



# Impacto de la Inteligencia artificial en la Optometría

## *Impact of Artificial Intelligence in Optometry*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13620962>

### AUTORES:

Efraín Orlando Silva Vega<sup>1\*</sup>

Universidad Metropolitana, Ecuador

[esilvega4@gmail.com](mailto:esilvega4@gmail.com)

Javier Antonio Zurita Gaibor<sup>2</sup>

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

[jzurita@utb.edu.ec](mailto:jzurita@utb.edu.ec)

Kevin Efraín Silva León<sup>3</sup>

Universidad Metropolitana, Ecuador

[efrainsilvaleon@gmail.com](mailto:efrainsilvaleon@gmail.com)

Katherin Jossenka Silva León<sup>4</sup>

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

[jossenka24@gmail.com](mailto:jossenka24@gmail.com)

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [esilvega4@gmail.com](mailto:esilvega4@gmail.com)

**Fecha de recepción:** 25 / 04 / 2024

**Fecha de aceptación:** 18 / 06 / 2024

### RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) avanza a pasos agigantados en el mundo, la misma que se va a constituir en un pilar fundamental para la determinación y detección temprana de diferentes patologías que un ser humano puede presentar a nivel del sistema visual, ya se lo está utilizando sobre todo para determinación de retinopatía diabética o degeneración macular asociada a la edad, o en casos de glaucoma. El objetivo fundamental es conocer la aplicación de la IA a nivel ocular y sus beneficios actuales, y para ello empleamos la metodología de revisión bibliográfica descriptiva para proveer de conceptos útiles a los profesionales que se



interesen en esta temática, dentro de los resultados podemos decir que la IA en oftalmología ha permitido detectar enfermedades con gran éxito como la retinopatía diabética y prevenir tempranamente degeneraciones maculares relacionadas a la edad, así como el glaucoma que es motivo de ceguera total si no se lo determina y trata a tiempo, y se concluye que la aplicación de la IA como RETFound demuestra eficacia y precisión en la adaptación a diversas aplicaciones sanitarias, mostrando un alto rendimiento y generalización en la detección de enfermedades oculares.

**Palabras clave:** *Inteligencia Artificial, Retinopatía diabética, degeneración macular, glaucoma.*

## ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is advancing by leaps and bounds in the world, which is going to become a fundamental pillar for the determination and early detection of different pathologies that a human being can present at the level of the visual system, it is already used specially to determine diabetic retinopathy or age-related macular degeneration, or in cases of glaucoma. The fundamental objective is to know the application of AI at the ocular level and its current benefits, and for this we use the descriptive bibliographic review methodology to provide useful concepts to professionals who are interested in this topic. Within the results we can say that AI in ophthalmology has made it possible to detect diseases with great success such as diabetic retinopathy and to early prevent age-related macular degeneration, as well as glaucoma, which is a cause of total blindness if it is not determined and treated in time, and it is concluded that Application of AI such as RETFound demonstrates effectiveness and precision in adaptation to various healthcare applications, showing high performance and generalization in the detection of eye diseases.

**Keywords:** *Artificial Intelligence, Diabetic retinopathy, macular degeneration, glaucoma.*

## INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es la base a partir de la cual se imitan los procesos de inteligencia humana mediante la creación y la aplicación de algoritmos creados en un entorno



dinámico de computación. O bien, dicho de forma sencilla, la IA consiste en intentar que los ordenadores piensen y actúen como los humanos. (NetApp, 2023)

Por su parte, Patrick Winston, profesor de inteligencia artificial del MIT, define la IA como «algoritmos activados por restricciones, expuestos por representaciones que soportan modelos que vinculan el pensamiento, la percepción y la acción». (dataScientest, 2023).

Otra definición moderna describe la IA como «máquinas que responden a simulaciones como los humanos, con capacidad de contemplación, juicio e intención». Estos sistemas son capaces de «tomar decisiones que normalmente requieren un nivel humano de conocimiento». Tienen tres cualidades que constituyen la esencia de la inteligencia artificial: intencionalidad, inteligencia y adaptabilidad. (dataScientest, 2023).

