



¿Cómo

funciona?

La agudeza visual y acciones biotecnológicas para su estudio y mejora

Visual acuity and biotechnological actions for its study and improvement

Lizbeth A. Nafaté-Lazaro
Anabel S. Sánchez-Sánchez*

Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica,
Puebla, México.

*Autor para la correspondencia:
anabel@inaoep.mx

Resumen

En este artículo se describe en la primera sección el ojo como el órgano de la visión; en la segunda qué es la agudeza visual (AV) y; en la última, se describe la importancia de la AV en la vida cotidiana, así como desarrollos biotecnológicos actuales que, al incidir sobre la salud ocular contribuyen a la conservación y mejora de la AV.

Palabras clave: Órgano de la visión, agudeza visual, desarrollos biotecnológicos en la visión.

Summary

In this paper is described: first the eyeball as the vision organ; second, what is the visual acuity (VA), and lastly the VA importance for the life and they are mentioned some biotechnological tendencies to increase VA performance.

Keywords: Eyeball, visual acuity, biotechnological tendencies in human vision.

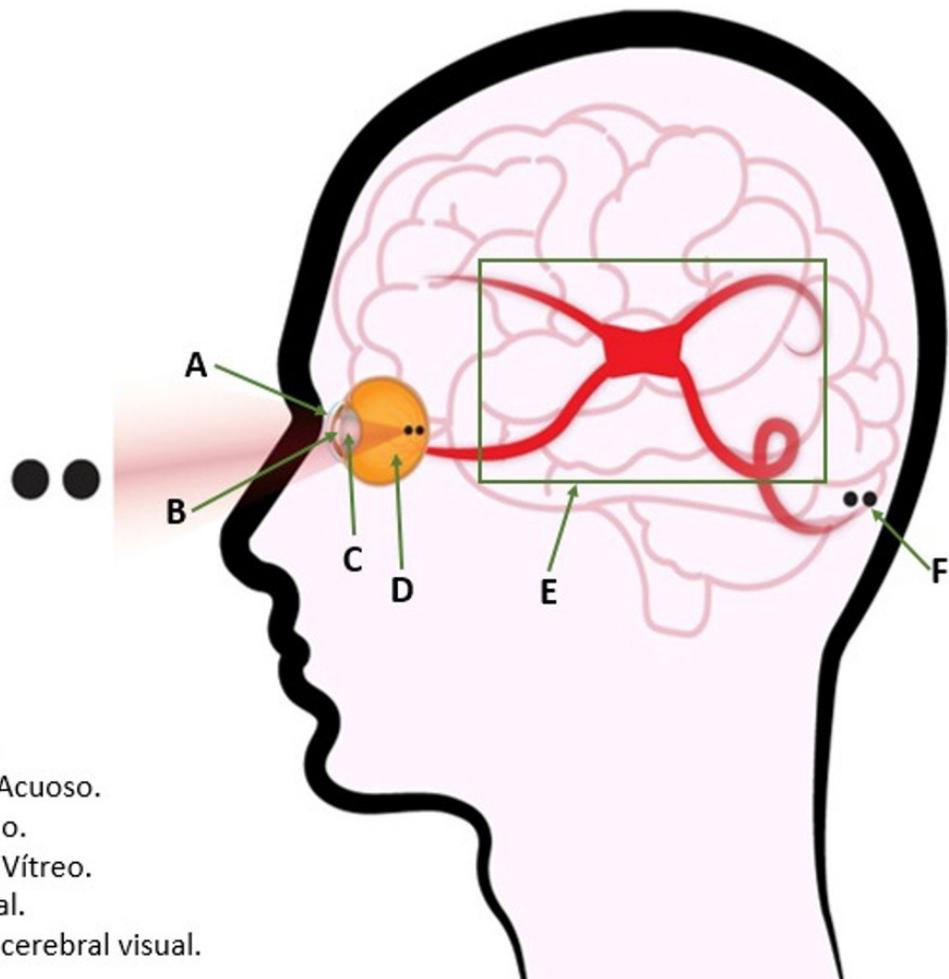
El ojo, el órgano de la visión

El ojo es el órgano cuya función nos permite apreciar el mundo, toda la información que el ojo recibe viaja hasta el cerebro y es el cerebro quien nos dice lo que vemos. Esto es posible cuando un rayo de luz entra al ojo y atraviesa las estructuras contenidas en su interior, de adelante hacia atrás tiene cuatro lentes básicas: córnea, humor acuoso, cristalino y cuerpo vítreo; para llegar a la retina

que es una capa sensorial, formada por neuronas al interior del ojo. Posteriormente, dentro de la retina, esta señal será transformada a una señal eléctrica mediante un proceso bioquímico llamado foto-transducción. Dicha señal eléctrica viajará a través de la vía visual hasta llegar al cerebro; donde se interpretará la imagen. En la Figura 1, se ilustra este viaje de la señal visual.

