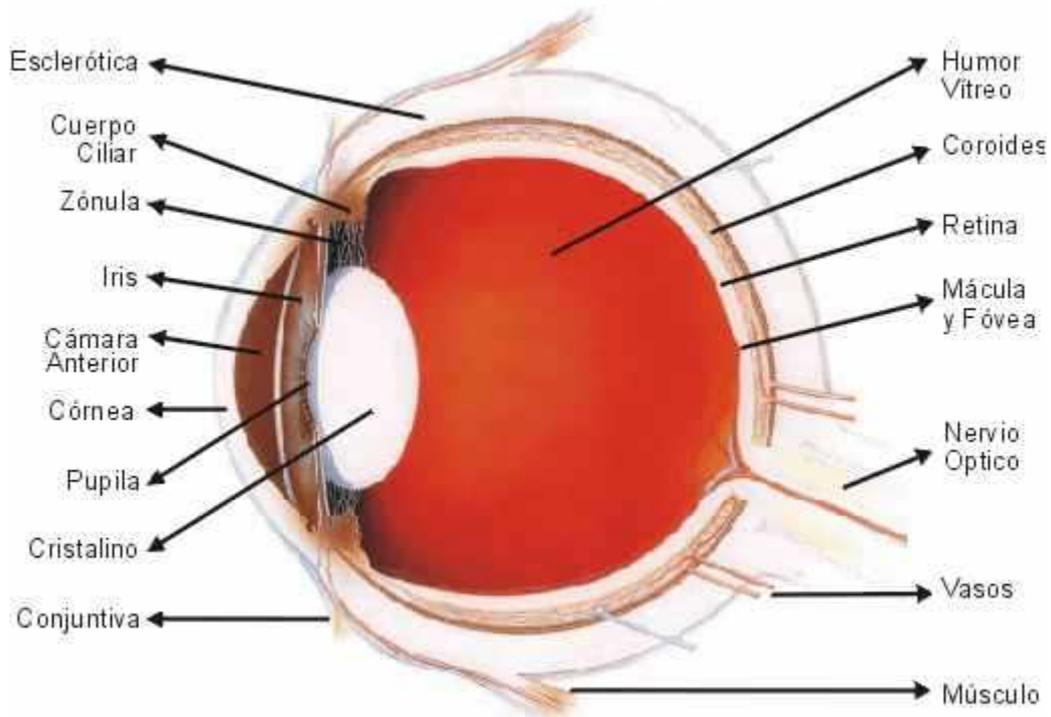


---

# CAPÍTULO II: EL OJO HUMANO.

## 1.- ANATOMÍA DEL OJO HUMANO.

El ojo, también llamado globo ocular, es un órgano esférico de aproximadamente 2,5 cm de diámetro, que detecta la luz y es la base del sentido de la vista. En la figura 2.1 puede observarse un diagrama del mismo.



**Figura 2.1: Diagrama del ojo [I1].**

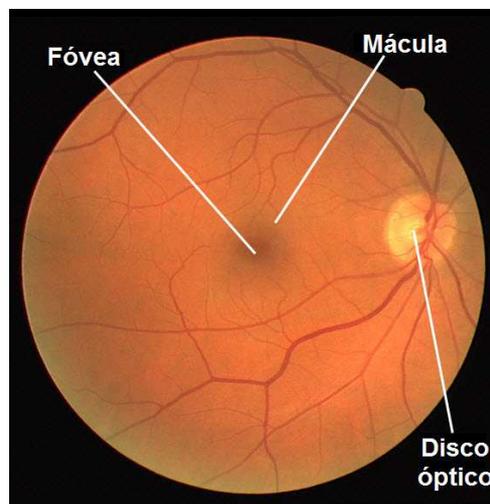
Su anatomía puede dividirse en una pared exterior y un contenido interno.

