision medicine through the integration of Optical Coherence Tomography and computerized perimetry. While OCT provides anatomical data on the optic nerve, visual field testing assesses the loss of functional sensitivity. Currently, Artificial Intelligence and deep learning allow for the merging of both modalities, improving early detection and progression prediction, although they face ethical challenges, algorithmic biases, and clinical validation requirements. This study demonstrates significant progress in the integration of innovative technologies in the diagnosis and management of glaucoma. The analyzed studies show that machine learning models can identify subtle patterns in OCT data and visual field results, allowing for more accurate prediction of disease progression than traditional methods.

Keywords: Artificial Intelligence; Diabetes; Early Diagnosis; Glaucoma; OCT.

1 INTRODUCCIÓN

Glaucoma es una entidad que incluye un conjunto de enfermedades que difieren en sus causas, factores de riesgo, duración, tratamiento y pronóstico. Sin embargo, comparte como denominador común el cuadro clínico de una neuropatía óptica, caracterizada por una excavación de la papila, con adelgazamiento del borde neurorretiniano. Estos daños evolucionan progresivamente hacia la pérdida irreversible del campo visual. También, característicamente en el glaucoma se presenta una pérdida progresiva de las células ganglionares de la retina, que generan cambios en el tejido de la neuroretina ubicados en la cabeza del nervio óptico, produciendo clínica florida en el paciente (Vargas Ávila & Sojo Padilla, 2022).

El glaucoma se divide principalmente en dos grandes categorías que se diferencian por el estado del sistema de drenaje del ojo: el glaucoma de ángulo abierto y el de ángulo cerrado. El de ángulo abierto es el tipo más común y peligroso por su naturaleza silenciosa, ya que el canal de filtración se va obstruyendo de manera lenta y progresiva, elevando la presión interna del ojo sin causar dolor ni síntomas evidentes hasta que la pérdida de visión ya es avanzada. Por el contrario, el glaucoma de ángulo cerrado se produce de forma repentina cuando el iris bloquea por completo la salida del líquido ocular; este bloqueo provoca un aumento brusco y muy doloroso de la presión intraocular, lo que representa una emergencia médica que requiere atención inmediata para evitar daños irreparables en el nervio óptico (Jayaram, et al., 2023).

Más allá de estas formas primarias, existen otras variantes complejas influenciadas por la genética, la circulación sanguínea o condiciones médicas preexistentes. Entre ellas destaca el glaucoma de tensión normal, un tipo desconcertante en el que el nervio óptico sufre daños progresivos a pesar de que las lecturas de presión ocular se mantienen dentro de los rangos promedio, frecuentemente debido a una hipersensibilidad del nervio o a una mala irrigación sanguínea en la zona. Asimismo, se encuentran los glaucomas secundarios, que se desarrollan como consecuencia de traumatismos oculares, cataratas avanzadas, tumores, diabetes o el uso prolongado de ciertos fármacos como los corticoides, y el glaucoma congénito, una condición poco común que afecta a bebés y niños pequeños debido a un desarrollo defectuoso del sistema de drenaje del ojo durante la etapa de gestación (Wagner, et al, 2022).

Diversos estudios han mostrado que el glaucoma continúa representando una carga significativa de discapacidad visual, especialmente en regiones de bajo desarrollo socioeconómico. El análisis del Global Burden of Disease 2019 indica que, aunque las tasas ajustadas de DALYs (Años de Vida Ajustados por Discapacidad) asociadas al glaucoma han disminuido en las últimas décadas, el número absoluto de personas afectadas por este sigue aumentando por envejecimiento poblacional, impactando con mayor fuerza a países de África, Asia y Latinoamérica. De manera complementaria, evidencia reciente revela que en América Latina la prevalencia de glaucoma continúa en incremento, afectando de

forma desproporcionada a poblaciones con limitado acceso a atención oftalmológica especializada (Mora-Paez et al., 2025).

En este escenario, las tecnologías de imagen avanzada, como la tomografía de coherencia óptica angiográfica (OCT-A), han adquirido un rol central al permitir identificar alteraciones microvasculares y estructurales antes de que se manifiesten defectos en el campo visual. No obstante, su adopción clínica enfrenta desafíos asociados a estandarización, reproducibilidad y validez externa en diferentes poblaciones (Mannil et al., 2023).

