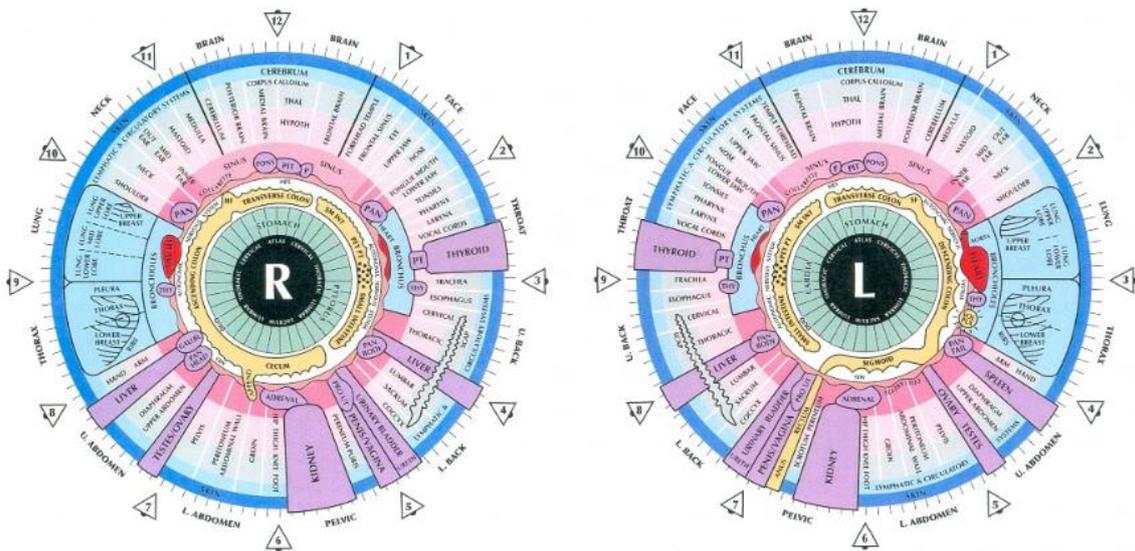




# CONTROVERSA SOBRE LA IRIDOLOGÍA



María Jesús Cano Llergo

FACULTAD DE FARMACIA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

FACULTAD DE FARMACIA

DOBLE GRADO EN FARMACIA Y ÓPTICA Y OPTOMETRÍA



**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

---

***CONTROVERSIA SOBRE LA IRIDOLOGÍA***

---

**AUTORA: María Jesús Cano Llergo**

Lugar de presentación: Facultad de Farmacia, Sevilla

Fecha de presentación: Julio 2020

**DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA**

TUTORA: Fátima Nogales Bueno

TIPOLOGÍA DEL PROYECTO: BIBLIOGRÁFICO

## RESUMEN

Existen muchas técnicas que se conocen como terapias alternativas y se basan en remedios naturales y mejoras en los hábitos del paciente para cuidar su salud. La iridología, en sus inicios, se encuadró dentro de estas técnicas pero, hoy día, se han desarrollado sistemas de reconocimiento de iris inteligentes que permiten hacer de esta técnica una potencial herramienta de diagnóstico sumamente útil. La captura y procesamiento digitalizados de la imagen eliminan el sesgo producido por el observador. Esto, combinado con el uso de una base de datos exhaustivamente elaborada, con un número importante de imágenes del iris de personas sanas y otras que padezcan las enfermedades de estudio, hace de la iridología una técnica que podría usarse como método diagnóstico rápido. Se revisaron todos los sistemas operativos disponibles en bibliografía y sus partes, revisando también la capacidad diagnóstica de cada uno de ellos.

Por otro lado, recopilamos los estudios publicados sobre el tema en general y disponibles en la actualidad, tanto los que se declaran a favor, como los que afirman que se trata de un método de diagnóstico inútil y con una precisión similar a la obtenida al azar.

En conclusión, consideramos que las opiniones sobre la iridología están muy divididas, aunque las publicaciones que se sirven del método científico para defender la iridología superan a las que se posicionan en contra. Por todo esto, consideramos que sería interesante tener la mente abierta sobre la iridología y aplicarla en más estudios, ya que si realmente tuviera capacidad diagnóstica, resultaría muy útil y supondría un gran ahorro de tiempo y dinero.

**Palabras clave:** iridología, iridodiagnosis, diagnóstico por el iris, diagnóstico rápido, sistemas operativos inteligentes, sistemas de cribado de pacientes.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>- 1 -</b>
<b>1.1. ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DEL OJO</b>	<b>- 1 -</b>
1.1.1. CAPAS DEL GLOBO OCULAR	- 1 -
<b>1.2. FISIOLÓGÍA DEL IRIS</b>	<b>- 2 -</b>
1.2.1. CAPAS DEL IRIS	- 3 -
1.2.2. PIGMENTOS DEL IRIS	- 5 -
1.2.3. INERVACIÓN DEL IRIS	- 5 -
1.2.4. VASCULARIZACIÓN DEL IRIS	- 6 -
<b>1.3. QUÉ ES LA IRIDOLOGÍA</b>	<b>- 7 -</b>
1.3.1. BASE RACIONAL DE LA IRIDOLOGÍA	- 8 -
1.3.2. UTILIDAD DE LA IRIDOLOGÍA	- 8 -
<b>1.4. SIGNOS GENERALES DEL IRIS</b>	<b>- 9 -</b>
<b>1.5. ÓRGANOS Y ESTRUCTURAS REPRESENTADOS EN EL IRIS</b>	<b>- 10 -</b>
<b>1.6. ANTECEDENTES HISTÓRICOS EN EL CAMPO DE LA IRIDOLOGÍA</b>	<b>- 12 -</b>
<b>2. OBJETIVOS DE LA REVISIÓN</b>	<b>- 12 -</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>- 13 -</b>
<b>3.1. DISEÑO</b>	<b>- 13 -</b>
<b>3.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA</b>	<b>- 13 -</b>
<b>3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	<b>- 13 -</b>
<b>3.4. EXTRACCIÓN DE DATOS</b>	<b>- 13 -</b>
<b>3.5. ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>- 13 -</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>- 14 -</b>
<b>4.1. CAPTURA DE LA IMAGEN DEL OJO Y PRE-PROCESAMIENTO PARA RECORTAR EL IRIS</b>	<b>- 15 -</b>
4.1.1. CÁMARAS CCD MONOCROMAS CON LUZ IR DE 700 A 900 NM	- 16 -
4.1.2. EQUIPOS ESTÁNDAR DE CLÍNICAS Y SALAS DE PACIENTES EXTERNOS	- 17 -
4.1.3. SISTEMA DE CAPTURA DE VÍDEO ESTÁNDAR	- 17 -
4.1.4. CAPTURA Y PROCESAMIENTO CON ALGORITMO CHT	- 18 -
4.1.5. CÁMARA DE ALTA RESOLUCIÓN, FILTRO MEDIANO Y CORTE BINARIO	- 18 -
4.1.6. UNIDAD ESPECIAL DE EXTRACCIÓN DE IMÁGENES Y PRE-PROCESAMIENTO	- 19 -
<b>4.2. DETERMINACIÓN DEL COLOR BÁSICO DEL IRIS</b>	<b>- 20 -</b>
<b>4.3. SEGMENTACIÓN, EXTRACCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA DEL IRIS</b>	<b>- 21 -</b>
<b>4.4. SUPERPOSICIÓN CON CARTAS DE IRIDOLOGÍA Y RECONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES</b>	<b>- 24 -</b>
4.4.1. ENFERMEDADES CON POSIBLE IRIDODIAGNOSIS	- 24 -
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>- 32 -</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>- 34 -</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>- 34 -</b>

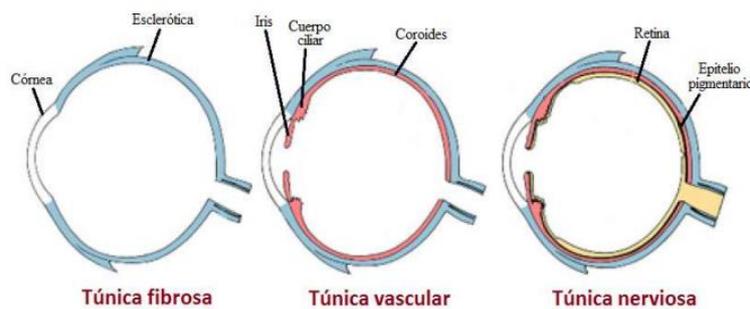
## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Anatomía e histología del ojo

El ojo y el nervio óptico constituyen el órgano de la visión. El ojo o globo ocular tiene forma casi esférica y es el órgano encargado de traducir la energía luminosa, que entra a través de la pupila y los medios transparentes, en señales eléctricas que llegarán por el nervio óptico a la corteza visual para ser procesada (WULFF, 1956).

#### 1.1.1. Capas del globo ocular

Desde el punto de vista histológico, en la pared del globo ocular distinguimos tres capas de tejido conectivo (figura 1), todas de diferente estructura en la mitad anterior y posterior del ojo (Geneser, 2005):



**Figura 1.-** Descripción de la conformación del ojo en sus diferentes capas (Dimieri and Gasaneo, 2018).

- \* **Túnica fibrosa o capa externa:** Se trata de una cápsula externa protectora, que rodea los demás componentes del globo ocular. Sirve para proteger la forma esférica del ojo, dejando paso al nervio óptico en la región posterior y sirviendo de anclaje de la musculatura extraocular. Esta capa toma el nombre de *córnea* en la parte anterior del ojo y *esclerótica* en la parte posterior. La unión de la parte anterior y posterior es conocida como *limbo esclerocorneal*.

La córnea es una estructura transparente y avascular a través de la cual pasa la luz, y la esclerótica es una membrana opaca muy resistente, formada en su mayor parte por tejido conectivo denso colagenoso.

- \* **Túnica vascular o capa media:** Es una capa de naturaleza vascular y muscular, rica en pigmentos. Está formada por la *coroides*, que tapiza la esclerótica por dentro y, a nivel del limbo esclerocorneal, se separa de esta para formar el *iris*, situado delante del

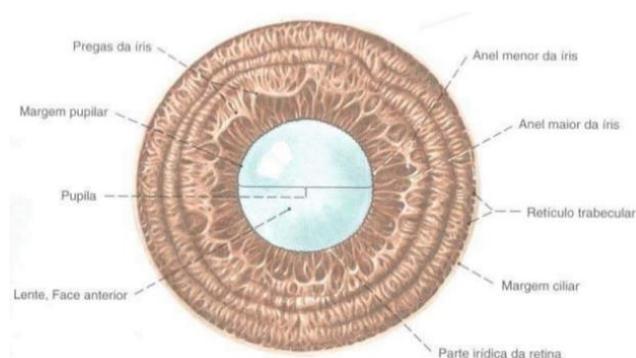
cristalino y detrás de la cara posterior de la córnea (figura 3). El iris da lugar a la formación de dos cámaras rellenas de humor acuoso (la cámara anterior y la posterior) y se trata de un diafragma que deja un hueco central, llamado pupila, por la cual penetran los haces de luz desde el exterior.

Entre la coroides y el iris se encuentra el *corpo ciliar*, cuya función principal es la síntesis del humor acuoso. Aquí también se halla el músculo ciliar que se encarga del proceso de acomodación, ya que induce cambios en la curvatura del cristalino.

- \* Túnica nerviosa o capa interna: Se compone de la *retina*, que se divide en una capa pigmentaria y una capa neural. Estas dos estructuras se originan durante el desarrollo embrionario por una invaginación de la vesícula óptica, que a su vez es una evaginación del cerebro anterior. Por lo tanto, la retina es de origen neuroectodérmico y se puede considerar como una parte adelantada del cerebro que tapiza la cara interna de la coroides y el iris. Se trata de una membrana delgada, transparente y muy vascularizada, dividida en dos partes: la posterior o sensorial y la cara anterior, que tapiza el iris.

## 1.2. Fisiología del iris

El iris representa la parte anterior de la túnica vascular. Tiene forma de disco circular (figura 2), situado en el plano frontal, delante del cristalino y, como ya hemos dicho, es el diafragma del ojo. Esta parte del ojo es la que le da el color, ya que puede verse a través de la córnea. Los colores pueden ir del azul más claro al marrón más oscuro.

