

## ASTIGMATISMO

### CONCEPTO

El astigmatismo es un error de refracción en el que la luz que llega al ojo no se reúne en un punto focal debido a una diferente refracción en los distintos meridianos del ojo.

Es debido a irregularidades en la curvatura de las superficies ópticas (en ojos sanos es el único de importancia práctica), a descentramiento entre ellas o a una diferencia en el índice de refracción del cristalino.

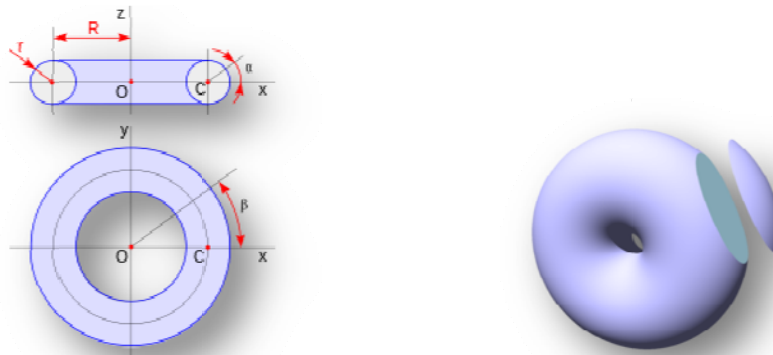
Se distinguen dos tipos fundamentales de astigmatismo:

- Astigmatismo regular.  
Depende de la presencia de una curvatura toroidal, en vez de esférica, en las superficies refractantes del ojo, por lo que el poder de refracción sufre incrementos uniformes de un meridiano a otro y además cada meridiano tiene una curvatura uniforme.  
Puede corregirse con lentes cilíndricas.
- Astigmatismo irregular.  
Existen irregularidades en la curvatura de los meridianos que no forman una figura geométrica.  
Se observa en enfermedades corneales y en la esclerosis lenticular.  
Además este astigmatismo puede ser oblicuo, si los meridianos principales no están en la horizontal y vertical, y bioblicuo, si los meridianos principales no forman ángulos rectos.  
No se compensa con lentes cilíndricas, pero en ocasiones sí con lentes de contacto.



## ASTIGMATISMO REGULAR

Como ya se ha indicado depende de la presencia de una curvatura toroidal en las superficies refractantes del ojo.



### Componentes

- Astigmatismo de curvatura
- Astigmatismo por descentramiento
- Astigmatismo de índice

#### 1. *Astigmatismo de curvatura*

a) *Astigmatismo de curvatura de la superficie anterior de la córnea.*

Aparece fisiológicamente y es el responsable de la mayoría de los astigmatismos.

El Valor "normal" es de 0,5-0,75 dioptrías de diferencia entre los dos meridianos principales. Más de una dioptría se considera patológico.

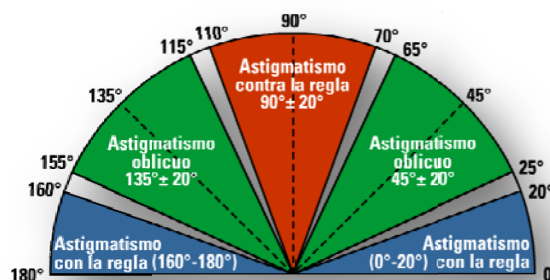
En el 90% de los casos el meridiano de menor curvatura es horizontal.

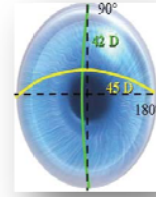
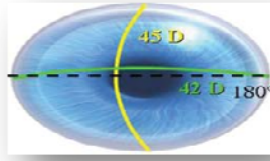
Si el meridiano de menor curvatura es horizontal o no se aleja más de 30° de ella, se denomina astigmatismo directo; si lo sobrepasa y el meridiano de menor curvatura está cerca de la vertical se denomina astigmatismo inverso o contra la regla.

Se detecta bien como el queratoscopio, aunque es difícil distinguir diferencias si es menor de 2,5 dioptrías.

La tendencia fisiológica de presentar astigmatismo no está dilucidada. Se implica a factores de crecimiento, el peso de los párpados, la presión intraocular...

En el glaucoma suele producirse un astigmatismo inverso, lo mismo que tras la intervención de catarata con incisión vertical.





b) *Astigmatismo de la superficie posterior de la cornea.*

Esta menos estudiado. Tiene un valor de aproximadamente 0,25-0,50 dioptrías y al ser inverso compensa en parte el producido por la superficie corneal anterior.

c) *Astigmatismo de ambas caras de cristalino.*

Aunque su presencia es frecuente, suele ser de menor intensidad que el corneal y en general contrario a aquel, con el meridiano de más curvatura horizontal.

## 2. *Astigmatismo por descentramiento*

Es constante y fisiológico pues las superficies ópticas no están geoméricamente centradas y particularmente el cristalino, que se encuentra rotado según un eje vertical, estando su borde nasal de 3 a 7 ° anterior al borde temporal y según un eje horizontal, con el borde superior anterior al borde inferior.

Tiende a compensar el astigmatismo directo corneal.