Paralelamente, los avances en inteligencia artificial (IA) han transformado el abordaje diagnóstico mediante sistemas capaces de extraer patrones clínicamente relevantes desde datos estructurales, funcionales y multimodales. Modelos de deep learning aplicados a retinografías y OCT han demostrado un rendimiento elevado en la detección temprana de glaucoma, predicción de progresión y seguimiento post-quirúrgico (Lan et al., 2025).

La necesidad de fortalecer la detección precoz del glaucoma también ha sido destacada por organizaciones de salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) subraya que el glaucoma es una de las principales causas de ceguera irreversible y que su diagnóstico temprano es esencial para prevenir la pérdida visual permanente. (Pinazo et al, 2025).

El glaucoma es una de las principales causas de ceguera irreversible en el mundo, y su detección temprana y monitoreo son cruciales para prevenir la pérdida de visión. La evaluación tradicional del glaucoma se basa en la medición de la presión intraocular y el análisis del campo visual, pero estos métodos pueden ser limitados en su capacidad para predecir la progresión de la enfermedad. La incorporación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA), ofrece una oportunidad prometedora para mejorar la precisión en la predicción de la progresión glaucomatosa mediante el análisis de datos complejos obtenidos de imágenes de tomografía de coherencia óptica (OCT) y resultados del campo visual. Por lo que surge el siguiente problema científico: ¿Cómo puede la inteligencia artificial, al analizar imágenes de tomografía de coherencia óptica (OCT) y datos del campo visual, predecir la progresión de la enfermedad glaucomatosa en pacientes?

La investigación sobre Predicción de progresión glaucomatosa mediante inteligencia artificial usando OCT y campo visual se ha motivado conocer algunos aspectos que deben ser considerados para enfrentar los desafíos acareados en la apuesta del tema con vista a la construcción de una cultura científica y tecnológica

En ese sentido el objetivo de esta revisión es Predicción de progresión glaucomatosa mediante inteligencia artificial usando OCT y campo visual mediante una revisión de la literatura científica, para lo cual se han establecido dos objetivos específicos. El primero trata de conocer los fundamentos de la

tecnología utilizada en la detección precoz del glaucoma. En segundo lugar, se pretende identificar el manejo más efectivo y personalizado de esta enfermedad ocular.

2. METODOLOGÍA

La revisión bibliográfica se llevó a cabo con el objetivo de sintetizar la literatura existente sobre el abordaje multidisciplinario en el tratamiento de úlceras cutáneas crónicas, considerando las perspectivas de cirugía plástica, dermatología, cuidados de enfermería y nutrición. Este estudio pretende compilar información relevante y actualizada para proporcionar una visión integral del tema. Se utilizaron 40 bibliografías en idioma español, inglés y portugués.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed/MEDLINE, SciELO, Scopus y Google Scholar. Se utilizaron términos MeSH y palabras clave combinados con operadores booleanos: "Glaucoma", "Diabetes", "Artificial Intelligence", "Early Diagnosis", "OCT", "duodenal switch", "ocular perimetry". La búsqueda se limitó a artículos publicados entre 2021 y 2026, en idiomas inglés, portugués y español.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Estudios originales (ensayos clínicos, cohortes prospectivas o retrospectivas, casos y controles) y revisiones sistemáticas.
- Estudios con seguimiento mínimo de 3 meses posteriores a la cirugía.

Criterios de exclusión:

- Estudios en animales, revisiones narrativas sin metodología explícita, cartas al editor, opiniones de expertos y artículos sin texto completo disponible o con datos insuficientes para extracción.

Fuentes de información adicionales

Se revisaron manualmente las listas de referencias de los artículos incluidos (búsqueda en bola de nieve) para identificar estudios potencialmente relevantes no capturados en la búsqueda inicial. También se consultaron informes técnicos de la Organización Mundial de la Salud (WHO).

Consideraciones éticas

Al tratarse de una revisión de literatura publicada, no se requirió aprobación por comité de ética institucional. Todas las fuentes citadas fueron debidamente referenciadas para respetar los derechos de autor.

3.- DESARROLLO

Fundamentos de la Tecnología Utilizada

La tomografía de coherencia óptica (OCT) se ha convertido en una de las tecnologías de imagen más necesarias y relevantes de la medicina actual en cuanto a la obtención de imágenes de estructuras biológicas de gran resolución y en tiempo real. Esta tecnología se fundamenta en principios interferométricos a partir de luz infrarroja, lo cual permite obtener cortes transversales de los tejidos con una resolución axial del orden de micras, superando ampliamente a otras técnicas de imagen convencionales. En este sentido, se indica que la OCT es una herramienta diagnóstica no invasiva que ha modificado el estudio de diversas patologías, y en especial en oftalmología (Berruz Alvarado et al, 2026).