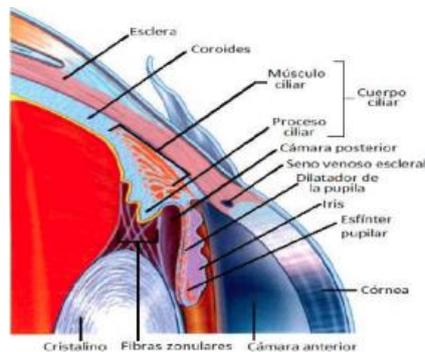


**Figura 2.-** Sectores de la cara anterior del iris (Gómez Estrada, 2014).

La superficie anterior del iris se divide en dos partes por un anillo zigzagueante (*collar del iris*), que se localiza a unos 1,5 mm del margen pupilar, como podemos ver en la figura 2. Estas partes son la porción pupilar y la porción ciliar. En la zona interna o *porción pupilar* se observan

bandas radiales separadas por surcos (figura 2) y en el margen externo o *porción ciliar* se ven crestas radiales características, producidas por vasos sanguíneos que van de la periferia al collar del iris, donde se anastomosan formando el círculo arterial menor del iris (Geneser, 2005).

El diámetro del iris es de unos 12 mm y su borde externo o raíz del iris se fija a la superficie anteromedial del cuerpo ciliar (figura 3). La raíz del iris es la parte más delgada de esta estructura, mientras que el borde interno es libre, más grueso y se posa sobre el cristalino (figura 3).



**Figura 3.-** Perfil de los principales componentes de la túnica vascular (Dimieri and Gasaneo, 2018).

### 1.2.1. Capas del iris

Desde el punto de vista histológico, el iris se compone de varias capas (Geneser, 2005), que podemos observar en la figura 4:

#### 1. Capa limitante anterior o lámina marginal anterior:

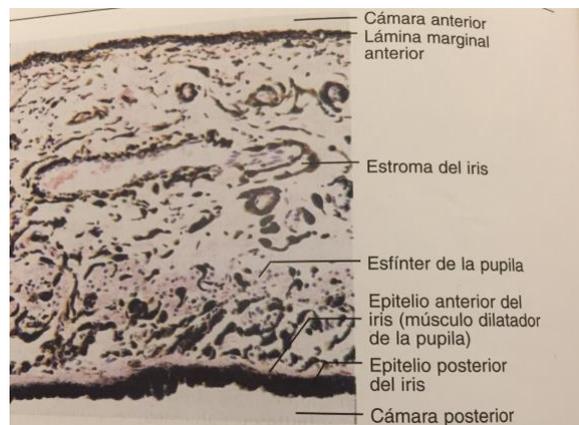
Está compuesta sobre todo por fibroblastos y melanocitos. Los fibroblastos forman una capa continua de células aplanadas con prolongaciones que se entrecruzan y dejan espacios, permitiendo la comunicación directa de la cámara anterior con el estroma del iris. Esta capa cubre la parte anterior del iris.

Justo detrás de los fibroblastos, que son casi invisibles (figura 5), los melanocitos forman una capa plana y paralela al iris en la que sus prolongaciones ramificadas forman una red similar a la de los fibroblastos (figuras 4 y 5).

#### 2. Estroma del iris (que contiene el músculo esfínter de la pupila):

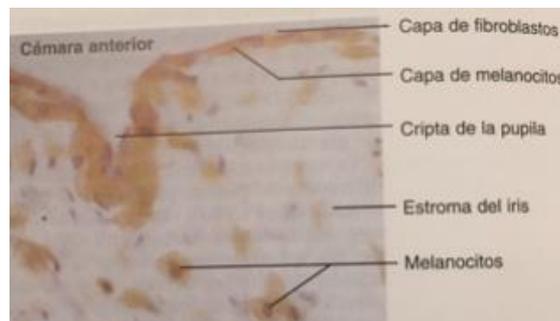
Se compone de tejido conectivo laxo y contiene fibras de colágeno muy delgadas, separadas por sustancia fundamental y células (sobre todo fibroblastos, melanocitos, mastocitos y

macrófagos con pigmentos en su interior). Dentro del estroma, también se hallan los múltiples vasos sanguíneos que irrigan el iris y que describiremos más tarde (figura 4).



**Figura 4.-** Fotomicrografía de las capas del iris (Geneser, 2005).

En la porción pupilar del estroma, encontramos una banda circular de musculatura lisa, que conforma el músculo *esfínter de la pupila*, localizado justo delante del epitelio anterior (siguiente capa) y muy cerca del margen pupilar. El músculo se halla dividido en tres pequeños haces de células musculares lisas, unidas entre sí mediante nexos. Estas fibras poseen la misma estructura que las células lisas en general, pero tienen origen neuroectodérmico, dado que se diferencian a partir del epitelio anterior no pigmentado del iris.



**Figura 5.-** Imagen de la lámina marginal anterior y parte anterior del estroma (Geneser, 2005).

### 3. Epitelio anterior no pigmentado (que contiene el músculo dilatador de la pupila):

La capa epitelial anterior no pigmentada de la parte posterior del iris, junto con el epitelio pigmentado posterior (siguiente capa), representan la parte de la retina no sensible a la luz o porción irídica de la retina. El epitelio anterior está formado por una única capa de células, divididas en una parte muscular basal y otra parte apical epitelial (células mioepiteliales), como vemos en la figura 4.

La parte muscular se extiende en forma radial hacia el estroma formando prolongaciones, cuyo conjunto forma el *músculo dilatador de la pupila*, de orientación radial (figura 4). Este músculo abarca desde la raíz del iris hasta la mitad del músculo esfínter de la pupila y cuando se contrae, la pupila se dilata. La parte epitelial apical de las células contiene el núcleo y tiene muchos gránulos de pigmentos en el citoplasma.

#### 4. Epitelio posterior:

Se compone de una sola capa de células cilíndricas, cuyo citoplasma está ocupado casi completamente por gránulos de melanina (figura 4). En la parte periférica del iris disminuyen los pigmentos, ya que este epitelio se continúa con el epitelio ciliar no pigmentado.

Hacia la pupila, las dos capas epiteliales pigmentadas conforman el margen pupilar formando una línea negra muy pigmentada o borde pupilar.

#### 1.2.2. Pigmentos del iris

El color del iris depende de la cantidad de melanina del epitelio pigmentario posterior y del estroma. Si es escasa, el color es azulado debido a la dispersión de los gránulos de pigmentación (penetra la longitud de onda larga y se refleja la corta). Si es moderada, el iris se verá color avellana y si es alta de color marrón oscuro (Hart, 1988).

Los colores de estas dos capas se combinan y se acumulan en distintos tipos de células (Berdonces, 2000):

- Células estrelladas o cromatóforas: estas células contienen pigmentos de color amarillo y marrón en el citoplasma, que presenta prolongaciones irregulares. Son más numerosas en la capa anterior y posterior del estroma y están inervadas por filetes nerviosos simpáticos. Esto explica la relación entre la exaltación del sistema simpático y el aumento de estos colores.
- Células globulosas: contienen los pigmentos de color negro en su núcleo. Estos pigmentos son fácilmente observables en iris azules, formando pequeños nevus o lunares pigmentarios.

#### 1.2.3. Inervación del iris

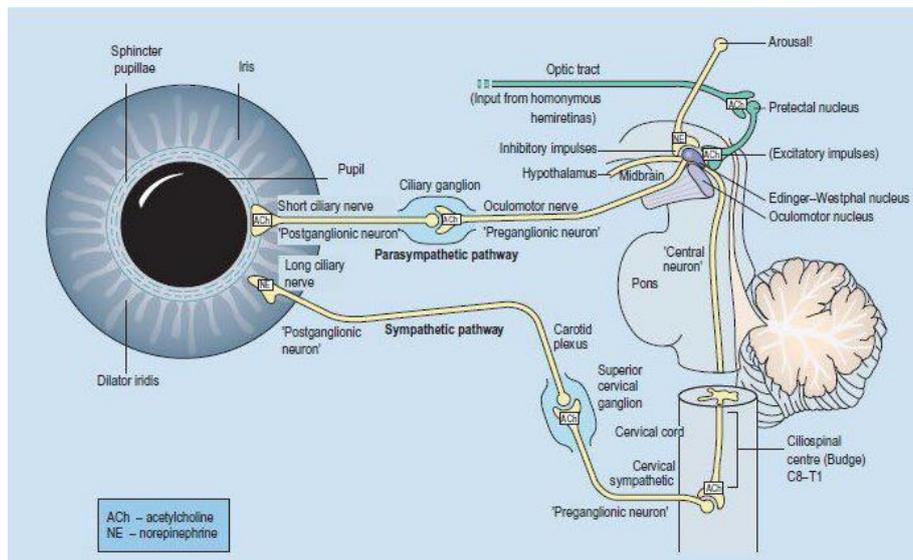
La inervación del iris es especialmente densa y se origina en fibras sensitivas y autónomas. Se trata de un fino plexo situado entre los vasos sanguíneos y los músculos. Muchas de estas

fibras son eferentes y también hay filamentos no mielinizados adicionales en todo el estroma, que terminan en fibras libres situadas en la capa anterior de células epiteliales (Hart, 1988).

En cuanto a sus músculos, por un lado, el *músculo esfínter de la pupila* está innervado por fibras *parasimpáticas* posganglionares, a través de los nervios ciliares cortos. Las fibras preganglionares provienen del núcleo de Edinger-Westphal y van hacia el ganglio ciliar a través del nervio motor ocular común (Hart, 1988) como vemos en la figura 6. Esta vía parasimpática presenta relaciones con el tronco cerebral a través de los núcleos de Karpus, el ganglio de Budge y el de Edinger-Westphal (Berdonces, 2000).

Por otro lado, el *músculo dilatador de la pupila* está innervado por fibras *simpáticas* posganglionares, cuyos cuerpos celulares se encuentran en el ganglio cervical superior, como podemos ver en la figura 6 (Hart, 1988). La vía simpática pone en contacto el iris con la sustancia reticular y la corteza cerebral mediante el núcleo de Edinger-Westphal (Berdonces, 2000).

El resto de las estructuras del iris las inerva el nervio ciliar largo, que se halla comunicado con el ganglio cervical del sistema nervioso simpático.



**Figura 6.-** Inervación parasimpática y simpática del iris (Wilson Pauwels, 2003).

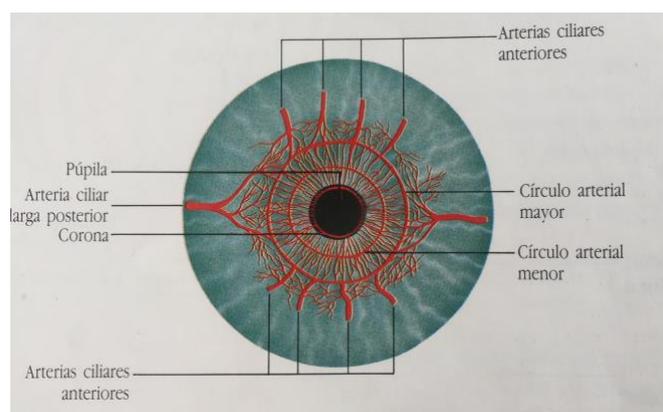
Las relaciones del iris con el sistema nervioso vegetativo hacen que se forme una especie de arcos reflejos, que controlan su movimiento y que lo conectan con centros superiores del cerebro, volviendo de nuevo al iris (Berdonces, 2000).

#### 1.2.4. Vascularización del iris

El iris contiene gran cantidad de vasos sanguíneos. Las arterias ciliares largas se dividen frente a la raíz del iris en una rama superior y otra inferior, que se anastomosan con las ramas

correspondientes del lado contrario y con las arterias ciliares anteriores, formando el círculo mayor del iris, en la raíz del iris (Geneser, 2005).

Ya que las venas suelen ir paralelas a las arterias (las arterias son más superficiales y las venas más profundas), también se forma un anillo debido al anastomose de las venas. De este círculo salen pequeños vasos sanguíneos radiales que se dirigen a la pupila sin llegar a alcanzarla, hasta la llamada corona del iris, como vemos en la figura 7 (Berdonces, 2000).