La pared exterior del ojo en su porción posterior está configurada por la esclerótica. Esta porción blanca de la pared ocular tiene una función protectora y corresponde a los cinco sextos de la superficie ocular. La porción anterior de la pared está configurada por la córnea que es la capa transparente que permite la entrada de los rayos luminosos al interior del ojo. Por detrás, hay un espacio lleno de un líquido claro (el humor acuoso) que separa la córnea de la lente del cristalino [I1].

La capa media o úvea tiene a su vez tres diferentes partes: la coroides es una capa vascular, reviste las tres quintas partes posteriores del globo ocular. Se continúa hacia delante con el cuerpo ciliar, y a continuación queda el iris, que se extiende por la parte frontal del ojo. La coroides por ser una capa vascularizada se encarga de dar nutrición a la retina. El cuerpo ciliar

se encarga de producir el líquido que llena la cámara anterior, el humor acuoso. El iris que da el color a los ojos, además se encarga de regular la cantidad de luz que entra al ojo y así permitir ver bien en diferentes condiciones de iluminación. La abertura central del iris es la pupila.

La retina es la capa más interna. Es compleja, compuesta sobre todo por células nerviosas. Las células receptoras sensibles a la luz se encuentran en su superficie exterior delante de una capa de tejido pigmentado. Estos fotorreceptores se llaman conos y bastones, y son sensibles a diferentes tipos de luz. La retina en el centro tiene una pequeña mancha amarilla, llamada mácula lútea; dentro de la cual se encuentra la fovea, la zona del ojo con mayor agudeza visual. La capa sensorial de la fovea se compone sólo de células con forma de conos, mientras que en torno a ella también se encuentran células con forma de bastones. Según nos alejamos del área sensible, las células con forma de cono se vuelven más escasas y en los bordes exteriores de la retina sólo existen las células con forma de bastones [1].



**Figura 2.2: Retinografía que muestra la fovea, la mácula y el disco óptico [B11].**

En el interior, detrás del iris está el cristalino. Es un lente con forma de esfera aplanada constituida por un gran número de fibras transparentes dispuestas en capas. Está ligado al músculo ciliar, que tiene forma de anillo y lo rodea mediante unos ligamentos. El músculo ciliar y los tejidos circundantes forman el cuerpo ciliar y esta estructura aplanada o redondea el lente, cambiando su capacidad de enfocar objetos situados a diferentes distancias.

Por detrás del cristalino, el ojo está lleno de una sustancia transparente y gelatinosa llamada cuerpo vítreo. La presión del vítreo mantiene distendido el globo ocular.

El nervio óptico, se encarga a través de las múltiples fibras que lo conforman de enviar la información visual desde el ojo hacia el cerebro.

## 2.- ENFERMEDADES DE INTERÉS.

De entre las posibles enfermedades que pueden detectarse a través del estudio del fondo de ojo, destacan la retinopatía diabética, el glaucoma y la degeneración macular. Realizaremos un pequeño paso por cada una de ellas, centrándonos en el interesante dentro de este proyecto, el glaucoma.

### 2.1.- RETINOPATÍA DIABÉTICA.

La retinopatía diabética es la enfermedad ocular diabética más común, ocurre cuando hay cambios en los vasos sanguíneos en la retina. A veces, estos vasos pueden hincharse y dejar escapar fluidos, o inclusive taparse completamente. En otros casos, nuevos vasos sanguíneos anormales crecen en la superficie de la retina [16].

Generalmente, la retinopatía diabética afecta a ambos ojos. Las personas con retinopatía diabética a menudo no se dan cuenta de los cambios en su visión durante las primeras etapas de la enfermedad. Pero a medida que avanza, causa una pérdida de visión que en muchos casos no puede ser revertida.



**Figura 2.3: Retinografía con signos de diabetes. [16]**

#### 2.1.1.- Lesiones asociadas a la retinopatía diabética.

Existen dos tipos de retinopatía diabética [16]:

a) De fondo o retinopatía diabética no proliferativa (RDNP). La retinopatía diabética no proliferativa (RDNP) es la etapa más temprana de la retinopatía diabética. Cuando existe esta condición, los vasos sanguíneos deteriorados permiten un escape de fluidos de sangre dentro del ojo.