La Tomografía de Coherencia Óptica se ha consolidado como el estándar de oro en el diagnóstico clínico del glaucoma debido a su capacidad para obtener imágenes de alta resolución mediante la interferometría de baja coherencia. Su función principal radica en la cuantificación precisa del espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina y del complejo de células ganglionares, estructuras que sufren un adelgazamiento estructural antes de que el paciente manifieste cualquier déficit funcional en las pruebas de campo visual. Esta ventaja competitiva permite al clínico identificar la neuropatía glaucomatosa en etapas muy tempranas, cuando el daño es aún imperceptible por otros métodos diagnósticos (Cavanela & López-Alegría, 2023).

En el manejo clínico, la OCT resulta indispensable para el análisis detallado de la cabeza del nervio óptico, permitiendo medir parámetros críticos como el área del anillo neuroretiniano, el volumen de la excavación y la relación copa-disco. Estos datos son procesados por software especializados que comparan las mediciones del paciente con bases de datos normativas de gran escala, proporcionando un mapa de probabilidades que señala áreas de pérdida focal o difusa de tejido. Esta objetividad diagnóstica es fundamental, ya que permite distinguir con mayor claridad entre cambios anatómicos normales y una patología glaucomatosa incipiente o progresiva (Fernández Argones et al, 2023).

La relevancia de la OCT trasciende el diagnóstico inicial, convirtiéndose en una herramienta esencial para el seguimiento longitudinal y la gestión de la enfermedad. Al realizar pruebas seriadas a lo largo del tiempo, la tecnología permite al especialista realizar un análisis de progresión del cambio estructural, lo cual es vital para ajustar la presión intraocular objetivo en pacientes bajo tratamiento. En definitiva, la integración de la OCT en la práctica oftalmológica no solo optimiza la detección temprana del glaucoma, sino que mejora significativamente la toma de decisiones terapéuticas, ayudando a preservar la función visual y la calidad de vida de los pacientes (Matheu Fabrá, 2024).

Por otro lado, los campos visuales son otras de las herramientas fundamentales en el diagnóstico y el seguimiento de los pacientes con glaucoma o sospecha de glaucoma; sin embargo, hay numerosas patologías oftalmológicas y neurológicas que pueden originar defectos campimétricos similares a los del glaucoma o que pueden coincidir con la neuropatía glaucomatosa, por lo que debe tenerse especial cuidado en el análisis de los hallazgos clínicos y paraclínicos para no caer en la tendencia a atribuir todas las alteraciones exclusivamente al glaucoma (Chávez Gutiérrez, Chávez Díaz, 2024).

El campo visual, evaluado mediante la perimetría computarizada, constituye la prueba funcional definitiva para determinar el impacto real que el glaucoma ejerce sobre la capacidad de visión del paciente. A diferencia de las pruebas estructurales que miden la pérdida de tejido nervioso, el campo visual permite identificar cómo esas lesiones anatómicas se traducen en una pérdida funcional de la sensibilidad lumínica en diversas áreas del mapa visual. Esta exploración es fundamental para detectar la progresión de la enfermedad, permitiendo al especialista cartografiar la aparición de escotomas o la constricción del campo, lo cual es vital para comprender la magnitud del daño que el paciente experimenta en su vida cotidiana.

La importancia de esta evaluación radica en su capacidad para correlacionar la estructura con la función, siendo un pilar insustituible en la toma de decisiones clínicas y el ajuste de los tratamientos. Mientras que el daño estructural a menudo precede a la pérdida de visión, es el deterioro del campo visual lo que marca la verdadera discapacidad funcional y guía al oftalmólogo en la determinación de la presión intraocular objetivo. Un seguimiento riguroso de los resultados perimétricos permite diferenciar entre un glaucoma estable y uno que requiere una intervención terapéutica más agresiva, garantizando así una gestión precisa que busque salvaguardar la autonomía visual del paciente a largo plazo (de Lima, Bosso de Freitas, 2025).