**Figura 7.-** Disposición de la red arterial del iris (Berdonces, 2000).

También cabe destacar que todos los vasos presentan un recorrido en forma de espiral que les da la posibilidad de adaptarse al diámetro del iris durante la contracción o dilatación de la pupila (Geneser, 2005).

### 1.3. Qué es la iridología

La iridología, iridodiagnosia o iriscopía es la ciencia que permite a un profesional detectar enfermedades sistémicas mediante el estudio de imágenes del iris del paciente (Martiana et al., 2017). Es un tipo de medicina complementaria, cuyos practicantes estudian los patrones, colores y otras características del iris con el fin de evaluar la salud sistémica del paciente. Los practicantes de esta ciencia comparan sus observaciones con las cartas de iridología, ya descritas por otros autores, en las que cada parte del iris se corresponde con una parte específica del cuerpo (Amerifar et al., 2016).

Esta ciencia ha existido miles de años, pero siempre ha estado sometida a mucha controversia, ya que, a pesar de tener muchos afiliados, ha habido muchos otros autores que la han declarado inútil para determinar las enfermedades del cuerpo humano (Rita, 1982).

Debemos ser conscientes de las limitaciones de la iridología, porque si esta no se acompaña de métodos de diagnóstico complementarios que nos confirmen las tendencias reflejadas en el iris, no estaremos realizando medicina integral, sino parcial. No se trata de la panacea que

algunos autores pretenden, pero podemos afirmar que hay datos diagnósticos que solo se pueden obtener del examen de iris, como la calidad de los tejidos orgánicos, que desarrollaremos más adelante.

Por otro lado, la iridología no es una ciencia exacta ni completa, ya que a veces existen diagnósticos erróneos y aún hay signos que no podemos interpretar, por tratarse de un campo en el que aún queda mucho que estudiar y avanzar (Berdonces, 2000).

### 1.3.1. Base racional de la iridología

Por un lado, hay autores que explican la relación del iris con el resto del cuerpo basándose en que este proviene embriológicamente de la misma capa que conforma algunas estructuras centrales del cerebro medio, como el tálamo, con el que tiene relaciones nerviosas. El tálamo es el centro subcortical que recoge toda la sensibilidad exteroceptiva e interoceptiva y es el último eslabón de la sensibilidad antes de llegar a la corteza cerebral. El tálamo recibe sensaciones que aún no son conscientes y es la estructura encargada de cribar cuales de estas sensaciones llegarán a la corteza cerebral y se convertirán en sensaciones conscientes. Sería posible, por lo tanto, la relación entre el iris y el resto del cuerpo a través de esta estructura, el tálamo.

Por otro lado, existen autores que explican la iridología basándose en la conexión entre los filamentos nerviosos autónomos que inervan el iris y que se sinaptan con el ganglio cervical del sistema nervioso simpático y el ganglio oftálmico del sistema nervioso parasimpático, pudiendo estar así todo el cuerpo relacionado con el iris. Para estos autores, el iris está compuesto de fibras musculares microscópicas, que duplican los cambios tisulares que ocurren en el cuerpo. Estos cambios se representan con marcas, decoloraciones y variación en la textura del iris. En consecuencia, cuando el iridólogo analice las fibras del iris, estará haciendo una evaluación global del cuerpo (Rita, 1982).

### 1.3.2. Utilidad de la iridología

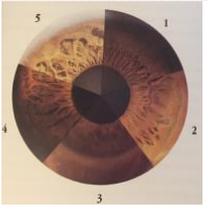
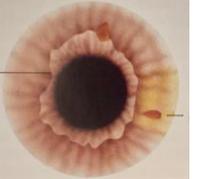
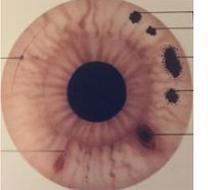
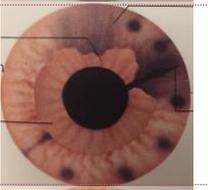
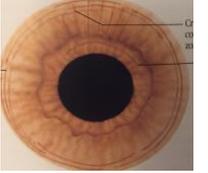
Son muchas las ocasiones en las que el diagnóstico habitual del paciente es poco fiable por falta de indicios y se fundamenta más en un tanteo o descarte que en una verdadera base científica. Es por ello, que podría ser acertado considerar la combinación de los métodos de diagnóstico ya conocidos con la iridología, a fin de llegar a un juicio lo más exacto y seguro posible, encaminado a la pronta recuperación del paciente (Berdonces, 2000). Gracias a la iridología podríamos orientar o apoyar el diagnóstico de diversas enfermedades (Jogi and Sharma, 2014), incluyendo entre ellas la Diabetes Mellitus (Samant and Agarwal, 2018),

formaciones cancerosas o incluso la podemos usar para realizar un cribado primario de pacientes sospechosos de padecer Alzheimer (Hernández et al., 2019). Por este motivo y por la gran controversia de esta materia, nos resultó interesante realizar una revisión del tema.

#### 1.4. Signos generales del iris

Algunos de los signos más comunes (Rita, 1982) que se pueden encontrar en el iris son los que siguen, acompañados de imágenes para poder identificarlos (Berdonces, 2000):

**Tabla 1.-** Signos más comunes con utilidad en iridodiagnos.

<p><b>Densidad del iris</b></p>	<p>Define la textura del tejido del iris. A mayor número de irregularidades y cuanto más laxo sea el tejido, mayor debilidad del tejido, indicativo de debilidad corporal. En la imagen podemos ver diferentes densidades del iris (peor densidad en sentido horario).</p>	
<p><b>Corona nerviosa autónoma</b></p>	<p>La línea que divide la porción pupilar y ciliar del iris representa el sistema nervioso autónomo. Indica desequilibrios entre el SNA simpático y parasimpático que se manifestarán como deformaciones del anillo.</p>	
<p><b>Lagunas</b></p>	<p>Son aperturas de las fibras del iris. Hay 2 tipos: abierta y cerrada. La cerrada parece tener una pared alrededor y es heredada y la abierta es adquirida y aparece por debilidad tisular.</p>	
<p><b>Líneas curativas</b></p>	<p>Son líneas blanquecinas y fibrosas que forman un patrón entrelazado dentro de las lagunas, indican la curación de la lesión.</p>	
<p><b>Pigmentos por drogas</b></p>	<p>Representan áreas en las que las sustancias tóxicas o drogas se localizan en el cuerpo. Estas marcas nunca pueden eliminarse por completo del iris, aunque el tóxico haya desaparecido del organismo.</p>	
<p><b>Rayos solares</b></p>	<p>Son líneas que salen de la pupila en línea recta y hacia la porción ciliar del iris. Indican presencia de toxinas digestivas.</p>	
<p><b>Anillos nerviosos</b></p>	<p>Se trata de pequeños arcos situados en la parte periférica, principalmente, y que puede ser indicativo de estrés.</p>	

### 1.5. Órganos y estructuras representados en el iris

Se puede decir que los signos del iris, localizados radial o sectorialmente (según el órgano afectado) son útiles para elaborar como máximo un 40% del diagnóstico, quedando el resto para los signos generales, que solo un experto en iridología sabrá evaluar. Con esto queremos decir, que el diagnóstico no se basa únicamente en localizar una mancha concreta, si no que es una tarea mucho más elaborada que esto. Para localizar los signos indicativos de enfermedad de cada órgano, se han desarrollado dos diagramas diferentes. El primero, está diseñado de forma que el iris se divide en anillos concéntricos, el más cercano a la pupila representa el estómago y el más externo representa la piel (figura 8).

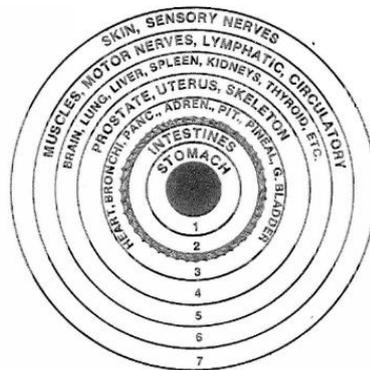


Figura 8.- Los 7 anillos del iris (Rita, 1982).

De este mapa destacamos (Jogi and Sharma, 2014):

- **El intestino (2º anillo):** En esta zona, los signos que aparecen suele ser lagunas, defectos en la densidad del tejido conectivo, rayos solares y cambios en el color básico. La relación de este anillo con el del sistema nervioso autónomo (más oscuro en la figura 8) es muy estrecha, ya que el sistema digestivo y nervioso autónomo trabajan en armonía. El intestino es clave para un cuerpo sano, flujo sanguíneo limpio y eliminación de toxinas. Por ello, su limpieza y regeneración son básicas para evitar cualquier enfermedad.
- **El sistema linfático (6º anillo):** Esta zona muestra desequilibrios de diferentes maneras: como un rosario linfático (varias lagunas en forma de anillo), como áreas blancas, grises, amarillas, naranjas, marrones o negras. El blanco indica un estado exudativo activo, el gris significa poco activo, el amarillo lento y las marcas parduzcas son una condición claramente tóxica de mal funcionamiento crónico.
- **La piel (7º anillo):** La zona de la piel está en el borde ciliar del iris. Cuando es lenta, inactiva o ha acumulado toxinas, se muestra en diferentes tonos de gris, marrón y



## **1.6. Antecedentes históricos en el campo de la iridología**

La iridología comenzó con el húngaro Ignaz Peczely, que diseñó el primer mapa gráfico del iris en 1886 y relacionaba cada parte con la correspondiente lesión corporal. A este autor le siguieron otros muchos como Jensen, Liljequist, Zoeppritz, Thiel, entre otros, que fueron perfeccionando las cartas de iridología y añadiendo más enfermedades, como el envenenamiento por drogas (Lai and Chiu, 2010).

En 1920 se publicó en España el primer texto de naturaleza iridológica por Bidaurrázaga, un médico considerado gran experto en el tema y que viajó tomando influencias de las escuelas de iridología de Lahn y Lindlahr (Berdonces, 2000).

Hoy en día, tanto en Europa como en América, los investigadores se concentran en estudiar las relaciones entre los cambios en el iris y las enfermedades en los órganos humanos (Ma et al., 2009). Sería muy provechoso que las nuevas corrientes de iridólogos se valieran de las nuevas tecnologías para esclarecer esta ciencia, hacerla más rigurosa, para que así pueda tomar el lugar que le corresponde en el diagnóstico médico.

## **2. OBJETIVOS DE LA REVISIÓN**

El objetivo global de esta revisión bibliográfica es realizar una recopilación de información sobre la iridología, en general, para después alcanzar los siguientes objetivos parciales:

- Evaluar la información que se encuentre al alcance sobre esta práctica, para poder esclarecer sus bases y poder documentarnos con cierto criterio en el desarrollo de la materia.
- Analizar los casos publicados en los que este método diagnóstico haya sido útil para poder deducir si verdaderamente se trata de un método aplicable o no.
- Revisar todos los casos novedosos en los que se aplican sistemas operativos diseñados específicamente para analizar las imágenes obtenidas del iris de los pacientes y analizar la capacidad de estos para detectar una enfermedad concreta en el paciente.
- Evaluar los artículos que se posicionen en contra de esta ciencia para analizar los fundamentos que llevan a sus autores a dicha postura.
- Obtener una visión general de la verdadera utilidad de la iridología y valorar si es interesante aplicarla o no.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño**

Se procedió a una búsqueda de bibliografía para recabar información acerca del campo de la iridología, evaluar los avances que se han realizado en los últimos años y valorar el fundamento científico de esta técnica.

#### **3.2. Estrategia de búsqueda**

Para obtener esta información se buscó en diferentes bases de datos como Scienedirect, Pubmed, Scopus, Webofscience, etc. utilizando como palabras clave: iridology, iris diagnosis, iris signals, entre otras. Así mismo, se consultaron revistas científicas como The Essential Guide to Image Processing, Biomedical Signal Processing and Control, Nature, American Academy of Ophthalmology, etc. También se han usado libros de fisiología ocular, histología y de iridología.