En 1943 se inicia la historia con la publicación del artículo «A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity» de Warren McCulloch y Walter Pitts. En ese trabajo, los científicos presentaron el primer modelo matemático para la creación de una red neuronal. En 1952, Arthur Samuel creó un software capaz de aprender a jugar al ajedrez de forma autónoma. En 1959, Arthur Samuel acuñó el término Machine Learning mientras trabajaba en IBM. Por su parte, John McCarthy y Marvin Minsky fundaron el MIT Artificial Intelligence Project. En 1963, John McCarthy también creó el «AI Lab» en la Universidad de Stanford. En 1966, el informe estadounidense ALPAC puso de manifiesto la falta de avances en la investigación de la traducción automática destinada a traducir simultáneamente la lengua rusa en el contexto de la Guerra Fría. Muchos proyectos financiados por el gobierno estadounidense fueron cancelados. Del mismo modo, en 1973, el gobierno británico publicó su informe «Lighthill» en el que destacaba las decepciones de la investigación en IA. Una vez más, los proyectos de investigación fueron reducidos por los recortes presupuestarios. Este periodo de duda duró hasta 1980, y ahora se denomina el «primer invierno de la IA». Ese invierno terminó con la creación de R1 (XCON) por parte de Digital Equipment Corporations. Diez años después, en 1997, la historia de la IA estuvo marcada por un acontecimiento importante. La IA Deep Blue de IBM triunfó sobre el campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov. Por primera vez, el hombre fue derrotado por la máquina. En 2008, Google hizo grandes avances en el reconocimiento de voz y lanzó esa función en sus aplicaciones para Smartphone. En 2012, Andrew Ng alimentó una red neuronal con 10



millones de vídeos de YouTube como serie de datos de entrenamiento. Gracias al Deep Learning, esta red neuronal aprendió a reconocer un gato sin que se le enseñara lo que es un gato. En 2016 se produjo otra victoria de la IA sobre el ser humano, con el triunfo del sistema AlphaGo de Google DeepMind sobre Lee Sedol, el campeón de Go. La inteligencia artificial también conquistó el campo de los videojuegos, especialmente con DeepMind AlphaStar en Starcraft u OpenAI Five en Dota 2. Actualmente, empresas de todos los sectores utilizan el Deep Learning y el Machine Learning para infinidad de aplicaciones. La IA no deja de avanzar y sorprender con su rendimiento. El sueño de la inteligencia artificial general se acerca cada vez más a la realidad. (dataScientest, 2023).

## DESARROLLO

En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta muy útil en diferentes áreas de la salud, incluyendo el diagnóstico de enfermedades oculares. Gracias a su capacidad de aprendizaje y análisis de grandes cantidades de datos, los sistemas de IA pueden detectar anomalías en los ojos con mayor precisión que los médicos. (Laura Santiago Perez , 2023).

La IA puede ayudar en el diagnóstico de enfermedades oculares mediante la detección temprana de anomalías en los ojos y la identificación de patrones que pueden ser indicativos de enfermedades específicas.

Los sistemas de IA pueden analizar imágenes de los ojos, como tomografías de coherencia óptica (OCT) y fotografías de fondo de ojo, y compararlos con bases de datos de imágenes previas para identificar cambios sutiles que pueden ser indicativos de enfermedades. (Laura Santiago Perez , 2023).

Google, por su parte, se encuentra en pleno desarrollo de una tecnología denominada ARDA que utiliza la inteligencia artificial para ayudar a detectar casos de retinopatía diabética, la misma que provoca lesiones en la retina y causar ceguera por daños maculares. Según publica la revista JAMA, esta tecnología consiste en una aplicación basada en IA denominada Automated Retinal Disease Assessment que ha sido *entrenada* con decenas de miles de imágenes de retina escaneadas y que utiliza la cámara frontal del móvil para ayudar a realizar el diagnóstico. (Roche, 2023).



RETFound ha mostrado un alto rendimiento y generalización en la detección de enfermedades oculares y una mejora significativa en la predicción de enfermedades sistémicas. Los investigadores indican que el sistema funcionó bien en la detección de enfermedades oculares como la retinopatía diabética. En una escala donde 0,5 representa un modelo que no funciona mejor que una predicción aleatoria y 1 representa un modelo perfecto que hace una predicción precisa cada vez, obtuvo una puntuación de entre 0,822 y 0,943 para la retinopatía diabética, según el conjunto de datos utilizado. Al predecir el riesgo de enfermedades sistémicas como ataques cardíacos, insuficiencia cardíaca, accidente cerebrovascular y párkinson, “*el rendimiento general fue limitado, pero aún superior al de otros modelos de inteligencia artificial*”. (ISanidad, 2023).

Además, un estudio publicado en marzo del 2018 en *Ophthalmology*, una revista de la Academia Americana de Oftalmología, determinó que un software de IA puede detectar la enfermedad con precisión al identificar signos tempranos de alerta de retinopatía diabética. Esta investigación ofrece una base sólida para estudios futuros. (Mukamal, 2018).

Un área en la que la IA está a punto de revolucionar la forma en que abordamos la atención médica como equipo de apoyo es la optometría. La integración de la IA no solo mejora la precisión y la eficiencia del cuidado de los ojos, sino que también lo hace más accesible a toda la población.