La perimetría estática computarizada, representada principalmente por sistemas como el Analizador de Campo de Humphrey, es actualmente el método de referencia indispensable para el diagnóstico y seguimiento del glaucoma. Esta técnica consiste en presentar estímulos luminosos inmóviles de intensidad variable en coordenadas geográficas fijas de la retina, mientras el paciente mantiene la mirada en un punto de fijación central. Al determinar el umbral mínimo de luz que el sujeto es capaz de percibir en cada punto, el sistema genera un mapa detallado que traduce la sensibilidad retiniana en valores numéricos y escalas de grises. La gran precisión de este método automatizado permite identificar pérdidas sutiles y localizadas de la visión (escotomas) en las zonas central y paracentral, que son típicamente las primeras áreas afectadas por la neuropatía glaucomatosa (Castro Buitrago, 2023).

Por otro lado, la perimetría dinámica, cuyo exponente clásico es el perímetro manual de Goldmann, evalúa el campo visual proyectando un estímulo de tamaño e intensidad constantes que se desplaza de forma continua desde las zonas periféricas no visibles hacia el centro del campo de visión.

Aunque en la actualidad su uso se ha desplazado principalmente hacia la evaluación de glaucomas muy avanzados, el mapeo de la visión periférica extrema o la atención a pacientes con dificultades de concentración, sigue siendo un recurso clínico sumamente valioso. Asimismo, la evolución de la disciplina ha incorporado métodos de perimetría selectiva, como la tecnología de doble frecuencia y la perimetría de longitud de onda corta, que estimulan de manera específica subpoblaciones de células ganglionares altamente vulnerables, ofreciendo herramientas complementarias para la detección precoz de la enfermedad antes de que el daño sea irreversible (García Jiménez, 2023).

Inteligencia Artificial en el Diagnóstico del Glaucoma

En el marco de la previsión del aumento de la prevalencia de glaucoma debido al envejecimiento poblacional, se hace imprescindible el desarrollo de nuevas modalidades de diagnóstico y estratificación de riesgo de glaucoma que permitan no solo abordar la discrepancia entre capacidad y demanda asistencial, sino mejorar los resultados de los estándares de la práctica clínica actual. Es entonces, que la IA se perfila como una solución potencial a estos retos y prueba de ello es que el interés y la investigación clínica en esta área han crecido exponencialmente en los últimos años. El uso de múltiples modalidades de imagen y datos clínicos digitalizados en la asistencia rutinaria del glaucoma facilitan la investigación traslacional entre la disciplina médica y la informática. Aunque la mayoría de tecnologías comercializadas de campo visual y OCT ya incorporan algoritmos de cuantificación, análisis y predicción asistidos por IA, no existe todavía aprobación oficial de un sistema autónomo de IA para la detección y monitoreo del glaucoma, pero los resultados obtenidos en estudios son prometedores (Téllez Vázquez et al, 2023).

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el diagnóstico del glaucoma ha marcado un antes y un después en la oftalmología clínica, fundamentándose principalmente en el uso de algoritmos de aprendizaje automático (machine learning). Entre ellos, las redes neuronales artificiales han demostrado una capacidad excepcional para procesar datos tabulares y métricas derivadas de exámenes diagnósticos, identificando patrones de riesgo que, por su alta dimensionalidad, resultarían invisibles para el ojo humano. Estos modelos se entrenan con vastos conjuntos de datos clínicos para aprender a clasificar la presencia o ausencia de la enfermedad, optimizando la precisión diagnóstica en entornos de cribado masivo (Sánchez Dávila et al, 2024).

En la vanguardia de esta revolución tecnológica se encuentran los modelos de aprendizaje profundo, específicamente las Redes Neuronales Convolucionales (CNN). Estas arquitecturas son particularmente eficaces para el análisis directo de imágenes biomédicas, como las fotografías de fondo de ojo y las imágenes tridimensionales obtenidas por OCT. Gracias a sus múltiples capas de procesamiento, las CNN logran extraer características complejas de la papila óptica y la capa de fibras nerviosas, permitiendo la segmentación automática de estructuras oculares y la detección de signos sutiles

de daño glaucomatoso con una fiabilidad que compite con la de expertos oftalmólogos (Caamaño Díaz, 2022).