#### **3.3. Criterios de inclusión**

Los criterios de inclusión de artículos, libros, revistas y ensayos revisados han sido la procedencia de fuentes de información fiables, actualizadas y reconocidas por la comunidad científica. Sin embargo, debido a la escasez de artículos referentes a este tema, no se ha tenido en cuenta como criterio exclusivo la fecha de publicación de los artículos ni el idioma en el que están escritos. De este modo pretendemos recopilar la máxima información posible.

#### **3.4. Extracción de datos**

El período de búsqueda de información ha sido desde enero a mayo de 2020. Los artículos se leyeron de forma detallada y posteriormente se clasificaron según se referían a conceptos generales de la iridología, softwares utilizados para el diagnóstico iridológico, detección de una determinada enfermedad a través del iris o artículos que se posicionaran en contra de esta ciencia. Extrajimos la información de estos artículos de forma crítica, ensalzando los datos que nos resultaron de mayor relevancia científica.

#### **3.5. Análisis de datos**

Los artículos que extrajimos de las bases de datos y revistas se dividieron en los diferentes bloques necesarios para abarcar el cumplimiento de los objetivos marcados de este trabajo.

#### 4. RESULTADOS

La mayoría de las investigaciones en el campo de iridología se llevan a cabo en Alemania, donde esta técnica de diagnóstico alternativo está ampliamente aceptada (Rita, 1982). Algunos autores afirman que hasta el 80 % de los Heilpraktiker alemanes (profesionales de la salud no calificados médicamente) usan la iridología como principal método para solucionar los problemas de salud de sus pacientes (Um et al., 2005).

Del mismo modo, existen otros revisores del tema no cualificados que se posicionan en contra de la iridología y cuyos trabajos muestran su disconformidad con la técnica (Rita, 1982). Esto quiere decir que, en muchas ocasiones la naturaleza de la justificación de la utilidad o no de la iridología depende más del posicionamiento en contra o a favor sobre el tema del autor que de si verdaderamente esta técnica es útil o no.

Como vemos, la controversia sobre esta ciencia es muy amplia y aunque existe desde hace cientos de años, es indudable que se necesita más investigación en este campo para poder esclarecer sus partes más ocultas (Rita, 1982).

Según algunos autores, la calidad de la investigación en el tema está influenciada, entre otros factores, por: la calidad de la imagen tomada del iris, el color del iris, la experiencia de los iridólogos o especialistas que revisan la imagen, la duración del problema de salud y las manifestaciones clínicas (Rita, 1982).

También es muy importante tener en cuenta que, según los expertos en la materia, la información que obtenemos de la observación del iris no solo nos proporciona detalles de la enfermedad que está padeciendo en el presente el paciente, si no que puede aportar el historial previo de patologías o incluso mostrar degeneraciones en ciertos sistemas que se estén produciendo y que todavía no hayan irrumpido como enfermedades, pero que vayan a hacerlo en el futuro (Lai and Chiu, 2010). Es decir, la iridología nos puede dar información de enfermedades a lo largo de la vida del paciente, degeneraciones de las funciones orgánicas del paciente, precipitación de toxinas, estados mentales, entre otras (Lai and Chiu, 2010).

Las últimas novedades que encauzan el futuro de esta ciencia son la aplicación de las nuevas tecnologías y la inteligencia artificial para sistematizar la iridología, obteniendo así un sistema de vigilancia de salud automático. Las ventajas que se obtendrían utilizando sistemas de análisis basados en computadoras serían (Lodin and Demea, 2009):

- Precisión para detectar la correcta ubicación del iris dentro de la imagen que hemos obtenido del ojo del paciente.
- Correcta identificación del color del iris (color básico que predomina y colores secundarios que pueden indicar presencia de manchas con posible interés para el diagnóstico).

- Correspondencia exacta de la imagen normalizada del iris con las cartas de iridología para poder compararlas correctamente.
- Localización precisa de regiones específicas del iris que se corresponden con determinadas regiones corporales y nos indican con precisión la presencia de enfermedad en esta parte del cuerpo.

Todas estas ventajas, hacen que el diagnóstico final sea mucho más preciso, ya que la computadora analiza la imagen, es un método más objetivo, aunque sea el médico el que realiza el diagnóstico final (Othman and Satria Prabuwo, 2010).

El Sistema de iridodiagnosis informatizado consiste en cuatro pasos en total (Othman and Satria Prabuwo, 2010), que son la composición que resulta de combinar los pasos que consideran los diferentes autores que hemos encontrado:

1. Captura de la imagen del ojo y pre-procesamiento de esta para extraer la parte del iris.
2. Determinación del color básico del iris para detectar manchas más claras o más oscuras.
3. Segmentación, extracción y selección de las características de textura del iris.
4. Superposición con cartas de iridología (comparar la imagen obtenida del iris del paciente con las cartas de iridodiagnosis), clasificación y reconocimiento de enfermedades (Lai and Chiu, 2010).

Ampliaremos cada paso a continuación:

#### **4.1. Captura de la imagen del ojo y pre-procesamiento para recortar el iris**

En primer lugar, nos gustaría destacar la enorme variabilidad del iris entre diferentes personas, incluso entre los dos ojos de la misma persona o entre los ojos de personas gemelas. Es por esto, que el reconocimiento de iris se ha usado en algunos estudios para la identificación inequívoca de personas, ya que su patrón es más estable con el tiempo que otros como el rostro o la huella dactilar, por ser una estructura interna (Daugman, 2009). La forma anular del iris hace que sea fácil de aislar de forma confiable y precisa dentro de la imagen del ojo. Son muy numerosos los softwares que se han utilizado para extraer las imágenes del iris y poder analizarlas posteriormente. Lo que tienen todos estos en común es que la imagen tiene que ser de gran calidad y presentar los mínimos destellos de luz, ya que estos pueden ocultar información. A continuación, describiremos algunos de los sistemas de captura y pre-procesamiento de imagen que hemos recopilado:

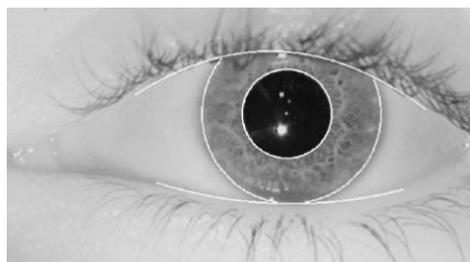
#### 4.1.1. Cámaras CCD monocromas con luz IR de 700 a 900 nm (Daugman, 2009)

Las cámaras CCD (*Coupled Charge Device*) en origen se concibieron como un nuevo tipo de memoria, pero pronto se observó que tenía muchas más aplicaciones, como la captación de imagen, debido a la sensibilidad a la luz que presenta el silicio de su estructura. El CCD es similar a un ojo electrónico, que recoge la luz y la convierte en una señal eléctrica y además presenta alta sensibilidad para los colores rojos. En este estudio se usan este tipo de cámaras monocromáticas combinadas con iluminación infrarroja entre 700 y 900 nm de longitud de onda. Este tipo de iluminación no es dañina para el ojo si se usa durante un tiempo corto, como es el caso. Además, con ella conseguimos obtener mayor detalle en iris de color oscuro, obteniendo sus características de forma más rica y compleja.

Este sistema de imagen resuelve como mínimo 70 píxeles (cada píxel es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital), aunque lo típico son entre 80 y 130 píxeles. En estos ensayos se usan también métodos de retroalimentación visual (uso de espejos) y sistemas de vídeo con evaluación del enfoque de la imagen a tiempo real, para conseguir que este sea óptimo. De este modo, se toman las imágenes del ojo, que tienen que superar un criterio de enfoque mínimo para poder encontrar el iris posteriormente.

Una vez que obtenemos la imagen del ojo, se procede a recortar el anillo del iris. Para ello, debemos eliminar, como si de ruido se tratara, la pupila, esclera y demás anejos aculares. Los parámetros que definen el círculo pupilar deben estimarse por separado porque la pupila no siempre se encuentra en el centro del iris, sino que normalmente está descentrada hacia nasal e incluso puede ser una circunferencia achatada en cualquiera de sus direcciones.

El sistema halla los bordes de los párpados, el limbo esclero-corneal y el borde de la pupila, como se ve en la figura 10. Las imágenes que presentan menos de 50% del iris visible se consideran inadecuadas y se eliminan. Este tipo de imágenes pueden deberse a que en el momento en el que la cámara captura la imagen se produce un parpadeo por parte del paciente, dejando oculto el iris.



**Figura 10.-** Ejemplo de un patrón de iris, fotografiado monocromáticamente. El esquema muestra los resultados de la localización del iris, pupila y párpados (Daugman, 2009).

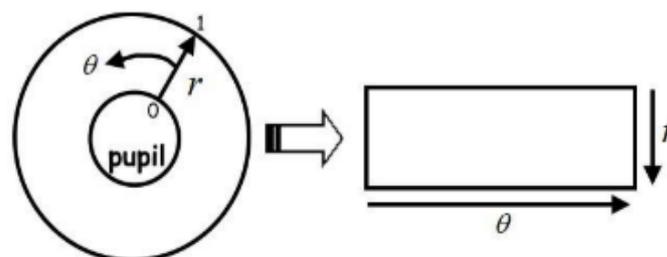
Del mismo modo, es importante la representación invariable del iris en la imagen en cuanto a su tamaño óptico. Esto depende de la distancia de la cámara al ojo, del aumento de la cámara que se use, la inclinación de la cabeza y la rotación torsional del ojo dentro de la cavidad ocular. La invariabilidad de todos estos factores se puede lograr fácilmente mediante un sistema de coordenadas doblemente adimensional que además consigue que la imagen también sea invariable respecto del diámetro pupilar.

#### 4.1.2. Equipos estándar de clínicas y salas de pacientes externos (Buchanan et al., 1996)

Estas imágenes se analizan por técnicas de análisis de imagen marginal, es decir, la ubicación exacta del iris se detecta midiendo el ángulo desde la vertical hasta el centro de un círculo de menor confusión del borde exterior del iris y el porcentaje de distancia de la pupila al borde del exterior del iris compensa las variaciones de tamaño de la pupila y su posición no central. Esto quiere decir que, aunque la imagen se tome desde otro ángulo, o a otra distancia en comparación a otra imagen cualquiera, este sistema las normaliza y hace que el error inducido por estos factores se reduzca a cero. En este trabajo no se dieron más detalles sobre el equipo usado para la toma de imágenes ni sobre el software utilizado para extraer la zona del iris de las imágenes del ojo.

#### 4.1.3. Sistema de captura de vídeo estándar (Lai and Chiu, 2010)

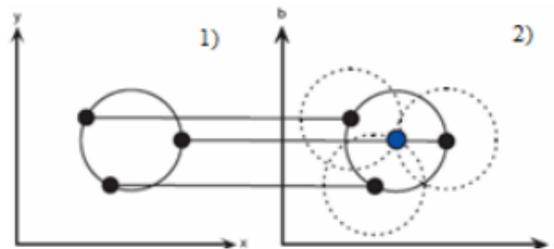
En este estudio, se utilizó un sistema de captura de vídeo estándar, que tomó imágenes de los ojos a 30 cm y posteriormente aisló la imagen del iris. La imagen que resulta del procesamiento contiene un total de 256 bytes y se extrae tras ubicar la pupila, obteniendo los puntos de borde de la imagen. Esta imagen del iris está normalizada por medio del modelo de Lámina de Goma de Daugman que transforma la imagen del iris (en forma de anillo) a una imagen rectangular codificada en pequeños cuadrados de color blanco y negro. Es decir, este modelo transforma una coordenada polar en coordenada cartesiana, como se ve en la figura 11.



**Figura 11.-** Modelo de Lámina de Goma de Daugman.

#### 4.1.4. Captura y procesamiento con algoritmo CHT (Lodin and Demea, 2009)

Este sistema descrito por Lodin y Demea en 2009 es semiautomático, y toma dos imágenes de cada ojo, que se almacenan en formato PNG. El sistema de pre-procesamiento aísla la imagen del iris mediante el hallazgo de los límites iris-esclerótica e iris-pupila. En este estudio se usa un algoritmo llamado CHT (*Transformation Circular Hough*) que descifra todos los parámetros geométricos de un círculo simple al que se asemeja el iris. La principal ventaja de la técnica de transformación de Hough es su tolerancia a los huecos de la imagen y su robustez al ruido. Por transformación de Hough entendemos la transformación de un punto en el plano normal al plano del parámetro de Hough (figura 12). Con esta transformación obtenemos por cada punto del plano una circunferencia. El punto de intersección de cada circunferencia obtenida sólo puede ser el centro de la imagen, representado en la imagen como un punto azul.