Las novedades que presentan algunos centros de atención visual como el Institut Català de Retina, son maquinaria portátil para realizar las pruebas de electroretinograma y potenciales evocados visuales, este incorpora sensores pediátricos y no requiere dilatar las pupilas al paciente. Digitalización de las pruebas, gracias a herramientas que incorporan tecnologías como los infrarrojos o el *eyetracking* y permiten aumentar la precisión y la facilidad para analizar los resultados de pruebas como el Test de Lancaster, la campimetría o la motilidad ocular, realiza la integración de varias pruebas con la misma máquina, como una tomografía de coherencia óptica con una retinografía o una ecografía con una paquimetría y una biometría. (Institut Català de Retina, 2023).

Un avance en salud ocupacional visual es el uso de ChatGPT “EyeBot” desarrollado por la Asociación Americana de Optometría, que proporciona información sobre salud visual y responde preguntas comunes de los pacientes en tiempo real para desarrollar herramientas de



monitoreo de la fatiga visual en trabajadores que realizan tareas que requieren un uso prolongado de pantallas de ordenador o dispositivos móviles. El ChatGPT puede analizar los datos recopilados por los dispositivos de monitoreo para identificar patrones de fatiga visual y proporcionar recomendaciones para prevenir la fatiga visual, como tomar descansos regulares o ajustar la iluminación y la distancia de visualización. Esto puede ayudar a reducir la incidencia de problemas de salud visual relacionados con el trabajo y mejorar la calidad de vida de los trabajadores. (Astrid, 2023).

Una de las formas más significativas en que la IA está transformando la optometría es a través del desarrollo de herramientas de diagnóstico avanzadas. Estas herramientas aprovechan los algoritmos de aprendizaje automático para analizar grandes volúmenes de datos e identificar patrones que pueden indicar la presencia de enfermedades oculares. Los sistemas impulsados por IA pueden analizar imágenes de la retina para detectar signos tempranos de retinopatía diabética, glaucoma y degeneración macular relacionada con la edad.

Los métodos de diagnóstico tradicionales en optometría a menudo se basan en evaluaciones subjetivas por parte del Optometrista, que pueden ser propensos a errores humanos. Los sistemas impulsados por IA, pueden analizar datos objetivamente y proporcionar resultados más precisos y consistentes. Esto puede ayudar a reducir las posibilidades de un diagnóstico erróneo y garantizar que los pacientes reciban el tratamiento adecuado para su afección. (Frąckiewicz, 2023).

## **METODOLOGÍA**

Para la presente investigación de revisión bibliográfica nos planteamos como objetivo determinar las distintas patologías oculares que se pueden diagnosticar de manera temprana mediante el uso de la inteligencia artificial siendo de carácter explicativo, analítico y para ellos nos valimos de información en las diferentes plataformas así como base de datos y fuentes documentadas para organizarlo y realizar una revisión descriptiva y proveer de conceptos útiles en esta área que está en constante evolución (Carrasco, 2009). Se incluyó todo tipo de información que tenga relación a la salud ocular y se descartó información respecto a la inteligencia artificial que se utilizan para determinar enfermedades generales del cuerpo humano.



## RESULTADOS

La inteligencia artificial y la tecnología en Big Data están siendo empleadas en el campo de la oftalmología para analizar grandes volúmenes de datos médicos y biológicos, mediante algoritmos automatizados, se logra alcanzar un alto grado de éxito en el diagnóstico de enfermedades, y a la vez se proporciona apoyo a los expertos para la creación de guías de tratamiento. La aplicación de esta tecnología en oftalmología posibilita diagnósticos precisos y la implementación de tratamientos personalizados.

Dentro de los diferentes usos en el campo de la oftalmología la inteligencia artificial se aplica en la detección temprana de enfermedades oculares y para ello se utilizan algoritmos que permiten segmentar imágenes correspondientes a ojos sanos y ojos que tengan patologías lo que posibilita que el sistema identifique de manera instantánea la presencia del problema ocular.

Además, estos sistemas también se emplean en la detección temprana de retinopatía diabética, para determinar degeneraciones maculares de manera temprana cabe indicar que es de vital importancia ya que esto permite poder dar un mejor manejo clínico al paciente evitando su disminución visual o ceguera total en casos de glaucoma (macula-retina., 2023). Tele optometría y telemedicina facilitada por dispositivos portátiles, con los que el especialista tiene un control remoto para obtener los resultados de las pruebas necesarias. En el caso de la oftalmología, los profesionales manipulan el aparato a distancia y puede examinar más exhaustivamente aquello que considere. Por ejemplo, hay un dispositivo que permite diagnosticar una retinopatía diabética y el riesgo de desarrollarla en pacientes con diabetes tipo II sin la necesidad de estar físicamente al lado del paciente. En optometría hay un software que permite hacer un seguimiento de las progresiones en la terapia visual que el paciente realiza desde casa; así se puede adaptar su plan de tratamiento. (Institut Català de Retina, 2023)

## DISCUSIÓN

la IA nunca podrá reemplazar la experiencia y juicio clínico de los médicos. Sin embargo, puede ayudar a detectar y diagnosticar enfermedades oculares con mayor precisión y rapidez.