Asimismo, la investigación actual está explorando modelos más avanzados como las redes neuronales recurrentes y los sistemas de aprendizaje por refuerzo, los cuales permiten integrar datos temporales para predecir la trayectoria de la enfermedad en el tiempo. Estos enfoques, al ser capaces de correlacionar múltiples fuentes de información, como la presión intraocular, los resultados de los campos visuales y los cambios estructurales registrados en la OCT, logran crear sistemas de soporte a la decisión clínica mucho más robustos. En conjunto, estos algoritmos no solo aceleran el diagnóstico, sino que permiten personalizar las estrategias terapéuticas, transformando el manejo del glaucoma hacia un modelo de medicina de precisión predictiva (Moreira-Rodríguez, 2026).

La integración de la Inteligencia Artificial para fusionar la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) y la perimetría (campo visual) constituye una de las estrategias más prometedoras en el diagnóstico moderno del glaucoma. El desafío principal radica en la disparidad entre los datos estructurales, que son espaciales y anatómicos, y los funcionales, que representan una respuesta psicofísica del paciente. Para solventar esta brecha, los algoritmos de fusión a nivel de características extraen vectores de datos de ambas modalidades, permitiendo que el sistema analice la correlación topográfica entre el daño de las fibras nerviosas y el déficit de sensibilidad en el campo visual de manera unificada (Becchetti, 2023).

A nivel técnico, los modelos de aprendizaje profundo han habilitado la creación de arquitecturas de fusión de datos multimodales capaces de aprender representaciones conjuntas. Al procesar simultáneamente mapas de espesor de la retina e índices perimétricos, el algoritmo puede identificar "discordancias" que pasarían inadvertidas en una revisión aislada. Por ejemplo, en etapas iniciales donde la estructura podría parecer normal pero la función ya muestra signos de deterioro, o viceversa, la IA actúa como un árbitro clínico que pondera la relevancia de cada dato, mejorando significativamente la sensibilidad diagnóstica frente a los métodos de análisis tradicionales (Sarta Pérez, Martínez Gómez, 2026).

Las ventajas de esta combinación multimodal son sustanciales, destacando la superación de las limitaciones inherentes a cada examen por separado. Mientras que la OCT sufre a menudo de efectos de "suelo" en estadios avanzados de la enfermedad, el campo visual pierde fiabilidad si el paciente presenta fatiga o dificultades cognitivas. La fusión mediante IA permite mitigar estos sesgos al crear un perfil de riesgo más robusto, reduciendo la tasa de falsos negativos. Además, al integrar ambos mundos, se logra una representación más holística del estado del paciente, lo cual es fundamental para una caracterización precisa de la enfermedad en sus fases más críticas (Silva Vega et al, 2024).

La integración inteligente de estas modalidades favorece una mejor gestión del seguimiento longitudinal del glaucoma. Los modelos predictivos actuales no solo comparan los datos estáticos de una

visita, sino que pueden proyectar el riesgo de progresión basándose en la tasa de cambio combinada de la estructura y la función. Esto permite al oftalmólogo identificar con mayor antelación qué pacientes necesitan un ajuste urgente en su terapia hipotensora. En esencia, la fusión de OCT y campo visual mediante IA convierte la evaluación diagnóstica en un proceso dinámico, preciso y altamente personalizado, elevando el estándar de cuidado médico al integrar lo anatómico con lo funcional (Anguiano Almejo, 2023).

Desafíos y Limitaciones

El desarrollo de la Inteligencia Artificial para la predicción de la progresión glaucomatosa, especialmente con la integración de OCT y campo visual, enfrenta desafíos significativos relacionados con la calidad y cantidad de los datos. La fiabilidad de los modelos predictivos depende crucialmente de bases de datos masivas, diversas y bien anotadas, algo que no siempre es fácil de conseguir. Muchos estudios se basan en cohortes de pacientes con características demográficas y étnicas limitadas, lo que introduce un sesgo inherente que puede afectar la aplicabilidad universal de los algoritmos. Además, la variabilidad en los equipos de OCT y perimetría, así como en los protocolos de adquisición de imágenes entre diferentes centros clínicos, puede generar ruidos en los datos que comprometen la capacidad de generalización de los modelos (Chaves Filho et al, 2024).

Un problema recurrente en los estudios de IA en medicina es la sobreestimación del rendimiento de los algoritmos debido a problemas de sesgo en los conjuntos de datos. Los modelos, al ser entrenados con datos específicos de una población o de un único proveedor de hardware, pueden mostrar un rendimiento excelente en ese entorno controlado, pero fallar estrepitosamente al aplicarse a poblaciones diferentes o con equipos distintos. Este sesgo puede llevar a conclusiones erróneas sobre la eficacia predictiva de la IA, lo cual es especialmente crítico en una enfermedad progresiva como el glaucoma, donde una predicción inexacta podría retrasar el tratamiento y causar un daño irreversible en la visión del paciente (Zamora Llor et al, 2025).