La fototransducción: proceso interno de la retina, inicia cuando la luz llega a las células sensibles a la luz de color y de grises (fotoreceptores). Para el color, los humanos, tenemos de 3 tipos de fotoreceptores llamados conos que son sensibles al: rojo, verde y azul. Y, para bajas condiciones de luz los bastones. Los fotoreceptores sirven como sensores de luz, que al activarse dan como resultado la liberación de sustancias (neurotransmisores) que originan descargas eléctricas generadas en la retina, estas descargas van a viajar desde el ojo a través de la vía visual hasta el cerebro (zona visual ubicada en la nuca) [1, 2].

Una forma de conocer la suma de las funciones de las lentes internas del ojo más el viaje a través de la vía visual hasta el cerebro es; midiendo la agudeza visual (AV). En este artículo



- A: Cornea.
- B: Humor Acuoso.
- C: Cristalino.
- D: Cuerpo Vítreo.
- E: Vía visual.
- F: Corteza cerebral visual.

Figura 1. Se visualiza el trayecto visual, desde el estímulo recibido por el ojo, hasta la corteza cerebral visual.

se describen: las propiedades de la agudeza visual, dos formas para evaluarla, su función en nuestro día con día y tendencias biotecnológicas en su estudio y mejora.

A continuación, se describen las características de la AV, las formas de determinarla y su importancia.

La agudeza visual, una medida descriptiva de la función visual

Comúnmente para la medición de la capacidad de visión denominada AV, se realiza una prueba o test a partir de una hoja (denominada cartilla) con símbolos o letras llamadas “optotipos” (de distintos tamaños, parten del mínimo detalle que somos capaces de ver a determinada distancia, comúnmente considerada para visión lejana a 6 m) [3]. De tal modo que, reconocemos que distinguir un optotipo más pequeño refleja una mayor capacidad visual. Una de las cartillas de uso más común es

la cartilla de Snellen, creada por Herman Snellen en 1862 basada en letras el alfabeto seleccionadas para este fin. Pero, existen múltiples cartillas con figuras fáciles de reconocer, como: figuras geométricas u objetos de la vida cotidiana; especiales para niños o personas que desconocen el alfabeto.

La AV evalúa la capacidad del ojo para

Tabla 1. Características que evalúan las pruebas de la agudeza visual.

Características de la AV	Ejemplo
Mínimo visible	••
Mínimo separable	
Mínimo reconocible	Q o

distinguir detalles finos. Va desde la separación entre dos puntos, llamado “**mínimo visible**”, o ver dos líneas muy juntas, pero distinguir que están separadas, llamado “**mínimo separable**”, hasta reconocer la posición de un objeto, llamado “**mínimo reconocible**”. Estas tres características de la AV la convierten en una habilidad para desenvolvernó y sobrevivir, se describen en la Tabla 1. La AV permite distinguir: la distancia, posición y movimiento de un objeto. Surgiendo así la necesidad de hablar de: la Agudeza Visual Estática (AVE) y la Agudeza Visual Dinámica (AVD).

¿Has visto alguna persona que constantemente usa lentes?, cuando esa persona va al especialista de la visión para valorar la graduación de sus lentes se mide la AV. La prueba de AV se realiza sentado con la atención y la mirada fija hacia

los optotipos, tanto el paciente como la cartilla están estáticos. Así, se determina la cantidad de la visión llamada Agudeza Visual Estática (AVE). El valor de la AVE del paciente será entonces, el tamaño del detalle más pequeño que el sujeto puede apreciar sin movimiento. El resultado obtenido de esta prueba es uno de los datos utilizados para definir la medida de anteojos que usará el paciente; la cual le permitirá alcanzar su máxima AV. Las personas que requieren dicho ajuste se denominan: “amétropes”. Una vez que un ojo amétrope usa sus anteojos, en el mejor de los casos alcanza la misma AV que un ojo emétrope (persona que no necesita graduación). Algunos ejemplos de ojos amétropes y su corrección se muestran en la Figura 2.