La RDNP puede causar cambios en los ojos, incluyendo:

- Microaneurismas: Unas pequeñas protuberancias en los vasos sanguíneos de la retina que con frecuencia dejan escapar líquidos.
- Hemorragias de la retina: Unas pequeñas manchas de sangre que entran a la retina.

- Exudados macular: Es la inflamación o engrosamiento de la mácula a causa de escapes de líquido de los vasos sanguíneos de la retina. La mácula no funciona correctamente cuando está inflamada. El edema macular es la causa más común de pérdida de la visión durante la diabetes.
- Isquemia macular: Los pequeños vasos sanguíneos (capilares) se cierran o se tapan. Su visión se torna borrosa ya que la mácula no recibe suficiente sangre para funcionar correctamente.

b) La retinopatía diabética proliferativa (RDP) sucede principalmente cuando muchos de los vasos sanguíneos de la retina se tapan, impidiendo un flujo suficiente de la sangre. En un intento de suministrar sangre a la zona donde los vasos originales se han tapado, la retina responde creando nuevos vasos sanguíneos. Este proceso se llama neovascularización. Sin embargo, los nuevos vasos sanguíneos también son anormales y no proporcionan a la retina el flujo sanguíneo adecuado. A menudo, los nuevos vasos van acompañados por tejidos cicatrizados que pueden hacer que la retina se arrugue o se desprenda.

La RDP puede causar una pérdida de la visión más severa que la RDNP, ya que puede afectar tanto la visión central como la periférica. La RDP afecta la visión de las siguientes maneras:

- Hemorragia vítrea: Los nuevos y delicados vasos sanguíneos sangran dentro del vítreo, previniendo que los rayos de luz lleguen a la retina. Si la hemorragia es pequeña, es posible que ver algunas nuevas manchas oscuras y flotantes. Una hemorragia muy grande puede bloquear la visión, permitiéndole sólo ver la diferencia entre claro y oscuro. Una hemorragia vítrea por sí sola no causa una pérdida de visión permanente. Una vez que la sangre desaparece, la visión puede volver a su estado anterior, a menos que la mácula se haya dañado.
- Desprendimiento de la retina por tracción: Cuando el tejido de una cicatriz producida por una neovascularización se encoge, la retina se arruga y puede desprenderse de su posición normal. Estas arrugas maculares pueden distorsionar la visión. Pérdida de la visión más grave pueden ocurrir si la mácula o áreas grandes de la retina se desprenden.
- Glaucoma neovascular: Si una serie de vasos de la retina se cierran. Cuando esta condición existe, los nuevos vasos sanguíneos pueden bloquear el flujo normal de líquido en el ojo. La presión en el ojo aumenta, lo que presenta una condición particularmente grave que causa daños al nervio óptico.

Las lesiones mencionadas en los dos casos pueden observarse de forma esquemática en la figura 2.4.