La necesidad de una validación clínica rigurosa es, por tanto, un pilar fundamental para la adopción de estos modelos predictivos en la práctica oftalmológica. A pesar de los prometedores resultados obtenidos en estudios retrospectivos y con bases de datos internas, la IA debe ser sometida a ensayos clínicos prospectivos y multicéntricos que evalúen su desempeño en un entorno real y con una población de pacientes representativa. Solo a través de estos estudios se podrá confirmar la superioridad predictiva de la IA frente a los métodos tradicionales de seguimiento, asegurando que sus recomendaciones sean clínicamente relevantes y seguras para los pacientes (Guerrero Meza et al, 2025). El despliegue de la IA en el diagnóstico y la predicción del glaucoma plantea importantes consideraciones éticas que deben ser abordadas. La "caja negra" de muchos algoritmos de aprendizaje profundo, que dificulta la interpretación de sus decisiones, genera un problema de confianza tanto para el clínico como

para el paciente. Se necesita transparencia en cómo la IA llega a sus conclusiones. Además, surgen cuestiones sobre la responsabilidad legal en caso de un error diagnóstico o predictivo atribuible al algoritmo, la privacidad de los datos sensibles del paciente y la posibilidad de que la tecnología perpetúe o exacerbe las inequidades en el acceso a la atención sanitaria. Estos aspectos éticos son cruciales para garantizar que la IA sea una herramienta que beneficie a todos los pacientes de manera justa y responsable (Escobar Sánchez, 2025).

4. APLICACIONES PRÁCTICAS O FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los hallazgos respaldan la importancia de la temática Predicción de progresión glaucomatosa mediante inteligencia artificial usando OCT y campo visual puede ser utilizado de conocimiento para toda la comunidad científica y sirva también como un medio también para los investigadores. Las investigaciones futuras podrían profundizar más en la temática en otros contextos

5. CONCLUSIONES

Se demuestra que existe un avance significativo en la integración de tecnologías innovadoras en el diagnóstico y manejo del glaucoma. Los estudios analizados demuestran que los modelos de aprendizaje automático pueden identificar patrones sutiles en los datos de OCT y en los resultados del campo visual, lo que permite predecir la progresión de la enfermedad con una precisión superior a la de los métodos tradicionales. Además, la combinación de estas modalidades diagnósticas mejora la capacidad para detectar cambios tempranos en la estructura y función del nervio óptico, facilitando intervenciones más oportunas. En esencia, la inteligencia artificial emerge como un aliado prometedor en la lucha contra el glaucoma, potencialmente transformando su manejo clínico y mejorando los resultados visuales a largo plazo para los pacientes.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses con su investigación

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

Participar activamente en:

	Autor 1.
Conceptualización	X
Análisis formal	X
Adquisición de fondos	X
Investigación	X
Metodología	X
Administración del proyecto	X
Recursos	X
Redacción –borrador original	X
Redacción –revisión y edición	X
La discusión de los resultados	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anguiano Almejo, J. (2023). Modelo de inteligencia artificial para clasificación y segmentación de atrofia peripapilar Alfa y Beta en imágenes de fondo de ojo. Trabajo de Maestría en Ciencias en Inteligencia Artificial, Universidad Autónoma de Querétaro, 115 p. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/9855/1/IGMAC-309239.pdf>
- Becchetti, M. F. (2023). Inteligencia artificial en glaucoma:¿ dónde estamos y hacia dónde vamos?. Revista Sociedad Colombiana de Oftalmología, 56(3), 116-122. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9288536.pdf>
- Berruz Alvarado, S. J., Alvarado Álvarez, A. M., Pérez Muñoz, S. T. (2026). Beneficios del uso de la tomografía de coherencia óptica (OCT) transoperatoria en tiempo real. Polo del Conocimiento, 11(5), 2461-2478. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/11763/pdf>
- Caamaño Diaz, D. N. (2022). Análisis crítico de los sistemas de inteligencia artificial entrenados para el diagnóstico de glaucoma. Trabajo de Fin de Maestría En Subespecialidades Oftalmológicas Glaucoma, 33 p. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/58493/TFM-M618.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro Buitrago, J. (2023). Función visual como marcador clínico del glaucoma. Trabajo de Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas, 70 p. <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/d42c3214-a9d5-4f2b-8c78-df63dc491072/content>
- Cavanela, C. R., López-Alegría, F. (2023). Retinografía y la tomografía de coherencia óptica para el diagnóstico del glaucoma mediante la evaluación de la sensibilidad y especificidad: revisión sistemática. Revista Mexicana de Oftalmología, 97(3), 83.

