

# La era de la inteligencia artificial en oftalmología: situación actual y retos futuros

## The age of artificial intelligence in ophthalmology: current situation and future challenges

**M. Pazos**

*Institut Clínic d'Oftalmologia. Hospital Clínic de Barcelona. Barcelona.*

### Correspondencia:

Marta Pazos

E-mail: [pazos@clinic.cat](mailto:pazos@clinic.cat)

Cuando hablamos de Inteligencia Artificial (o IA) no nos referimos a robots con aspecto humanoide que piensan como nosotros, sino a una sucesión de algoritmos que nos ayudan a extraer valor de grandes volúmenes de datos de forma ágil y eficiente, facilitando la toma de decisiones de manera automática. Los comienzos de la IA se remontan a hace más de 50 años, con los trabajos del matemático Alan Turing, en los que propuso una prueba para evaluar la capacidad de una máquina para exhibir un comportamiento inteligente similar al de un ser humano o indistinguible de este<sup>1</sup>. Sin embargo, en los últimos 5 -10 años estamos asistiendo a lo que se ha denominado la "segunda era de las máquinas"<sup>2</sup>, ya que, con el aumento de la potencia computacional actual, el acceso a grandes bases de datos y el desarrollo de las técnicas de aprendizaje profundo o *Deep Learning* (DL) los resultados obtenidos son cada vez mejores, igualando e incluso sobrepasando al rendimiento humano en diversas áreas de la medicina<sup>3</sup>. Pero ¿está realmente la IA en salud lista para ser aplicada al mundo real de nuestra especialidad?

Por la enorme cantidad de datos e imágenes que obtenemos todos los días de los ojos de nuestros pacientes, la oftalmología está llamada a ser una de las especialidades fundamentales en la incorporación de algoritmos para mejorar el diagnóstico y predecir el pronóstico no sólo de las distintas enfermedades oculares sino también de otras enfermedades sistémicas y neurodegenerativas que se manifiestan a través del ojo. En esta dirección, existen ya numerosos trabajos en los que la IA ha demostrado excelentes resultados en

la detección de la retinopatía diabética, la degeneración macular asociada a la edad, el edema macular diabético, el queratocono, las cataratas, la retinopatía de la prematuridad y el glaucoma<sup>3,4</sup>. Además, varios estudios han demostrado que los vasos y las capas neurales de la retina reflejan lo que está sucediendo en otros órganos, específicamente el corazón y el cerebro<sup>5</sup>. Asimismo, en abril del 2018 la implementación clínica de uno de estos algoritmos empezó a hacerse realidad con la aprobación de la *Food and Drug Administration* (FDA) estadounidense de un algoritmo de IA desarrollado por IDx y usado conjuntamente con un retinógrafo de Topcon (Topcon Medical) para la identificación precoz de la Retinopatía diabética<sup>6</sup>. La IA también tiene un gran potencial en su aplicación en ensayos clínicos, tanto en el descubrimiento de fármacos como en la readaptación de los ya existentes, predicción de los distintos efectos de los tratamientos e identificación de nuevos biomarcadores. La eterna limitación del tamaño muestral podría verse solucionada por la IA, lo que además acortaría el tiempo de reclutamiento y ejecución de los estudios. También en este campo ya hay publicaciones dentro de la oftalmología. Por ejemplo, un algoritmo completamente automático pudo replicar los resultados del ensayo clínico de la telangiectasia macular tipo 2 sin ninguna intervención humana<sup>7</sup>. Otro algoritmo asistido por IA se usó en la fase II del ensayo clínico de la detección de las células apoptóticas retinianas (estudio DARC) para predecir de forma precisa el daño progresivo glaucomatoso 18 meses antes de ser detectado por Tomografía de Coherencia Óptica (OCT)<sup>8</sup>.