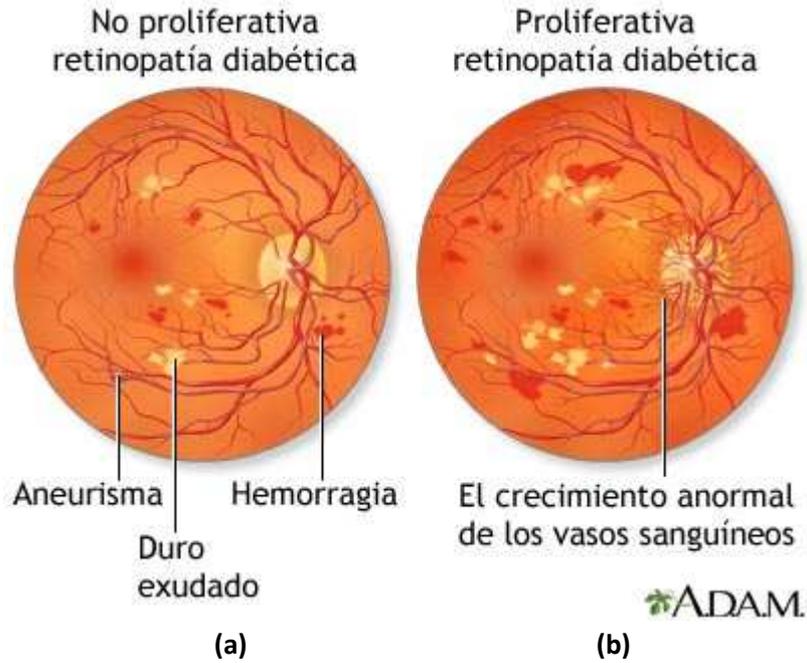


Figura 2.4: Retinopatía diabética en el caso: (a) RDNP. (b) RDP [17].

## 2.2.- GLAUCOMA.

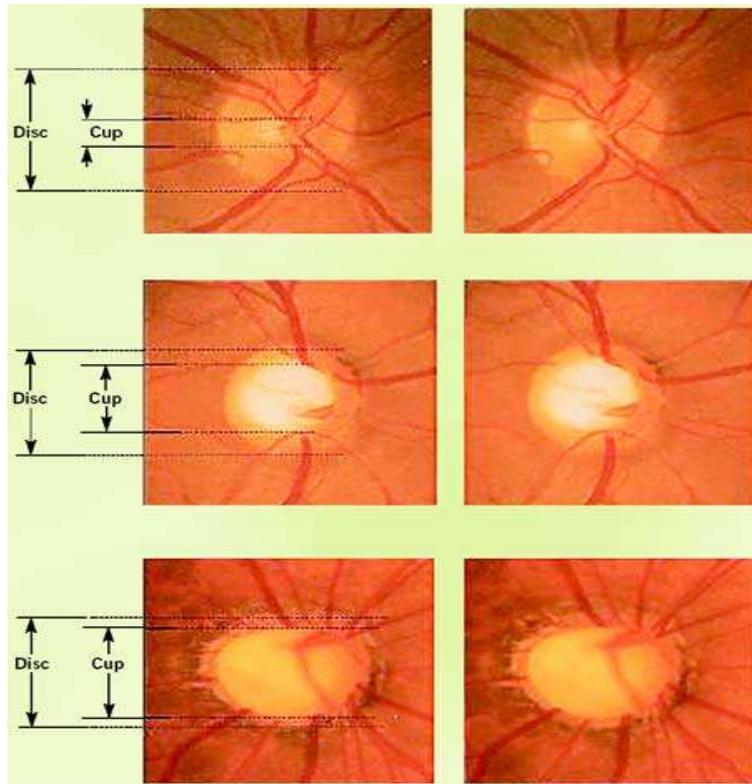
El glaucoma es una enfermedad ocular en la que se produce un daño en el nervio óptico del ojo, producido principalmente por una presión intraocular elevada. Esta lesión se traduce en una pérdida del campo visual o, en el caso de que el nervio óptico quede atrofiado, la ceguera. En este caso, la visión que se pierde por la enfermedad no se puede recuperar [B12].



Figura 2.5: Imagen vista por una persona con glaucoma [19].

El disco óptico puede ser plano o puede tener una cierta cantidad de excavación normal. Pero el glaucoma, produce excavación adicional patológica del disco óptico. El borde rosado de

disco contiene fibras de nervio, sin embargo para detectar la excavación tendremos que observar que existe un hoyo sin fibras de nervio, pues bien, como avances de glaucoma, la excavación se amplía hasta ocupe la mayor parte del área que tiene el disco óptico.



**Figura 2.6: Diferentes relaciones disco-excavación. [I4]**

### 2.2.1.- TIPOS DE GLAUCOMA.

Hay dos formas principales de glaucoma: de ángulo abierto (la forma más común que afecta a aproximadamente el 95% de los individuos) y de ángulo cerrado. También hay otras formas de glaucoma, incluyendo la de tensión normal, congénita, juvenil y secundaria [18].