**Figura 12.-** Transformación CHT para una circunferencia dada.

En conclusión, este sistema operativo toma tres puntos del borde del iris y halla el centro de este, hace lo mismo con la pupila y así aísla la imagen iridiana para que pueda ser analizada.

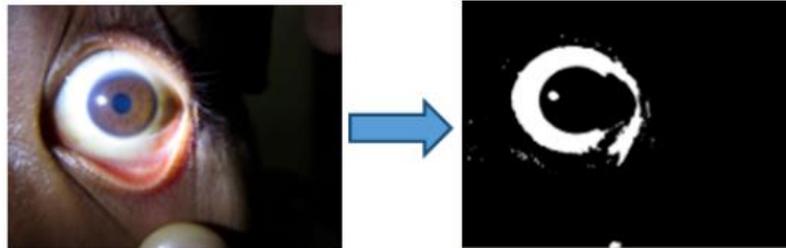
#### 4.1.5. Cámara de alta resolución, filtro mediano y corte binario (Martiana et al., 2017a)

Se necesita una alta resolución para que la imagen obtenida tenga una gran calidad. La cámara utilizada tiene las siguientes especificaciones: 12.8 megapíxeles, zoom digital 4x, zoom óptico 10x y retroiluminada. Por otro lado, al tomar imágenes de los pacientes, es necesario usar una luz adicional de linternas de luz blanca, ya que esto mejora la visión de detalles del iris, como vemos en la figura 13.



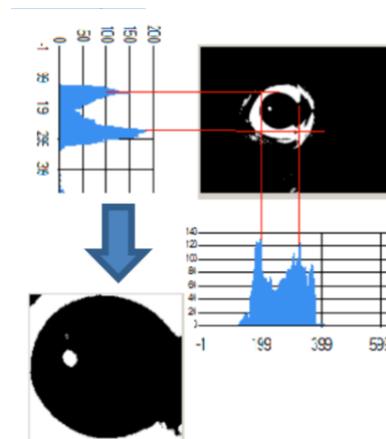
**Figura 13.-** Comparación de imágenes obtenidas con y sin iluminación adicional.

Para suavizar y eliminar el ruido de la imagen capturada, se usa un filtro mediano, que modifica el valor de cada píxel según los píxeles que lo rodean. El proceso de corte se realiza con el método de histograma binario, que convierte la imagen del iris en una imagen binaria (blanco y negro). Luego, se calcula la distribución de color blanco y negro vertical y horizontalmente. Al hacerlo, podemos ver qué áreas son predominantemente negras y predominantemente blancas (figura 14).



**Figura 14.-** Resultado del proceso de binarización de la imagen del iris.

Una vez hecho esto, se hallan los puntos de blanco de mayor intensidad vertical y horizontalmente y el sistema operativo realiza el corte, obteniendo el iris (figura 15).



**Figura 15.-** Sistema de corte automático basado en imagen binaria.

#### 4.1.6. Unidad especial de extracción de imágenes y pre-procesamiento (Perner, 2015)

Esta unidad de adquisición de imágenes consta de un microscopio oftalmológico con un bloqueo especial para la cabeza del paciente, una lámpara blanca y una cámara digital CANON AS 710. El aumento de la lente es de 450x y la luz se irradia hacia el ojo con un ángulo de 45 grados, obteniendo una imagen de disparo único, no una película. Las imágenes tomadas se transforman a una escala de grises y, posteriormente, para extraer la imagen del iris, se usa el

método de reconocimiento de objetos basado en casos (del que no se dan más detalles), así obtenemos la llamada ROI o región de interés, que en nuestro caso es el iris (figura 16).



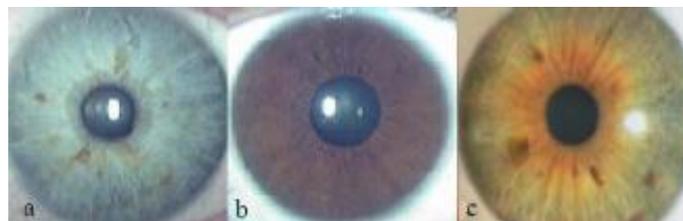
**Figura 16.-** Imágenes de la ROI tras aplicar el método basado en casos.

#### 4.1.7. Adquisición y pre-procesamiento mediante técnicas combinadas (Jogi and Sharma, 2014)

Para adquirir la imagen, se usaron diferentes dispositivos ópticos, como lentes, lámpara de hendidura o cámara CCD de alta velocidad. Se estableció una alta resolución de imagen en gris y color, en formato JPEG y PNG. Los dispositivos de adquisición de imágenes mantienen la configuración adecuada de luz y distancia a la cámara. Se utiliza luz infrarroja cercana para minimizar la reflexión. En la etapa de pre-procesamiento, se transforman las imágenes de RGB a escala de grises y se aumenta el contraste de la imagen. Además, la reflexión debe limitarse a la zona de la pupila para evitar la pérdida de información.

#### 4.2. Determinación del color básico del iris

Según Lodin y Demea, el color del iris puede proporcionar una gran cantidad de información sobre un individuo y la clasificación de colores puede ser útil para documentar su patología. Hay tres colores (marrón, amarillo y gris), que determinan la apariencia externa del ojo y cuyas combinaciones de colores son responsables de todas las variaciones de color del iris.

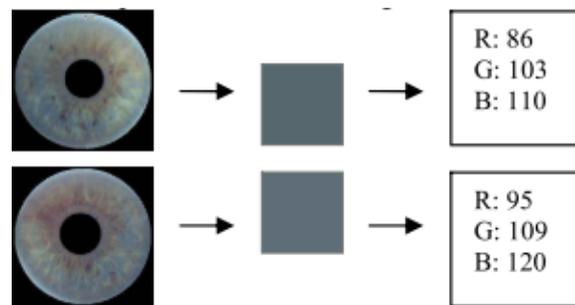


**Figura 17.-** Variaciones del color del iris (azul, marrón y verde).

Para establecer el color básico del iris (Lodin and Demea, 2009) se calcula el valor medio de la luminancia de los píxeles de todas las regiones de color dominante. Existen píxeles más claros y otros más oscuros que el color básico, esto hace que, si estos se tuvieran en cuenta, se

podiera inducir error al calcular el color básico del iris. Es por ello por lo que los valores de color extremos se descartan y se toma el valor del color de la mediana de los datos. La mediana es insensible a estos datos atípicos y se obtiene así el color básico del iris, que se usará posteriormente para hallar discontinuidades de color que pueden ser el indicio de enfermedades.

La imagen del iris se divide en tres anillos concéntricos y solo se usa el anillo del centro para detectar el color básico, ya que se considera que es la región donde la acumulación de pigmento es óptima. Para obtener los valores de color básico correctos, la mediana se calcula independientemente para los píxeles dentro del segmento central, por separado para cada canal RGB (rojo, verde, azul). La figura 18 muestra el resultado de la identificación del color básico para dos imágenes de iris del mismo paciente.

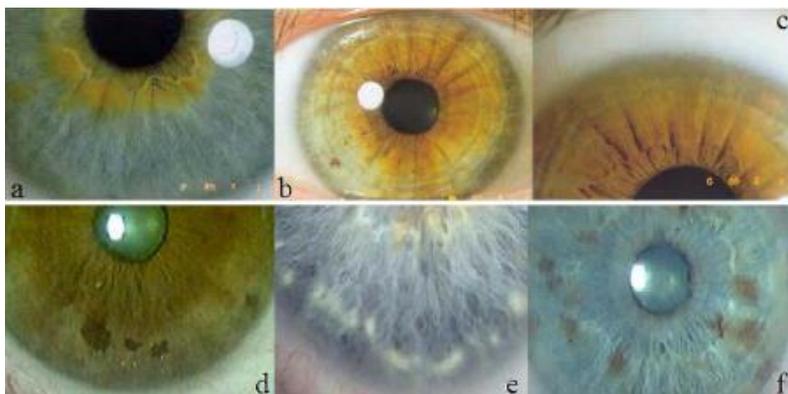


**Figura 18.-** Método de cálculo del color básico del iris (Lodin and Demea, 2009).

### 4.3. Segmentación, extracción y selección de las características de textura del iris

La segmentación del iris es una de las partes más importantes dentro del procesamiento de la imagen del iris. Es llevado a cabo por sistemas operativos novedosos, que ayudan a eliminar la subjetividad de la iridología. Este proceso es un problema tradicional en el tratamiento de imágenes e implica dividir las fotografías en varias regiones distintas que deben ser homogéneas con respecto a algunas propiedades específicas. No existe una solución global para segmentar todas las imágenes, pero sí soluciones específicas, como las imágenes texturizadas del iris. Es decir, existen diferentes softwares que resuelven las características de textura de las imágenes tomadas del iris.

Las variaciones de textura que pueden aparecer en la superficie del iris se agrupan, dependiendo de la forma y el tamaño, y se reconocen como: anillos, pliegues radiales o bóvedas. Otros se ven como una fuerte variación de color y se clasifican en puntos o regiones más oscuros o claros, algunos de estos se pueden ver en la figura 19 (Lodin and Demea, 2009).

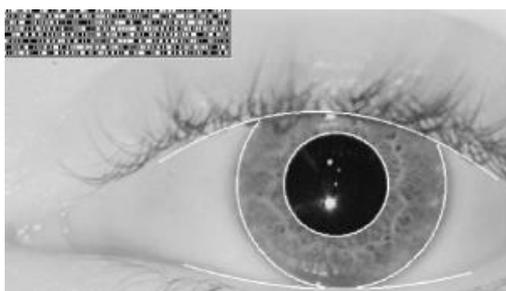


**Figura 19.-** a) pliegues, b) anillos, c) cambios de textura d) manchas oscuras, e) manchas claras  
f) manchas oscuras y claras en la misma imagen.

A continuación, describiremos algunos softwares de segmentación de imágenes:

#### 4.3.1. Demodulación por filtro Gabor Wavelet 2D (Daugman, 2009)

Este software demodula (recupera la información transportada por una onda portadora, que en el extremo transmisor fue modulada con dicha información) la imagen tomada del iris para extraer la información usando el sistema 2D Wavelet. Este sistema se basa en que cada bit que forma la imagen del iris se convierte en 1 o 0 según el signo de la integral 2D que realiza el sistema. Se calculan los bits de imagen y los de enmascaramiento, por oscurecimiento de los párpados, pestañas o reflejos. Es decir, puntos de la imagen que se caracterizan como ruido, para poder eliminarlos del análisis de la imagen y que no interfieran de forma negativa en los resultados obtenidos. Se obtiene así una imagen de flujo de bits que se puede observar en la figura 20.



**Figura 20.-** Resultado del patrón de bits por demodulación 2D de Wavelet.

Este sistema operativo tiene la ventaja de que, a pesar de un mal enfoque de la imagen, las características básicas del iris se pueden descifrar y un iris concreto no se puede confundir con otro.

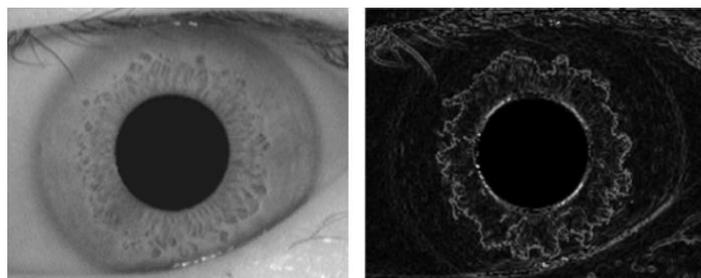
#### 4.3.2. Optimización de colonias de hormigas (Ma et al., 2009)

La optimización de colonias de hormigas o ACO es un sistema de gran robustez y efectividad que segmenta la imagen en regiones de píxeles con textura de fondo similar. Se trata de un algoritmo evolutivo que simula un enjambre de hormigas que se distribuyen en una matriz de dos dimensiones, al principio aleatoriamente, para después moverse en una dirección u otra según un vector de probabilidad de dirección y la dificultad de movimiento. El *vector de probabilidad de dirección* está definido por varias cuestiones:

- La hormiga tiende a mantener su dirección de movimiento, es decir, si viene del sur tenderá al ir al norte, en caso de que no pueda al noreste o noroeste, y así sucesivamente.
- Según la similitud entre píxeles vecinos, dada por la diferencia o similitud entre el gris de la celda en la que se encuentra la hormiga en cuestión y las celdas que la rodean. Cuanto más similar sea el gris de la celda de la hormiga a la celda adyacente, más probable será que ambas celdas pertenezcan a la misma clase.
- La similitud de texturas entre la celda central y las adyacentes. Esto refleja la distribución de la escala de grises entre pequeñas fracciones de la imagen adyacentes entre sí.