Si bien la IA se emplea actualmente para determinar enfermedades oculares bajo imágenes todavía no diagnostica todas las patologías existentes, pero si crea la duda y en algún momento esta tecnología venga a reemplazar al recurso humano, en la actualidad se la utiliza con gran éxito en la determinación de la retinopatía diabética.

Uno de los puntos a resaltar respecto a esta tecnología sería la detección temprana de las patologías cosa que para el ojo del especialista podría pasar inadvertida en etapas iniciales de la enfermedad y esta sería la clave para la prevención de complicaciones y lograr preservar una mejor visión.

Los desafíos que se presentan para la industria productora de la IA es la necesidad de ingresar una gran cantidad de datos para entrenar los algoritmos sobre todo cuando se trata de la privacidad de los pacientes, sin embargo, creemos que la tecnología avanza a pasos agigantados y en un futuro no muy lejano esto será superado como el caso de detección de enfermedades neurodegenerativas a través de los movimientos oculares. Por tal motivo pensamos que la inteligencia artificial tiene que ser siempre una herramienta complementaria antes de una toma de decisiones por parte de los profesionales.

## CONCLUSIONES

La IA y su integración en el campo de la Optometría cada vez está en constante evolución y esto hace que tengamos que evolucionar en nuestra atención primaria de la salud para la determinación y detección temprana de posibles patologías como glaucoma que es uno de los principales causantes de ceguera en el mundo por no diagnosticar en fases iniciales y poder derivar al especialista Glaucomatologo para un diagnóstico preciso hasta la medicina personalizada, de la misma manera aparece la degeneración macular ya sea por diabetes o relacionada a la edad que también es causante de perdida visual central, las soluciones impulsadas por IA están preparadas para tener un impacto significativo en el campo de la optometría. A medida que estas tecnologías continúan avanzando, podemos esperar ver aplicaciones aún más innovadoras de IA en el cuidado de los ojos, lo que en última instancia mejorará la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo.

En un artículo Liu asegura que RETFound es hasta el momento una de las pocas aplicaciones exitosas de un modelo básico para imágenes médicas. “Hemos verificado la eficacia y



eficiencia de RETFound en la adaptación a diversas aplicaciones sanitarias, mostrando un alto rendimiento y generalización en la detección de enfermedades oculares y una mejora significativa en la predicción de enfermedades sistémicas”, (ISanidad, 2023)

Según el Dr. Rahul N. Khurana, oftalmólogo, “La IA no reemplazará a los médicos, pero sí les permitirá ser aún más eficientes. Puede ayudarnos a encontrar y atender un mayor número de pacientes que podrían no ser detectados por fallas de disponibilidad del sistema de salud” menciono.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astrid, J. B. (5 de junio de 2023). grupofranja. Obtenido de <https://grupofranja.net/inteligencia-artificial-y-optometria/>
- Carrasco, D. O. (2009). CÓMO ESCRIBIR ARTÍCULOS DE REVISIÓN. scielo, v 15. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-89582009000100010](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582009000100010)
- dataScientest. (2023). dataScientest. Obtenido de <https://datascientest.com/es/inteligencia-artificial-definicion>
- Frąckiewicz, M. (6 de julio de 2023). Marcin Frąckiewicz. Obtenido de <https://ts2.space/es/inteligencia-artificial-en-optometria-revolucionando-el-cuidado-de-los-ojos/#gsc.tab=0>
- Institut Català de Retina. (07 de 07 de 2023). icrcat.com. Obtenido de <https://icrcat.com/innovacion-tecnologica-optometria-oftalmologia/>
- ISanidad. (17 de Septiembre de 2023). isanidad.com. Obtenido de <https://isanidad.com/259540/la-inteligencia-artificial-detecta-enfermedades-con-imagenes-de-retina/>
- Laura Santiago Perez. (2023). Vision Pediátrica Ibagué. Obtenido de <https://visionpediatricaibague.com.co/blog/la-ia-detecta-enfermedades-oculares/macula-retina>. (16 de junio de 2023). www.macula-retina. Obtenido de <https://www.macula-retina.es/los-impactos-positivos-de-la-inteligencia-artificial-en-la-oftalmologia/>



Mukamal, R. (9 de septiembre de 2018). [www.aao.org](http://www.aao.org). Obtenido de <https://www.aao.org/salud-ocular/noticias/tendencias-de-inteligencia-artificial-cuidado-ojo>

NetApp. (2023). NetApp. Obtenido de <https://www.netapp.com/es/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence/>

Roche. (2023). rocheplus. Obtenido de <https://www.rocheplus.es/innovacion/inteligencia-artificial/el-ojo.html>