Además de lo descrito, es importante resaltar la utilidad de

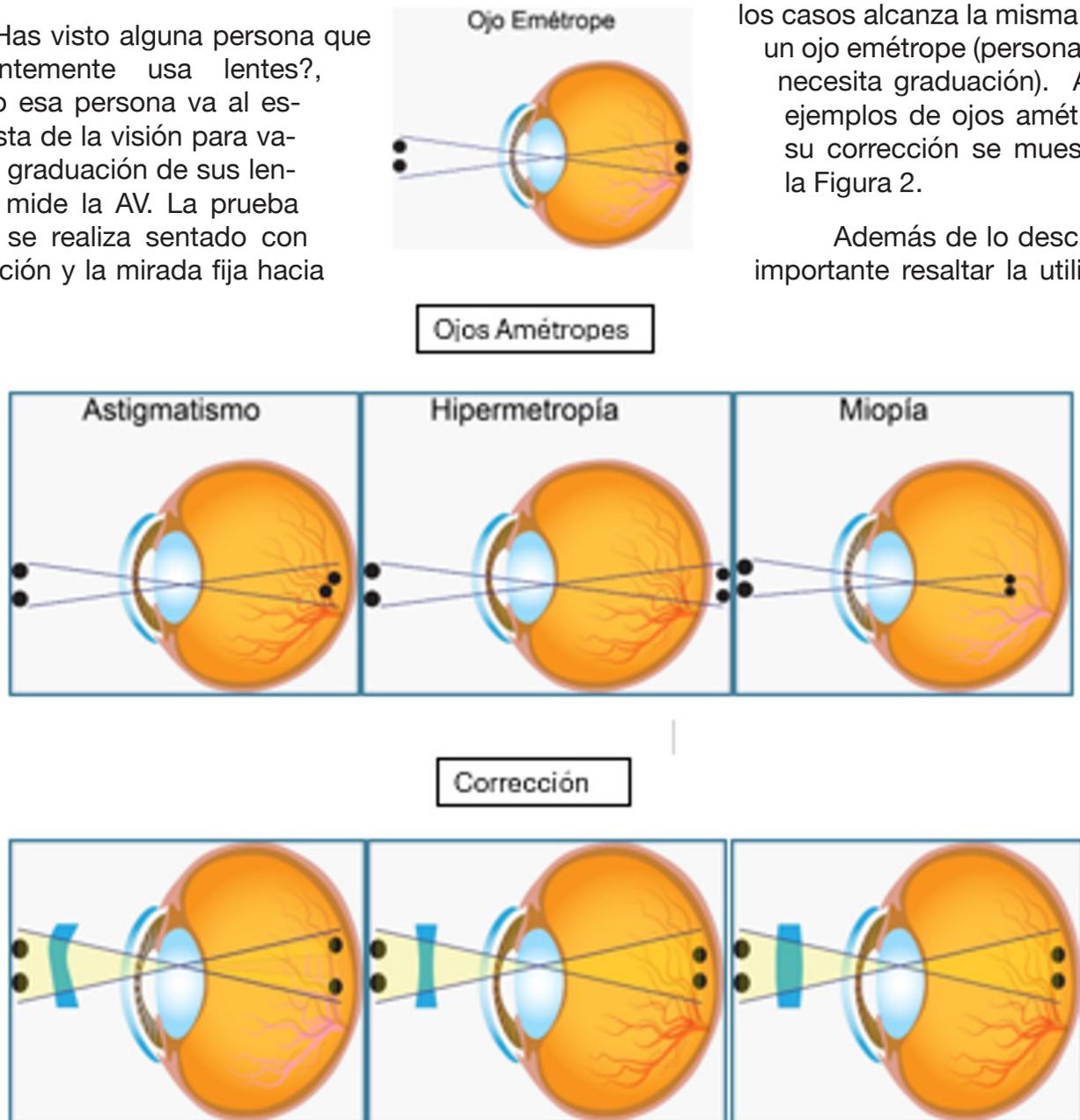


Figura 2. Se describen las diferencias de enfoque en un ojo emétrope y en ojo amétropes, mostrando en la parte inferior el cambio de enfoque en un ojo amétrope con su corrección visual.

la evaluación de la agudeza visual cuando los objetos están en movimiento durante el diagnóstico clínico. En este sentido, en 1949, los oftalmólogos William Ludvig & George Miller describieron un nuevo término llamado “Agudeza Visual Dinámica” (AVD) [4].

La AVD consiste en distinguir detalle de objetos en movimiento, siendo así; una medida distinta a la AVE. Entonces, ¿cómo evaluamos la AVD?, se han modelado distintas herramientas que permitan evaluar la AVD, haciendo uso de optotipos que se desplacen, o bien que la persona se desplace y el objeto permanezca fijo. Algunos de los optotipos empleados además de las letras de Snell, para la evaluación de AVD son: la C-de Landolt, el disco universal de palomar y el rotador de Snell, los cuales se pueden apreciar en la figura 3. Ahora, se describe cada uno.