<https://scholar.archive.org/work/ybzmjfrfmbcb3g3pq4xbw15qnu/access/wayback/https://www.rmo.com.mx/doi/pdf/10.5005/rmo-11013-0040>

Chaves Filho, C. D. C., Byk, J., de lima Ferreira, L. C. (2024). Desafios bioéticos para el uso de la inteligencia artificial en oftalmología. *Revista Bioética*, 32, e3727PT. <https://www.scielo.br/j/bioet/a/d4L8tT3pQ5c9DK8wzWHNN7B/?lang=es>

Chávez Gutiérrez, R. D., Chávez Díaz, R. M. (2024). Orientación diagnóstica en el glaucoma. *Neuropatías ópticas de la A a la Z*, 183. https://books.google.com.cu/books?hl=es&lr=&id=nh7yEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA183&dq=Campo+visual+diagnostico+de+glaucoma&ots=MUZf6kg_1M&sig=VizM9pHDA1ijJ_Rh-cYXIK9fTGc&redir_esc=y#v=onepage&q=Campo%20visual%20diagnostico%20de%20glaucoma&f=false

de Lima, M. C., Bosso de Freitas, G. (2025). Diagnóstico e popularização do conhecimento sobre glaucoma. *XI Congresso Nacional de Educação*. https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2025/TRABALHO_COMPLETO_EV214_ID3417_TB4375_30102025233611.pdf

Escobar Sánchez, C. (2025). Utilización de la Inteligencia Artificial para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas. Trabajo de Fin de Grado de carácter bibliográfico, Universidad de Sevilla, 40 p. <https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/3f489a02-aa78-4fd5-949a-335dd09c7b16/content>

Fernández Argones, L., Piloto Díaz, I., Ramón Macías, T., Delgado Quintan, L., & Enamorado Estrada, K. Y. (2023). Detección de glaucoma mediante tomografía de coherencia óptica. *Revista Cubana de Oftalmología*, 36(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762023000200009&script=sci_arttext

García Jiménez, A. (2023). Análisis de la respuesta dinámica corneal como biomarcador de glaucoma. Tesis de Grado de Ingeniería Mecánica, 21 p. <https://zagan.unizar.es/record/146812/files/TAZ-TFG-2023-089.pdf>

Guerrero Meza, N., Reyes Mauricio, E. S., Bastidas Jimbo, J. D. (2025). Efectividad de la inteligencia artificial en el diagnóstico médico por imágenes: Una revisión sistemática. *Sapiens in Artificial Intelligence*, 2(2), 1-10. <https://sapiensjournal.ec/index.php/sai/article/view/221/242>

Jayaram, H., Kolko, M., Friedman, D. S., & Gazzard, G. (2023). Glaucoma: now and beyond. *The Lancet*, 402(10414), 1788-1801. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10181777/1/Gazzard_Lancet%20Seminar_161022%20%28SUBMITTED%20VERSION%29.pdf