La *dificultad de movimiento* se define como un gradiente de gris que proporciona la medida del cambio de una parte a otra de la imagen. Por ejemplo, del cambio de un píxel que pertenece al objeto a otro que pertenece al fondo. Esto es importante para diferenciar los puntos que pertenecen al borde de la imagen, al fondo o al objeto que aparece en la misma.

Una vez que los parámetros de la imagen se introducen en el sistema, las supuestas hormigas comienzan a desplazarse según las variables que hemos explicado, dando un tiempo o número máximo de movimientos para este proceso. Las hormigas son sensibles a los cambios de textura del iris y segmentan la imagen de este según las diferentes texturas que van encontrando, como podemos ver en la figura 21.



**Figura 21.-** Imagen original y tras procesamiento con el operador ACO.

Este método demostró un alto rendimiento y capacidad de segmentación de la imagen. Se demostró que es mejor el uso de esta técnica que otras previas de segmentación de imágenes, ya que distingue mejor las diferentes regiones de textura del iris, como podemos observar en la figura 21.

#### 4.3.3. Analogía de flujo de agua (Othman and Satria Prabuwno, 2010)

En este estudio, la analogía del flujo de agua se usa para segmentar la imagen del iris, que es muy útil en imágenes médicas, como las del iris, ya que estas son muy complejas. Esta técnica tiene un método similar a ACO, por lo que no implica un alto coste computacional ni es demasiado compleja.

#### 4.4. Superposición con cartas de iridología, clasificación y reconocimiento de enfermedades

Después de obtener la imagen del iris normalizada y con todos los requisitos que hemos mencionado, se superpone con la carta de iridología más aceptada (Jogi and Sharma, 2014) para poder encontrar las posibles enfermedades que sufra el paciente en cuestión. En algunos estudios también se aplica una técnica difusa para análisis de la gravedad de los síntomas (Lai and Chiu, 2010) en el que se valoran el número y la proporción de signos característicos del iris, calculando así la gravedad general del paciente. Las regiones del iris de menos de 10 píxeles no tienen interés para el diagnóstico (Lodin and Demea, 2009) y el resultado final del proceso se representa como un diagrama de diagnóstico, señalando los problemas encontrados en los subsistemas del cuerpo del paciente.

##### 4.4.1. Enfermedades con posible iridodiagnos

La índole de las enfermedades con posible iridodiagnos es muy diversa, a continuación, describiremos algunos grupos de enfermedades y los estudios que hemos hallado de cada campo, describiendo su metodología para después valorar si nos parece la más adecuada en cada caso:

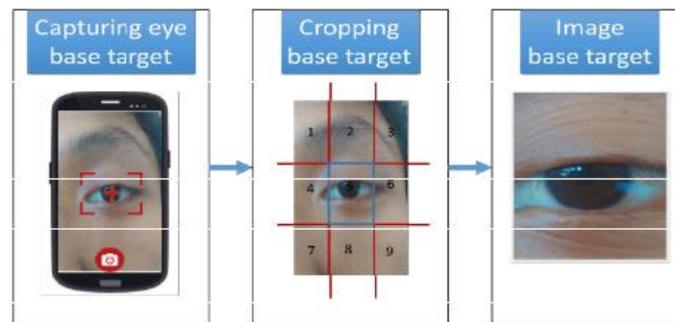
- Enfermedades cardíacas

La parte del iris que corresponde al corazón se localiza en el iris izquierdo entre las 2:00 h y las 3:00 h (Permatasari et al., 2017). Es muy importante la detección de enfermedades cardíacas antes de que irrumpa una enfermedad grave, ya que las enfermedades cardíacas son la principal causa de muerte en el mundo según la OMS y, además, a veces son enfermedades

silentes que pueden producirle al paciente una incapacidad futura bastante grave. En el estudio de Permatasari, se usó un método de análisis de componentes principales de la imagen del iris y un sistema basado en vectores, detectando los bordes del iris y extrayendo la región de interés del corazón. La máxima precisión de detección correcta de enfermos fue del 80%, realizando varios ajustes, para que la zona de interés fuera la óptima y estuviera normalizada en todos los iris.

Otros estudios como el de Martiana y colaboradores, refirieron hallar correctamente a un 86,4% de los pacientes con anomalías cardíacas (Martiana et al., 2017). Esto dependerá fundamentalmente del tipo de sistema operativo usado, la calidad de la imagen y la normalización de esta.

También han surgido algunos estudios que usan dispositivos inteligentes (*Smartphones*) para la captura de la imagen del iris (Kusumaningtyas et al., 2017) con una app que da las directrices pertinentes para obtener una imagen adecuada del iris, como se ve en la figura 22.



**Figura 22.-** Sistema de captura de imagen mediante app móvil.

La cámara del *Smartphone* deber ser al menos de 8Mp y solo se obtienen las imágenes del iris izquierdo, que es el que nos interesa para el estudio cardíaco. La imagen obtenida se procesa posteriormente, obteniendo una capacidad de diagnóstico del 45%, ya que el sistema de captura automático mediante la app es menos preciso que el manual, aunque sea más rápido. Es decir, podríamos realizar pequeños ajustes manuales de la imagen capturada para mejorar la capacidad de correcta identificación del sistema.

- **Congestión venosa**

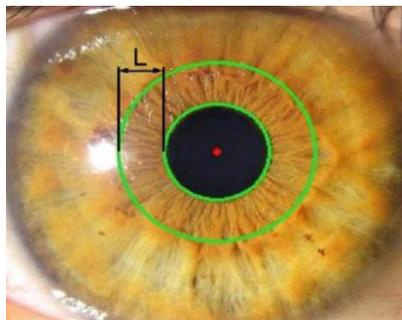
La congestión venosa sistémica en la insuficiencia cardíaca que resulta del aumento del volumen intravascular, ocasionado por un aumento de la presión diastólica ventricular. Esta congestión puede ser muy peligrosa, por lo que es importante advertirla precozmente.

Para detectar la congestión venosa, en algunos estudios (Yuan et al., 2013), se usa información de color. Se analizaron 884 iris y el método que se usó fue procesamiento informático con el que el sistema operativo seleccionaba el espacio de color de interés para detectar la congestión venosa (de las 7:00 h a las 11:00 h) mediante un método llamado HSI. Es decir, según el tono, saturación e intensidad de la zona de interés.

De los 884 iris analizados, sólo 42 presentaban congestión venosa. Por lo tanto, las muestras se dividieron en personas sin congestión venosa, con congestión venosa leve, moderada y severa. Cuanto más profunda es la congestión, mayor valor de S (saturación), y H (tono) tiende a 0,5, que define la escala de gris del iris. No se aportaron datos de la capacidad de correcto diagnóstico de este método.

- **Enfermedades del aparato digestivo**

Las enfermedades gastrointestinales son de gran mortalidad y producen grandes gastos en todo el mundo (Carrera and Maya, 2019). Hay entre 60 y 70 millones de personas afectadas por enfermedades digestivas solo en los Estados Unidos. La región del aparato digestivo se encuentra en el primer anillo alrededor de la pupila (figura 23). Esta zona será la región de interés para los cuatro estudios sobre iridodiagnos en enfermedades digestivas que hemos hallado:



**Figura 23.-** Zona gastrointestinal representada en el iris (Carrera and Maya, 2019).

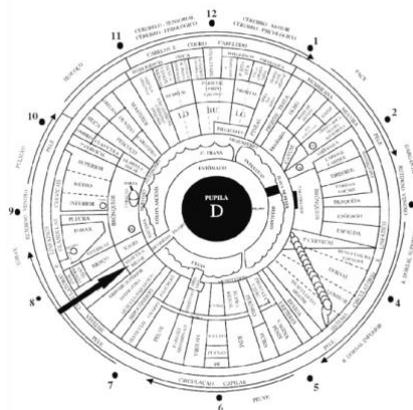
1. El primer estudio (Ma et al., 2013) relaciona la estructura geométrica del iris con enfermedades gastrointestinales. Se analizan diferentes deformaciones de la estructura del iris (redondez, diámetro y otras formas geométricas). Se obtuvieron 734 vídeos (302 de pacientes sanos y 432 de pacientes con enfermedades gastrointestinales) y se dividieron los pacientes enfermos según cinco enfermedades gastrointestinales diferentes (sangrado, úlcera, enteritis, cáncer de estómago e intestinal) con una capacidad de correcto diagnóstico del 83,6% para

enfermedades gastrointestinales y del 90,3% para la enteritis. También cabe destacar que la inflamación gastrointestinal se correlaciona con una contracción pupilar y el sangrado con la dilatación de la pupila.

2. El segundo estudio que encontramos se centró en la enfermedad de la dispepsia intestinal, una patología similar a la indigestión. La tasa de precisión fue del 95,45%.
3. El siguiente estudio (Dewi et al., 2017) logró una clasificación correcta del 87,5% de los pacientes estudiados (un total de 40 personas) que padecían algún desorden en el estómago.
4. El último estudio (Carrera and Maya, 2019) que hemos hallado estudió la imagen de 100 iris, usando una base de datos de 100 imágenes. Se usaron diferentes clasificadores para las imágenes y el mejor de ellos obtuvo una precisión de clasificación del 90%.

- **Enfermedades hepáticas y Diabetes Mellitus**

La enfermedad hepática es muy prevalente en diversos países. Según el sitio web oficial del Ministerio de Salud de la República de Indonesia, 30 millones de pacientes de este país padecen hepatitis B y hepatitis C (Herlambang et al., 2016). Esto se produce por falta de conocimiento de la enfermedad, por ello se considera importante el desarrollo de un método diagnóstico rápido como la iridología. El área del hígado se representa en el iris entre las 7:30 h y las 8:00 h, como marca la flecha de la figura 24.



**Figura 24.-** Mapa iridológico del iris derecho con la zona del hígado marcada con una flecha (Salles et al., 2008).

En este estudio (Herlambang et al., 2016) usaron 60 imágenes del iris derecho de los pacientes. El conjunto de imágenes obtenidas se divide en imágenes de prueba e imágenes de referencia.

Las *imágenes de prueba* se usaron para probar el éxito del programa en la detección de pacientes considerados normales (sin enfermedad hepática) y anormales (con enfermedad hepática), comprobando que para un determinado paciente clasificado previamente como sano o normal, la clasificación del programa es la misma, de igual modo que para un paciente con enfermedad hepática o anormal será reconocido por el programa como tal.

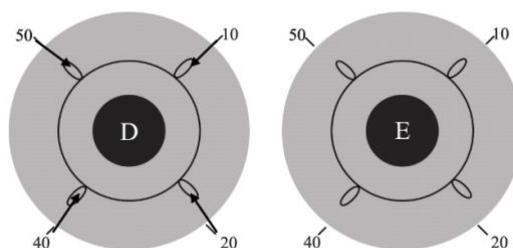
Por otro lado, las *imágenes de referencia* se usaron para obtener el porcentaje de correcto diagnóstico del programa.

Se utilizaron como imágenes de prueba 19 iris clasificados como normales y 16 como anormales. De las imágenes de referencia se obtuvieron 15 iris normales y 10 anormales. Se analizaron cuatro texturas diferentes de las imágenes obtenidas (contraste, homogeneidad, energía y correlación) obteniendo un porcentaje de éxito de la clasificación de un 91,42%.