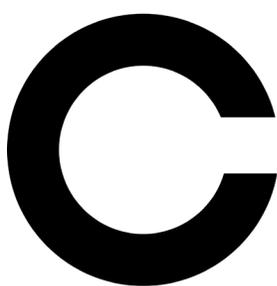
- C de Landolt consiste en una C que se mueve de forma horizontal, vertical o en diagonal. Durante el examen, el sujeto debe encontrar en qué posición se encuentra la abertura de la C. La posición diagonal se ha descrito como la que menor AVD refleja. Esto, porque se ha puesto de manifiesto la complejidad del movimiento ocular de forma oblicua y además que; durante el desarrollo embrionario se adquiere después

que las trayectorias horizontal y vertical; las cuales no difieren significativamente en las pruebas.

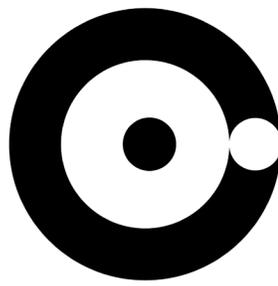
- El disco universal de palomar, en este la persona en evaluación debe seleccionar la posición del círculo blanco.
- El rotador de Bernell se trata de letras de Snellen en una rueda que gira, como si fuera una ruleta, acá el paciente debe identificar las letras. No se considera tan efectivo por el movimiento circular de los ojos para identificar los optotipos, ya que en la vida real no es tal usual ver de esa manera.
- Existen otros métodos para evaluar la AVD pero menos comunes.

Además de los optotipos, hay una serie de condiciones para evaluar la AVD, tales como:

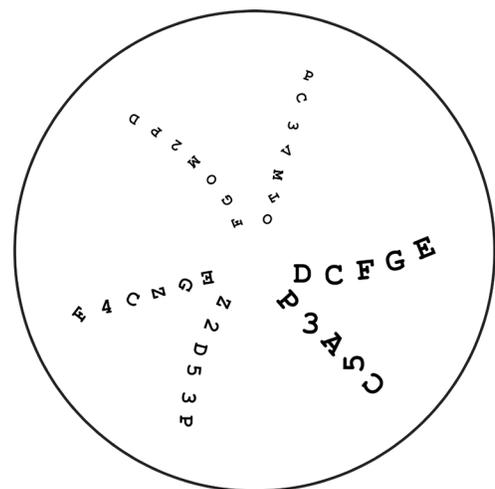
- El tamaño, si bien sabemos, no es lo mismo ver un elefante que ver una hormiga a la misma distancia, porque veremos fácilmente el de mayor tamaño.
- La velocidad, ahora añadiéndole que estos animalitos van corriendo, ¡así es!, será todo un reto identificar la hormiga, mientras que el elefante será más sencillo de ver.
- La iluminación, sumando a los dos anterior-



C-Landolt



Disco universal palomar



Rotador de Bernell

Figura 3. Optotipos para evaluar la AVD (C-Landolt, Disco universal de palomar, rotador de Bernell). Los tres son usados para evaluar la AVD, siendo los dos primeros los que arrojan mejores resultados que el tercer optotipo.

res el nivel de luz, imaginemos que puede ser de día o de noche, sabemos que de noche o simplemente al atardecer se nos dificulta ver con claridad, por lo que, con buena iluminación; mejor capacidad de observar tendremos.

- El contraste es la virtud de poder distinguir el optotipo del fondo.
- La dirección de desplazamiento influye en la percepción, para los ojos es más sencillo percibir movimientos horizontales que oblicuos.

La agudeza visual en la vida cotidiana y los avances biotecnológicos para su mejora

Hasta ahora, hemos aprendido varios términos importantes que influyen directamente en la calidad de vida que llevamos, un conductor de transporte público, un piloto, un jugador de beisbol, un chef, un barrendero, un ama de

llaves; debe tener una medida de AVE y AVD, que les permita identificar los riesgos de su labor y reaccionar antes de sus efectos. ¿Qué pasaría si el conductor, no ve que la señal de semáforo cambió a rojo y no alcanza a detenerse?, ¿si el chef no ve la dirección del cuchillo? ¿si el piloto no ve las coordenadas?, ¿si el barrendero no identifica un vidrio en el paso?, ¿si el ama de llaves no puede ubicar el cerrojo en la puerta?, ¿si cualquier persona de cualquier edad no ve los escalones en su casa?