- Lan, C.-H., Chiu, T.-H., Yen, W.-T., Lu, D.-W. (2025). Artificial Intelligence in Glaucoma: Advances in Diagnosis, Progression Forecasting, and Surgical Outcome Prediction. *Int J Mol Sci.*, 26(10):4473, <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/10/4473>
- Mannil, S.S., Agarwal, A., Conner, I.P., Kumar, R.S. (2023). A comprehensive update on the use of optical coherence tomography angiography in glaucoma. *International Ophthalmology*, 43(5):1785-1802, https://doi.org/10.1007/s10792-022-02574-1?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- Matheu Fabr , A. M. (2024). Estudio de parámetros de tomografía de coherencia óptica en el diagnóstico de neuropatía óptica glaucomatosa versus no glaucomatosa. Programa de Doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas, 145 p. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2024/hdl_10803_691673/ammf1del.pdf
- Mora-Paez, D.J., Guedes, J., Amaral, D.C., Ferreira, M.A., Fernandes, B.F., Pereira, S.F., et al. (2025). Latin American Prevalence of Glaucoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Vision*, 9(2):42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40407624/>
- Moreira-Rodríguez, J. R., Panchi-Rocha, D. M., Zambrano-Cabrera, D. L., Hidalgo-Zambrano,  ngel F., & Zambrano-Zambrano, J. (2026). Optimización de los procesos diagnósticos por imagen mediante la integración de algoritmos de inteligencia artificial. *Revista Científica Zambos*, 5(2), 301-310. <https://revistaczambos.utelvtse.edu.ec/index.php/home/article/view/192/419>
- Ortiz, G., Pineda, L. M, Vargas, L. C. (2021). Alteración del campo visual no siempre es glaucoma. Reporte de caso. *Rev. Soc. Colomb. Oftalmol*, 52-57. https://www.revistasco.com/frame_esp.php?id=9
- Pinazo, F., Bu-Antun, N., Herrera, B., Perez, J., Ibañez, F., Cabezas, V., López, K., Naranjo, F. (2025). Actualización en métodos de detección temprana del glaucoma: Una revisión sistemática rápida. *J. Health Med. Sci*, 11(extraordinario):75-86. https://www.researchgate.net/profile/Fabian-Pinazo-Reyes-2/publication/399553185_Actualizacion_en_metodos_de_deteccion_temprana_del_glaucoma_Una_revisi_on_sistematica_rapida/links/695ef2a90c98040d4828edd3/Actualizacion-en-metodos-de-deteccion-temprana-del-glaucoma-Una-revision-sistematica-rapida.pdf
- Sanchez Davila, L. P., Rogel Rivera, R. E., Honores Tapia, J. A., Rivas Asanza, W. B. (2024). Inteligencia artificial aplicada a la oftalmología: ResNet-50 y VGG-19 en el diagnóstico de catarata y glaucoma. *Revista de Tecnologías de la Informática y Sistemas*, 8(2). <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Informaticaysistemas/article/view/6641/8733>

- Sarta Pérez, C. S., Martínez Gómez, Ó. D. (2026). Inteligencia Artificial (IA) en el análisis e interpretación de imágenes de exámenes especiales usados en optometría. Trabajo de grado para optar por el título de optómetra, Universidad El Bosque, Bogotá, 34 p. <https://repositorio.unbosque.edu.co/assets/dspace/visor/index.html?pdf=aHR0cHM6Ly9yZXBvc2l0b3Jpb3Y5bmJvc3F1ZS5lZHUuY28vc2VydmVyL2FwaS9jb3JIL2JpdHN0cmVhbXMvOWI4ZTQwNjYtNGRkNi00NWYyLWJlYTgtZGU4MDlkY2FhY2YxL2NvbnRlbnQ=>
- Silva Vega, E. O., Zurita Gaibor, J. A., Silva León, K. E., Silva León, K. J. (2024). Impacto de la Inteligencia artificial en la Optometría. *Revista Pertinencia Académica*. ISSN 2588-1019, 8(3), 48-57. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/rpa/article/view/3210/2925>
- Téllez Vázquez, J., Mingorance Moya, E., Acuña Salles, M., Marín Ballesteros, A., Loscos Giménez, I. (2023). Diagnóstico de glaucoma. *Annals d'Oftalmologia*, 31(4): 238-246. https://www.annalsoftalmologia.com/articulos/a19102/CDS_2023_CAP_3-6.pdf
- Vargas Ávila, A. J., Sojo Padilla, J. R. (2022). Glaucoma: aspectos relevantes. *Revista Médica Sinergia*, 7(8). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8876590.pdf>
- Wagner, I. V., Stewart, M. W., & Dorairaj, S. K. (2022). Updates on the Diagnosis and Management of Glaucoma. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes*, 6(6), 618-635. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542454822000686>
- Zamora Loor , G. S., Durán Ospina , J. P., Macías Acuña, E. D., Maldonado Vera, M. C., Litardo Mendoza, J. D. (2025). Percepción del uso de inteligencia artificial en la práctica optométrica: Un estudio mixto. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 9(60), 432–446. <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/934/1003>
- Vásquez Mendoza, M. M., Carbo Vélez, M. Á., Román Medina, V. E., Pincay Cedeño, J. G., Villamar Anchundia, G. P. (2024). Manejo integral de la ulcera péptica perforada colaboración entre gastroenterología, cirugía y cirugía plástica. *RECIMUNDO*, 8(1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10297582.pdf>