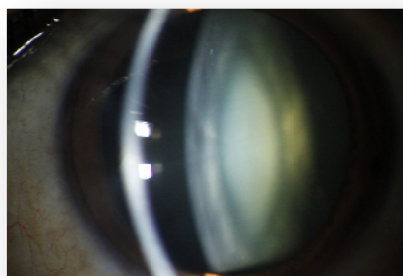
Su cantidad es de 0,1 dioptrías para una pupila de 2 mm de diámetro.

En la sus luxaciones y sub luxaciones de cristalino es muy importante.

## 3. *Astigmatismos de índice*

Debido a causa cristaliniana por la desigualdad en el índice de refracción de sus laminillas.

En la esclerosis senil es más evidente.



En general el astigmatismo total es debido a la superficie anterior corneal, pero el astigmatismo residual que tiende a neutralizar aquel puede ser importante (superficie posterior corneal, superficie del cristalino, descentramiento variaciones en la refracción del cristalino).

La regla de Javal relaciona, aunque de forma imprecisa, el astigmatismo subjetivo ( $A_{st}$ ) y el queratométrico o corneal ( $A_{stc}$ ), siendo  $K = 0.50$  contra la regla:

$$A_{st} = K + 1,25 \cdot A_{stc}$$

### Incidencia

Es muy difícil de precisar, pues como el astigmatismo fisiológico siempre está presente, depende del valor normal dado a este para hallar la frecuencia: con hasta 0,50 D aproximadamente el 14% de la población lo presenta.

### Sexo

No está dilucidada la diferencia entre sexos, no sabiéndose si es mayor la frecuencia en hombres o mujeres.

### Tipo

El tipo de astigmatismo más frecuente es el miópico o hipermetrópico compuesto.

### Grado

No suele ser mayor de 1-1.5 dioptrías, aunque pueden presentarse grandes valores.

### Relación con los diferentes estados de refracción esférica

En General cuanto mayor es la ametropía esférica más frecuente es la presencia de astigmatismo:

- En astigmatismos de 0,5-1 D la distribución es homogénea entre refracciones de +3,5-5D; por encima de ellos la frecuencia aumenta lentamente en la hipermetropía y bruscamente en la miopía.
- Los astigmatismos de más de 1 D son menos frecuentes en refracciones esféricas de +1.25D y conforme aumenta el defecto esférico lo hace la frecuencia e intensidad de astigmatismo. Es más marcado en hipermétropes. Para algunos el astigmatismo contra la regla es más frecuente en hipermétropes y para otros en miopes.

### Dirección del meridiano de más curvatura

- En niños y adultos suelen ser el meridiano vertical (directo).
- Sobre los 50 años es más frecuente el oblicuo y horizontal.
- Sobre los 70-80 años es el horizontal (inverso).

### Simetría

En General es simétrico en grado y eje, aunque en el 30% de los casos el astigmatismo es unilateral. Cuando esto ocurre el error es menor que si fuera bilateral.

### Herencia

Autonómica dominante.

### Variación del astigmatismo con la edad

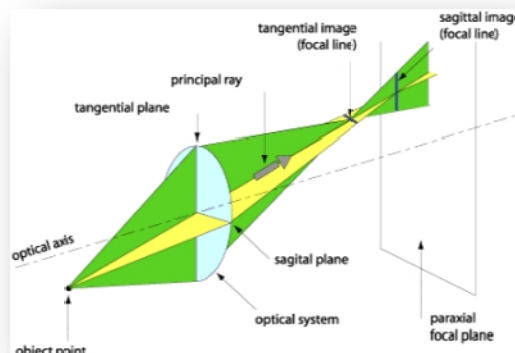
En los primeros años de vida suele existir un débil astigmatismo directo, pero poco a poco disminuye e incluso se hace inverso, que es lo más frecuentemente encontrado en los adultos.

### Condiciones ópticas

Se recuerda que en un sistema astigmático existen dos líneas focales, correspondientes al meridiano de mayor y menor curvatura, y un intervalo focal, tanto mayor cuanto lo es el grado de astigmatismo.

La imagen de un punto nunca será otro punto sino:

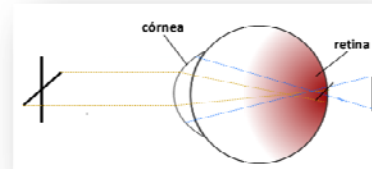
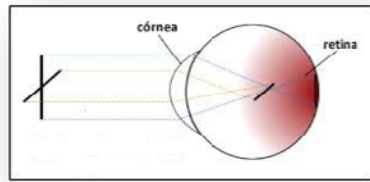
- Una línea, si cualquiera de las líneas focales cae la retina, provocando distorsión.
- Un círculo de menor difusión, provocando una imagen borrosa.
- Una elipse, que provoca distorsión más la imagen borrosa.
- 



Dependiendo de la posición de las líneas focales el astigmatismo se clasifica en:

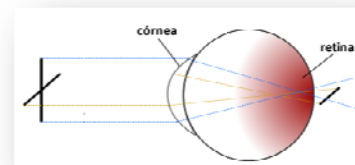
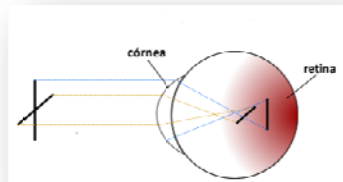
**1. Astigmatismo simple.**

Una línea focal se encuentra sobre la retina y la otra delante (miópico) o detrás (hipermetrópico).