Ejemplos de algunas acciones que requieren medidas óptimas de AVE y AVD se pueden observar en la Figura 4.

Entre las tendencias biotecnológicas para la conservación y mejora de los componentes oculares que intervienen en la agudeza visual, así como de las técnicas recientes para su estudio, se encuentran:

- Evaluación computarizada de la AVD como



Figura 4. Usos de la vista. Se identifica la agudeza visual en diversas acciones, en su mayoría cotidianas, desde conducir, subir las escaleras, barrer, hacer una ensalada etc.

herramienta para conocer el estado de salud del sistema vestibular [5, 6].

- Trasplantes de células madre pluripotenciales inducidas para el tratamiento de enfermedades de la retina [7].
- Células del mismo paciente para generar tejidos corneales y sustitutos de la misma [8].
- Se han desarrollado organoides (órganos artificiales generados en laboratorio) retinianos para: el estudio del desarrollo de la retina, observaciones terapéuticas, implantes de chips y terapias génicas [9, 10].
- Implantes intraoculares biodegradables para el tratamiento de daño retiniano por la obstrucción de arterias [11].

Conclusiones

Los ojos en sus habilidades expresadas a través de la AVE y AVD nos otorgan habilidades útiles para: desarrollar nuestras labores, identificar peligros y evitarlos. En nuestro día a día la AV contribuye a nuestro desarrollo y supervivencia. Para algunos será de mayor importancia la AVE y para otros la AVD, pero ambas son de gran utilidad y valor.

En este sentido, la biotecnología como una ciencia interdisciplinaria y aplicada contribuye, por un lado; a nivel laboratorio a través del desarrollo de organoides, a la simulación de la forma propia del ojo y sus componentes, y por otro: al desarrollo de nuevos materiales y técnicas de evaluación ocular; que en conjunto den origen nuevas formas de pronóstico y tratamiento para las enfermedades que pudieran concluir en una disminución de la AV, aminorando así el indudable efecto de éstas sobre la vida individual y social de las personas. **iBIO**

Referencias

[1] Wang, F. (2009). *Axon Guidance: Building Pathways with Molecular Cues in Vertebrate Sensory Systems*. 1073-1079. <https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00338-7>

[2] Feher, J. (2012). *Quantitative Human Physiology. An Introduction*. Virginia. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64018-6>

[3] Zúñiga L. A., Suaste G. E. (2002). Método objetivo para evaluar la agudeza visual dinámica utilizando respuestas pupilares. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 23(2), 109 - 115.

[4] Quevedo, L., Aznar-Casanova, J. A., Merindano, D., Solé, J. (2010). Una tarea para evaluar la agudeza visual dinámica y una valoración de la estabilidad de sus mediciones. *Psicológica*, 31(1), 109-128.

[5] Ting-Yi, W., Yue-Xin, W., Xue-Min, L. (2021). Applications of dynamic visual acuity test in clinical ophthalmology. *International Journal of Ophthalmology*, 14(11), 1771-1778. <https://doi.org/10.18240/ijo.2021.11.18>

[6] Chen, G., Zhang, J., Qiao, Q., Zhou, L., Li, Y., Yang, J., Wu, J., Huangfu, H. (2023). Advances in dynamic visual acuity test research. *Frontiers in Neurology*, 13, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1047876>

[7] Maeda, T., Mandai, M., Sugita, S., Kime, C., Takahashi, M. (2022). Strategies of pluripotent stem cell-based therapy for retinal degeneration: update and challenges. *Trends In Molecular Medicine*, 28(5), 388-404. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2022.03.001>

[8] Medina-Pino., L. M. (2021). *Medicina regenerativa: una nueva esperanza contra los daños corneales*. RD-ICUAP(21), 100-110. <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/612>

[9] Fathi, M., Ross, C. T., Hosseinzadeh, Z. (2022). Functional 3-Dimensional Retinal Organoids: Technological Progress and Existing Challenges. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.668857>

[10] Akiba R, Takahashi M, Baba T, Mandai M. (2023). Progress of iPS cell-based transplantation therapy for retinal diseases. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 67, 119-128. <https://doi.org/10.1007/s10384-022-00974-5>

[11] Boia, R., Dias, P. A. N., Galindo-Romero, C., Ferreira, H., Aires, I. D., Vidal-Sanz, M., Agudo-Barruso, M., Bernardes, R., Santos, P. F., de Sousa, H. C., Ambrósio, A. F., Braga, M. E. M., Santiago, A. R. (2022). Intraocular implants loaded with A3R agonist rescue retinal ganglion cells from ischemic damage. *Journal of Controlled Release*, (343), 469-481. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.02.001>