Pasando a los datos encontrados de **Diabetes Mellitus**, cabe decir que es una de las enfermedades que con más frecuencia se ha intentado diagnosticar mediante iridología.

La Diabetes puede producir enfermedades *microvasculares*, causando ceguera o insuficiencia renal, y enfermedades *macrovasculares* como enfermedades coronarias o derrames cerebrales, como resultado del endurecimiento y estrechamiento de las arterias. A veces, la Diabetes tipo 2 no presenta signos y muchas personas con esta enfermedad no saben que la padecen. Por lo tanto, será importante encontrar un método como la iridología para realizar un diagnóstico temprano de Diabetes. Hemos hallado seis estudios diferentes que analizaremos a continuación:

1. En este primer estudio (Moradi et al., 2018) eligieron la DM para validar su método de diagnóstico, ya que la consideran una enfermedad que presenta signos manifiestos y otros ocultos. El principal desafío para quienes desarrollaron el estudio fue hallar una fuente de datos adecuada. Por ello, buscaron la suya propia con imágenes del iris del Hospital del ojo de Farabi. Este grupo usa como signo diagnóstico la cruz de Andreas (signo en forma de cruz que podemos ver en la figura 25 y que marca presencia de DM tipo 2).



**Figura 25.-** Dibujo del signo iridológico de la Cruz de Andreas (Salles et al., 2008).

Se utilizaron imágenes de 106 pacientes diabéticos y 124 controles sanos y obtuvieron una precisión máxima en la clasificación del 91,8%, demostrando que era mejor usar la cruz de Andreas para el diagnóstico de la zona del páncreas.

2. El segundo estudio (Adelina et al., 2017) usó la zona del páncreas para detectar DM. La tasa de éxito fue del 81,35%, usando 10 imágenes de iris de la que se obtuvieron las características de contraste, intensidad, homogeneidad y entropía (diferencia de intensidad dentro de la región de interés).
3. El siguiente estudio que encontramos (Samant and Agarwal, 2019) usó luz infrarroja y extrajeron 180 características diferentes de las imágenes del iris de 338 sujetos (180 con DM y 158 que no tenían diagnosticada DM previamente). La precisión máxima obtenida en este estudio fue del 89,97%.
4. Otro estudio que encontramos (Salles et al., 2008) pretendía relacionar los signos iridológicos de la DM con los diferentes factores de riesgo de la misma (obesidad, sedentarismo, herencia). Recolectaron a 97 personas mayores de 30 años diagnosticadas de DM y hallaron una prevalencia ajustada para los signos iridológicos del 98% para la señal del páncreas y del 89% para la cruz de Andreas, asegurando que ambas presentaban asociación significativa con los factores de riesgo de la DM.
5. En otro de los estudios encontrados (Samant and Agarwal, 2019) se seleccionan nueve clasificadores diferentes y se analizan seis parámetros: precisión, eficacia, sensibilidad, especificidad, puntaje F y área bajo la curva para cada clasificador de imágenes. Se obtiene así, el que presenta una mejor precisión de diagnóstico para clasificar a 334 sujetos, 84 sin DM y 250 con DM (divididos en tres grados según la duración de la enfermedad). La precisión máxima resultó ser de un 95% de diagnóstico correcto.
6. El último estudio que encontramos (Prayitno et al., 2017) trató de evaluar el daño renal producido por DM, ya que esta enfermedad puede dar complicaciones en el riñón en la etapa temprana. Se obtuvo la imagen mediante una grabación de vídeo de uno o dos minutos y se observó el iris de 47 pacientes (31 con DM y 16 sin esta enfermedad), comprobando que el 76% de ellos se clasificaron correctamente ya que presentaban relación entre la complicación renal producida y la imagen del iris.

- Alzheimer

Las personas que padecen la enfermedad de Alzheimer presentan, en ocasiones, marcas en la zona del iris que corresponde al cerebro (quinto anillo del iris). En el estudio que hallamos (Hernandez et al., 2018), se analizó el color de esta zona y de otras tres zonas que se

definieron fundamentales para detectar el Alzheimer. Los parámetros que se usaron fueron el contraste medio de desviación estándar, la entropía y la uniformidad del histograma de la imagen del iris. Tras realizar el pre-procesamiento de la imagen se obtuvo una precisión en la clasificación de los pacientes del 63%. Se estudiaron los iris de 92 personas en total, entre personas con Alzheimer y sin la enfermedad.

Los realizadores de este estudio declararon que el mayor error obtenido en su estudio se debía a la diferente iluminación que se podría dar al tomar las imágenes del iris. Esto provoca variaciones en el tamaño de la pupila que inducen error en la detección de marcas, ya que, si la pupila se contrae o se dilata, la parte del iris que queda visible en cada caso es diferente como se ve en la figura 26.



**Figura 26.-** Imágenes de un mismo iris tomadas con diferente iluminación (Yuan et al., 2013)

En sus conclusiones afirman que para hacer más robusto el sistema de detección se debería tener acceso a una base de datos con mayor número de imágenes del iris y también afirman que se pueden incluir mejoras en la captura de la imagen, que es ligeramente mejorable.

- **Cáncer**

Algunos autores (Münstedt et al., 2005) realizaron un estudio de casos y controles prospectivo con 68 casos y 42 controles, en los que las imágenes del iris fueron examinadas por un iridólogo experto que no tenía datos de los pacientes (estudio ciego). El iridólogo arrojó tres diagnósticos posibles y diferentes para cada paciente, que posteriormente, se compararon con el historial médico del paciente. Los resultados afirmaron que el iridólogo solo realizó correctamente el diagnóstico de tres personas en total, por lo que la sensibilidad del estudio fue de 0,04.

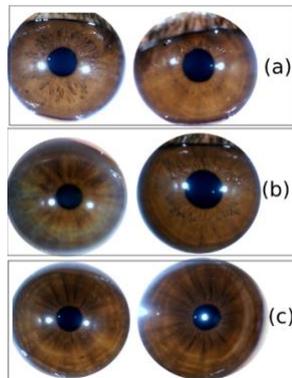
- **Estrés**

Hallamos un estudio que correlaciona las imágenes del iris con el estrés de la persona (Haider et al., 2019). El estrés es una patología difícil de detectar. En el estudio repasaron los métodos que se usan más comúnmente, pero estos no dan muy buenos resultados y además tienen un coste económico alto.

Los signos del iris que se relacionan con el estrés son finos anillos nerviosos que se localizan en diferentes áreas del iris (esto indica el órgano sometido a estrés). Además, según el color de las líneas sea blanco o negro, se relaciona con hiperactividad o debilidad, correspondientemente. Se usó un procesador de alto rendimiento y un sistema inteligente de identificación de estrés para clasificar las imágenes del iris de los pacientes en tres niveles:

- Sin estrés (sin anillos)
- Estrés leve (cuatro o menos anillos)
- Estrés crónico cuando hay muchos anillos y que puede representar una amenaza de crisis nerviosa.

Los diferentes niveles de estrés según el iris podemos apreciarlo en la figura 27.



**Figura 27.-** Diferentes niveles de anillos nerviosos en el iris (a: sin estrés, b: estrés leve y c: estrés crónico).

Se sometieron al estudio 90 personas y se clasificaron con precisión el 98% de ellos. Este sistema logró clasificar correctamente a 40 pacientes con estrés y 50 sin estrés.

- **Otras enfermedades**
  1. Enfermedades **vaginales**: encontramos un estudio (Nor'aini et al., 2013) en el que se analizaron los iris derechos de 20 mujeres casadas, sanas y sin VPH (Virus del papiloma humano). Se obtuvieron los patrones del iris con una capacidad de reconocimiento de enfermedades a este nivel del 80%.
  2. Enfermedades **renales**: el estudio que hallamos (Hussein et al., 2013) dividió las imágenes del iris en personas sin enfermedad renal (168) y pacientes de enfermedad renal (172). El 93% de las personas sanas fueron reconocidas correctamente y el 87% de las personas con enfermedad renal fueron detectadas correctamente.

3. **Intoxicaciones:** este estudio (Oginawati and Pratama, 2016) detectó la intoxicación por organoclorados causada por consumo de agua contaminada. Se dividió a los participantes en dos grupos etarios (adultos y niños) con diez personas en cada grupo obteniendo unos resultados del 67% de niños con signos de intoxicación y un 53% de adultos. Sin embargo, este estudio no da información de la fiabilidad de la iridodiagnosís para detectar intoxicaciones.

## 5. DISCUSIÓN

La iridología ha sido una ciencia muy controvertida desde sus inicios, ya que siempre ha presentado seguidores y detractores. Las opiniones que hallamos en contra de la iridología tienen fundamentos diversos. Por ejemplo, se han realizado estudios en los que se les pregunta a estudiantes la opinión que tienen a cerca de la iridología (Çetinkaya et al., 2015) siendo el resultado muy negativo. Otros (Greasley, 2010) afirman que se trata de una pseudociencia sin valor diagnóstico, aunque los métodos de algunos naturópatas pueden servir para promocionar la salud.

También ha habido autores (Murphy and Paul-Murphy, 2000) que han realizado una revisión bibliográfica de todos los escritos de iridología hasta su fecha de estudio (1998), hallando 77 publicaciones, encontrando que la mayoría de estos escritos defendían la iridología pero se realizaron sin controles o sin cegar al observador.

En esta línea, también encontramos la revisión de Salles y Silva (Salles and de Silva, 2008) que analiza cuatro trabajos que tratan de diagnosticar enfermedades diversas mediante iridología, considerándola una herramienta de diagnóstico inútil por arrojar resultados similares al diagnóstico al azar.

También cabe destacar del total de 7 estudios que declaran inútil la iridología, uno que analiza 58 casos y 42 controles, obteniendo que el diagnóstico realizado por un iridólogo experto cegado es similar al realizado al azar.

Gracias a estos autores y a nuestra propia documentación, podemos asegurar que el diagnóstico manual de un iridólogo es algo complejo y que requiere mucha práctica. En muchas ocasiones, el diagnóstico emitido por estos se logra por la integración de una buena anamnesis con los signos oculares y otros signos que pueda presentar el paciente (Buchanan et al., 1996) y que apoyen lo observado en el iris (dejaría de ser un estudio ciego).

Sin embargo, las nuevas tecnologías se han vuelto un aliado para esta ciencia y todavía algunos autores confían en que el desarrollo de sistemas operativos inteligentes evite el sesgo producido por el observador, localice exactamente la región que corresponde a cada órgano, y pueda dar una orientación de la patología que presenta el paciente. Así, estaríamos

consiguiendo una herramienta de cribado rápida, inocua, sencilla y capaz de detectar debilidad en órganos previa a la irrupción de una enfermedad.

Los sistemas de captura y tratamiento de imágenes son variados, pero la mayoría de ellos consiguen obtener imágenes de calidad y buena capacidad para comparar la región de interés con las cartas iridológicas. Consideramos que pueden ser equiparables unos a otros, usando en cada ocasión el sistema que mejor se adapte a nuestras necesidades y medios disponibles. No obstante, cabe destacar que la mayoría de las veces que se ha visto disminuida la calidad del diagnóstico ha sido por la captura de una imagen del ojo de baja calidad o por errores en la segmentación del iris (por lo tanto, son estos los principales puntos a mejorar de los sistemas operativos actuales).

Gracias a este desarrollo de inteligencia artificial, hallamos numerosos estudios muy novedosos que incluyen alta tecnología para reconocer posibles enfermedades en el iris y que arrojan niveles de correcta clasificación bastante considerables. No obstante, tenemos que analizar cuales de ellos están realizados con una muestra de un tamaño adecuado y correctamente controlada, para no incurrir en el error de un estudio sesgado.

A modo de resumen, hallamos en total 33 estudios a favor de la iridología, de los cuales:

- 15 no dieron datos de precisión ni detalles de la metodología (número de personas estudiadas o si se trataba de un estudio cegado).
- 6 daban datos de precisión con valores entre el 45% y el 95,45% pero no daban datos claros de la metodología seguida ni del tamaño de muestra usado.
- 12 dieron datos tanto de porcentaje de correcto diagnóstico como de tamaño de muestra utilizada. Sin embargo, el tamaño de muestra solo era mayor o igual a 100 personas en 7 estudios, cuyos datos de correcto diagnóstico resultaron entre el 82% y 95,81%.