Sin embargo, la IA se enfrenta todavía a una serie de retos que van a tener que irse resolviendo en los próximos años para su implementación real en nuestro día a día. Uno de los más críticos es el de la interpretabilidad de los datos, también conocido como “caja negra” (*black box problem*) que limita la explicabilidad del resultado obtenido y del funcionamiento exacto del modelo realizado<sup>3</sup>. Esto es, con el DL, como resultado de unas interacciones no lineales y multidimensionales muy complejas, el algoritmo emite un “veredicto”, pero no nos dice exactamente cómo ha llegado a esa conclusión, por lo que podemos llegar a resultados completamente inesperados. Otra limitación frecuente es el sobreajuste (“*overfitting*”). Cuando “sobreentrenamos” nuestro modelo, nuestro algoritmo estará considerando como válidos sólo los datos idénticos a los de nuestro conjunto de entrenamiento –incluidos sus defectos– y siendo incapaz de distinguir entradas buenas como fiables si se salen un poco de los rangos ya preestablecidos<sup>9</sup>. Todos estos problemas podrían hacer que nuestras conclusiones sean erróneas y que nuestros modelos no sean generalizables, dando lugar a errores y a potenciales problemas éticos en los casos dudosos y/o en los que haya que adoptar actitudes terapéuticas más agresivas. Por este motivo, existe una corriente dentro de la IA llamada IA explicable (*Explainable AI*), que intenta a través de mapas de activación marcar aquellas áreas donde la máquina se ha fijado, para intentar señalar como se ha llegado a una determinada conclusión<sup>3</sup>. Otras técnicas para ayudar a solventar estas limitaciones intentan proporcionar *scores* de error ponderado, para ayudar a comparar el impacto de las decisiones automatizadas frente a la gradación realizada por humanos<sup>10</sup>. Además, existe otro obstáculo añadido que es el de la reproducibilidad, puesto que es esencial que cualquier modelo de IA sea reproducido y necesariamente replicado, antes de ser implementado en la práctica clínica. Desafortunadamente, hay todavía pocas bases de datos públicas y grandes dificultades en compartir datos (por barreras fundamentalmente éticas y legales) para poder validar estos resultados entre distintas instituciones y poblaciones y hacer así algoritmos verdaderamente generalizables<sup>11</sup>.

Entonces, ¿cómo oftalmólogos, tenemos que estar preparados para la IA? No cabe ninguna duda de que sí. En la próxima década se irán superando las dificultades arriba mencionadas, por lo que muy probablemente seremos testigos de grandes cambios en la manera de entender y ejercer la oftalmología<sup>3,4</sup>. No nos quedará otra que

aprender a convivir con la IA, entender bien la aplicabilidad de los distintos algoritmos y finalmente, perfeccionar nuestras competencias profesionales para conjuntamente con la IA, mejorar la atención oftalmológica de nuestros pacientes. Porque lo que parece cada vez más claro es que la IA ha venido para quedarse.

## Bibliografía

1. Turing AM. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*. 1950;LIX(236):433-60.
2. Teuber B. The Coming of the Second Machine Age. The Huffington Post. January 22, 2014. Disponible en: [https://www.huffpost.com/entry/the-coming-of-the-second-machine-age\\_b\\_4648207](https://www.huffpost.com/entry/the-coming-of-the-second-machine-age_b_4648207) (Retrieved July 8, 2015).
3. Gunasekeran DV, Wong T. Artificial Intelligence in Ophthalmology in 2020: A Technology on the Cusp for Translation and Implementation. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. 2020;9(2):61-6.
4. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, et al. Artificial Intelligence and deep learning in ophthalmology. *British Journal of Ophthalmology*. 2019;103:167-75.
5. Delia Cabrera DeBuc, Gabor Mark Somfai, Akos Koller. Retinal microvascular network alterations: potential biomarkers of cerebrovascular and neural diseases. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2017;312(2):H201-H212.
6. US Food and Drug Administration. FDA permits marketing of artificial intelligence-based device to detect certain diabetes-related eye problems. 2018. [Last accessed on March 2021]. Disponible en: <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm604357.htm>. Published April 11.
7. Loo J, Clemons TE, Chew EY, Friedlander M, Jaffe GJ, Farsiu S. Beyond Performance Metrics: Automatic Deep Learning Retinal OCT Analysis Reproduces Clinical Trial Outcome. *Ophthalmology*. 2020;127(6):793-801.
8. Normando EM, Yap TE, Maddison J, Miodragovic S, Bonetti P, Almonte M, et al. A CNN-aided method to predict glaucoma progression using DARC (Detection of Apoptosing Retinal Cells). *Expert Rev Mol Diagn*. 2020;20(7):737-48.
9. Hawkins DM. The problem of overfitting. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2004;44(1):1-12.
10. Kermany DS, Goldbaum M, Cai W, et al. Identifying medical diagnoses and treatable diseases by image-based deep learning. *Cell*. 2018;172:1122-1131.e1129.
11. Jeon S, Liu Y, Li JO, Webster D, Peng L, Ting D. AI papers in ophthalmology made simple. *Eye (Lond)*. 2020;34(11):1947-9.