- Glaucoma de ángulo abierto, es progresiva y se caracteriza por daño al nervio óptico. El factor de riesgo más importante para el desarrollo y avance de esta forma es la alta presión del ojo. Inicialmente, y por lo general no hay síntomas, pero la presión del ojo gradualmente crece, y en algún momento, el nervio óptico se deteriora, y se pierde la visión periférica. Sin tratamiento, una persona puede quedar totalmente ciega.
- Glaucoma de ángulo cerrado puede ser agudo o crónica. Con glaucoma agudo de ángulo cerrado el flujo normal del líquido del ojo (humor acuoso) entre el iris y el cristalino es de repente bloqueado. Los síntomas pueden incluir dolor severo, náuseas, vómitos, visión borrosa y hasta ver un halo del arco iris alrededor de las luces. El glaucoma agudo de ángulo cerrado es una emergencia médica y debe ser tratado de inmediato o la ceguera podría resultar en uno o dos días. El glaucoma crónico de ángulo cerrado progresa más lentamente y pueden dañar el ojo sin síntomas, similares al glaucoma de ángulo abierto.

- Glaucoma de tensión normal o de baja tensión se produce cuando la presión del ojo es normal, sin embargo, el nervio óptico se daña y se pierde la visión periférica. Reduciendo la presión del ojo por lo menos el 30 por ciento a través de la medicación a veces frena el progreso de la enfermedad, pero este tipo de glaucoma puede empeorar a causa de la presión baja. Un historial médico detallado puede ayudar a identificar otros posibles factores de riesgo, como la presión arterial baja, que contribuyen al glaucoma de baja tensión. Si no existen otros factores de riesgo, el tratamiento es el mismo que se usa para el glaucoma de ángulo abierto.
- Glaucoma congénito afecta a los bebés que nacen con defectos que impiden el drenaje normal del líquido del ojo.
- Glaucoma juvenil es el glaucoma de ángulo abierto que afecta a los niños, los adolescentes y los adultos jóvenes.
- Glaucoma secundario puede ser de ángulo abierto o de ángulo cerrado, y es el resultado de alguna otra condición médica en el ojo o en el organismo.

#### 2.4.- DEGENERACIÓN MACULAR.

La degeneración macular relacionada con la edad (DMRE) es una lesión o colapso de la mácula. La mácula es un área pequeña en la retina (un tejido sensible a la luz que recubre la parte posterior del ojo), responsable de la visión central, la cual permite ver detalles finos claramente [16].

La presencia de degeneración macular puede manifestarse con síntomas tales como una visión borrosa, zonas oscuras o distorsión en la visión central, y quizás una pérdida permanente de la visión central. Por lo general, no afecta su visión lateral o periférica. Por ejemplo, si se tiene una degeneración macular avanzada, puede ver la silueta de un reloj, pero es posible que no vea las manecillas que indican la hora.



**Figura 2.7: Imagen vista por una persona con degeneración macular [16].**

#### 2.4.1.- Tipos de degeneración macular.

Los dos tipos más comunes de degeneración macular [12] debida al envejecimiento son la "seca" y la "húmeda".

- ***Degeneración macular "seca" (atrófica).***

La degeneración macular seca se produce cuando las células de la mácula sensibles a la luz se van deteriorando lentamente, haciendo que la visión central se nuble gradualmente en el ojo afectado.

- ***Degeneración macular "húmeda" (exudativa).***

La degeneración macular húmeda ocurre cuando se crean vasos sanguíneos anormales detrás de la retina que comienzan a crecer debajo de la mácula. Estos nuevos vasos tienden a ser muy frágiles y frecuentemente gotean sangre y otros líquidos, que levantan la mácula de su lugar normal en el fondo del ojo, dañándola rápidamente.