En general, los estudios a favor y en contra de la iridología se pueden ver reflejados en la tabla 2.

**Tabla 2.-** Resumen estudios a favor y en contra de la iridología.

<b>A favor</b> <b>33 estudios</b>	No aportan muestra ó % correcto diagnóstico	21
	Aportan muestra y % correcto diagnóstico	12
	Aportan muestra (más de 100 personas) y % correcto diagnóstico	7 (82%-95,81%)
<b>En contra</b> <b>7 estudios</b>	Artículos de opinión	4
	Revisiones	2
	Estudio de casos y controles	1

## 6. CONCLUSIONES

1. La base racional, sobre la que se fundamenta la iridología, es clara y está expuesta en libros y artículos.
2. Existen diversas opiniones muy opuestas sobre la iridología. No obstante, hoy en día, ésta es una materia un tanto olvidada o incluso omitida por muchos profesionales de la salud, aunque varios estudios demuestran que es útil para el diagnóstico.
3. Se observa una evolución insuficiente de la iridología en numerosos casos y una metodología poco transparente y no muy rigurosa. Esta situación impide saber si realmente se trata de una buena herramienta diagnóstica, obstaculiza el desarrollo de la materia y evita que se pueda usar en el día a día de muchos profesionales de la salud.
4. Las nuevas tecnologías en la iridología eliminan la subjetividad de la materia y permiten que pueda usarse como un método rápido de cribado y orientación en el diagnóstico de diversas enfermedades.
5. Se puede afirmar que los estudios sobre el tema, a favor y en contra, están relativamente igualados y, en ocasiones, estas posturas se deben a ideas preconcebidas por los autores.
6. Tras su revisión completa, se concluye que los nuevos métodos son muy precisos, pero no se están aprovechando de forma adecuada, ya que la mayoría de los estudios en los que se han aplicado están sesgados en otros aspectos. Por ello, el futuro de la iridología debería basarse en la correcta aplicación e investigación con ayuda de los sistemas inteligentes que ya se han desarrollado, siendo esta una posible extensión de este estudio.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Adelina DC, Sigit R, Harsono T, Rochmad M. Identification of diabetes in pancreatic organs using iridology. Proc - Int Electron Symp Knowl Creat Intell Comput IES-KCIC 2017 2017;2017-Janua:114–9. <https://doi.org/10.1109/KCIC.2017.8228573>.
- Amerifar S, Targhi AT, Dehshibi MM. Iris the picture of health: Towards medical diagnosis of diseases based on iris pattern. 10th Int Conf Digit Inf Manag ICDIM 2015 2016:120–3. <https://doi.org/10.1109/ICDIM.2015.7381861>.
- Berdonces JL. El gran libro de la iridología. 4ªed. Barcelona: RBA; 2000.
- Buchanan TJ, Sutherland CJ, Strettle RJ, Terrell TJ, Pewsey A. An investigation of the relationship between anatomical features in the iris and systemic disease, with reference to iridology. Complement Ther Med 1996;4:98–102. [https://doi.org/10.1016/S0965-2299\(96\)80025-2](https://doi.org/10.1016/S0965-2299(96)80025-2).
- Carrera E V., Maya J. Computer aided diagnosis of gastrointestinal diseases based on

- iridology. *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 895, Springer Verlag; 2019, p. 531–41. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5_40).
- Çetinkaya E, Turgut H, Duru MK. The effect of the context of Science, pseudoscience demarcation on the science perceptions of secondary school students: The case of iridology. *Egit ve Bilim* 2015;40:1–18. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.3127>.
  - Daugman J. How Iris Recognition Works. *Essent Guid to Image Process* 2009;14:715–39. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374457-9.00025-1>.
  - Dewi AK, Novianty A, Purboyo TW. Stomach disorder detection through the Iris Image using Backpropagation Neural Network. 2016 Int Conf Informatics Comput ICIC 2016 2017:192–7. <https://doi.org/10.1109/IAC.2016.7905714>.
  - Dimieri LD, Gasaneo G. Aspectos físicos de la visión humana. Editorial. España: 2018.
  - Ernst E. Iridology : A Systematic Review 1999:7–9.
  - Geneser F. *Histología*. 3ªed. Buenos Aires: 2005.
  - Gómez Estrada O. *Cristalino*. 2014.
  - Greasley P. Is evaluating complementary and alternative medicine equivalent to evaluating the absurd? *Eval Heal Prof* 2010;33:127–39. <https://doi.org/10.1177/0163278710361923>.
  - Haider A, Hussain T, Agha A, Khan B, Rashid F, Muzamil S, et al. An Iris based Smart System for Stress Identification. 1st Int. Conf. Electr. Commun. Comput. Eng. ICECCE 2019, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019. <https://doi.org/10.1109/ICECCE47252.2019.8940707>.
  - Hart M. *ADLER Fisiología del ojo*. 8ªed. San José: 1988.
  - Herlambang RGANP, Isnanto RR, Ajub AZ. Application of liver disease detection using iridology with back-propagation neural network. ICITACEE 2015 - 2nd Int Conf Inf Technol Comput Electr Eng Green Technol Strength Inf Technol Electr Comput Eng Implementation, Proc 2016:123–7. <https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2015.7437783>.
  - Hernandez F, Vega R, Tapia F, Morocho D, Fuertes W. Early detection of Alzheimer’s using digital image processing through iridology, an alternative method. *Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist.*, vol. 2018- June, IEEE Computer Society; 2018, p. 1–7. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399151>.
  - Hernández F, Vega R, Tapia F, Morocho D, Fuertes W. Early detection of Alzheimer’s using digital image processing through iridology, an alternative method. *Adv Sci Technol Eng Syst* 2019;4:126–37. <https://doi.org/10.25046/aj040317>.
  - Hussein SE, Hassan OA, Granat MH. Assessment of the potential iridology for diagnosing kidney disease using wavelet analysis and neural networks. *Biomed Signal Process Control*

- 2013;8:534–41. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2013.04.006>.
- Jogi SP, Sharma BB. Methodology of iris image analysis for clinical diagnosis. 2014 Int Conf Med Imaging, m-Health Emerg Commun Syst MedCom 2014 2014:235–40. <https://doi.org/10.1109/MedCom.2014.7006010>.
  - Kusumaningtyas EM, Barakbah AR, Hermawan AA, Candra SR. Auto cropping for application of heart abnormalities detection through Iris based on mobile devices. Proc - Int Electron Symp Knowl Creat Intell Comput IES-KCIC 2017 2017;2017-Janua:108–13. <https://doi.org/10.1109/KCIC.2017.8228572>.
  - Lai CL, Chiu CL. Health examination based on iris images. 2010 Int Conf Mach Learn Cybern ICMLC 2010 2010;5:2616–21. <https://doi.org/10.1109/ICMLC.2010.5580885>.
  - Lodin A, Demea S. Design of an iris-based medical diagnosis system. 2009 Int Symp Signals, Circuits Syst ISSCS 2009 2009:1–4. <https://doi.org/10.1109/ISSCS.2009.5206187>.
  - Ma L, Wang K, Zhang D. A universal texture segmentation and representation scheme based on ant colony optimization for iris image processing. Comput Math with Appl 2009;57:1862–8. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.10.012>.
  - Ma L, Zhang D, Li N, Cai Y, Zuo W, Wang K. Iris-based medical analysis by geometric deformation features. IEEE J Biomed Heal Informatics 2013;17:223–31. <https://doi.org/10.1109/TITB.2012.2222655>.
  - Martiana KE, Barakbah AR, Akmilis SS, Hermawan AA. Auto cropping on iris image for iridology using histogram analysis. 2016 Int Conf Knowl Creat Intell Comput KCIC 2016 2017a:42–6. <https://doi.org/10.1109/KCIC.2016.7883623>.
  - Martiana KE, Barakbah AR, Akmilis SS, Hermawan AA. Application for heart abnormalities detection through Iris. Proc - 2016 Int Electron Symp IES 2016 2017b:315–22. <https://doi.org/10.1109/ELECSYM.2016.7861024>.
  - Moradi P, Nazer N, Ahmadi AK, Mohammadzade H, Jafari HK. Discovering Informative Regions in Iris Images to Predict Diabetes. 2018 25th Iran Conf Biomed Eng 2018 3rd Int Iran Conf Biomed Eng ICBME 2018 2018:1–6. <https://doi.org/10.1109/ICBME.2018.8703564>.
  - Münstedt K, El-Safadi S, Brück F, Zygmunt M, Hackethal A, Tinneberg HR. Can iridology detect susceptibility to cancer? A prospective case-controlled study. J Altern Complement Med 2005;11:515–9. <https://doi.org/10.1089/acm.2005.11.515>.
  - Murphy CJ, Paul-Murphy J. Iridology. Not useful and potentially harmful. Arch Ophthalmol 2000;118:1141. <https://doi.org/10.1001/archopht.118.1.120>.
  - Nor'aini AJ, Rohilah S, Azilah S. Classification of iris regions using principal component

- analysis and support vector machine. IEEE ICSIPA 2013 - IEEE Int Conf Signal Image Process Appl 2013:134–9. <https://doi.org/10.1109/ICSIPA.2013.6707991>.
- Oginawati K, Pratama MA. Identification and level of organochlorine insecticide contamination in groundwater and iridology analysis for people in Upper Citarum cascade. J Phys Conf Ser 2016;694. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/694/1/012078>.
  - Othman Z, Satria Prabuwno A. Preliminary study on iris recognition system: Tissues of body organs in iridology. Proc 2010 IEEE EMBS Conf Biomed Eng Sci IECBES 2010 2010:115–9. <https://doi.org/10.1109/IECBES.2010.5742211>.
  - Permatasari LI, Novianty A, Purboyo TW. Heart disorder detection based on computerized iridology using support vector machine. ICCEREC 2016 - Int Conf Control Electron Renew Energy, Commun 2016, Conf Proc 2017:157–61. <https://doi.org/10.1109/ICCEREC.2016.7814983>.
  - Perner P. Standardization in IRIS diagnosis. Proc - 2015 IEEE 2nd Int Conf Cybern CYBCONF 2015 2015:212–7. <https://doi.org/10.1109/CYBConf.2015.7175934>.
  - Prayitno A, Wibawa AD, Purnomo MH. Early detection study of Kidney Organ Complication caused by Diabetes Mellitus using iris image color constancy. Proc 2016 Int Conf Inf Commun Technol Syst ICTS 2016 2017:146–9. <https://doi.org/10.1109/ICTS.2016.7910289>.
  - Rita M. Iridology : Another Look 1982:35–43.
  - Salles LF, Silva MJP da, Araújo EAC de. The prevalence of iridologic signs in individuals with Diabetes Mellitus. Acta Paul Enferm 2008;21:474–80. <https://doi.org/10.1590/s0103-21002008000300015>.
  - Salles LF, de Silva MJP. Iridology: A systematic review. Rev Da Esc Enferm 2008;42:585–9. <https://doi.org/10.1159/000021201>.
  - Samant P, Agarwal R. Analysis of computational techniques for diabetes diagnosis using the combination of iris-based features and physiological parameters. Neural Comput Appl 2019;31:8441–53. <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04551-9>.
  - Samant P, Agarwal R. Machine learning techniques for medical diagnosis of diabetes using iris images. Comput Methods Programs Biomed 2018;157:121–8. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2018.01.004>.
  - Um JY, An NH, Yang GB, Lee GM, Cho JJ, Cho JW, et al. Novel approach of molecular genetic understanding of iridology: Relationship between iris constitution and angiotensin converting enzyme gene polymorphism. Am J Chin Med 2005;33:501–5. <https://doi.org/10.1142/S0192415X05003090>.
  - Wilson Pauwels L. Nervios craneales: en la salud y en la enfermedad. Panamerica. 2003.

- WULFF VJ. Physiology of the compound eye. *Physiol Rev* 1956;36:145–63.  
<https://doi.org/10.1152/physrev.1956.36.2.145>.
- Yuan WQ, Chang L, Sun X, Teng H. Venous Congestion Detection Method Based on HSI Color Space 2013:378–85.