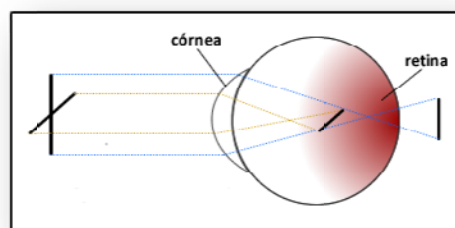
**2. Astigmatismo compuesto.**

Ninguna de las dos líneas focales se encuentra sobre la retina: ambas están por delante (miópico) o detrás (hipermetrópico).



**3. Astigmatismo mixto.**

Una línea focal está delante y la otra detrás de la retina, por lo que un meridiano es hipermetrópico y el otro miope.



Astigmatismo y visión de cerca

- La acomodación puede alterar la naturaleza de la imagen observable en el astigmatismo.

Una línea focal hipermetrópica puede ser llevada a la retina, lo que es posible solo en el astigmatismo hipermetrópico y en el mixto.

En el astigmatismo miópico esto solo puede acontecer si el objeto está situado más cerca del punto remoto.

- Astigmatismo acomodativo o Astigmatismo de cerca.

La acomodación varía en un 10% aproximadamente el defecto astigmático (efecto acomodativo total) y el eje (aproximadamente 5º de extorsión).

Sería debido a la inclinación y rotación del cristalino, a la contracción irregular de músculo ciliar (Astigmatismo lenticular dinámico) y a deformación de la cornea por la acción de los músculos extrínsecos e intrínsecos (acomodación del afáquico).

### Visión en el astígmata

Es muy típica pues su visión es siempre borrosa.

En el caso del Astigmatismo hipermetrópico o mixto puede conseguirse enfocar una línea focal y así la visión no es borrosa aunque si distorsionada.

En General el meridiano más emétrope es el elegido o la línea focal que de mejor visión según la forma del objeto que se mire.

La agudeza visual sin corrección resulta afectada por igual ya sea el astigmatismo miópico o hipermetrópico. En bajos grados la pérdida de agudeza visual no es muy intensa, pero en los altos sí. Además hay que tener en cuenta que en los prototipos de Snellen predominan las líneas verticales y por lo tanto la agudeza visual será mayor si el eje positivo es vertical, intermedia si es oblicuo y peor si es horizontal.

La agudeza visual corregida es Buena en casos débiles pero se ve muy afectada en los altos grados, sobre todo si el astigmatismo es oblicuo y no se corrigió pronto, dando lugar a una ambliopía astigmática, la cual es más frecuente en los astigmatismos hipermetrópicos.

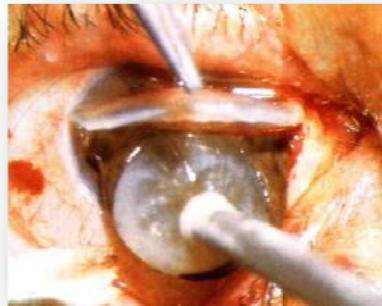
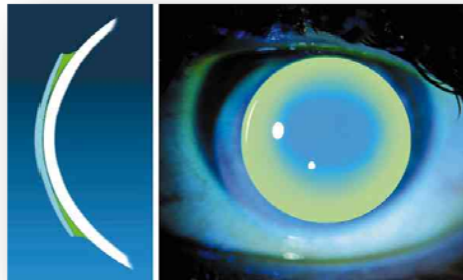
### Síntomas

- Visuales, ya estudiados.
- Síndrome de fatiga ocular, más frecuente en los astigmatismos hipermetrópicos y mixtos.
- Tortícolis o posición inclinado de la cabeza, presente en los astigmatismos oblicuos y cuya finalidad es la distorsión y actual como hendidura estenopéica palpebral.

## ASTIGMATISMO REGULAR ADQUIRIDO

Es de poca importancia clínica:

- Cirugía de cataratas, estrabismo, ptosis, desprendimiento de retina...  
En General se reduce el diámetro vertical corneal.
- Cirugía del pterigium, en cuyo caso antes de resecarlo el diámetro horizontal es menor y tras la cirugía aumenta.
- Uso abusivo de lentes de contacto.





## ASTIGMATISMO IRREGULAR

Puede ser:

### Corneal

Es el más frecuente y puede ser debido a:

- *Keratocono.*

La cornea adquiere una forma de cono con su vértice algo por debajo del centro.

El ojo suele ser miope y presentar un Astigmatismo fuerte.

Es muy variable en su evolución al ser progresivo.

La corrección es muy difícil. Con la retinoscopia se ve un centro pupilar con una sombra redondeada que se mueve al mover el Espejo.

El tratamiento consiste en lentes de contacto, anillos corneales e incluso queratoplastia.



- *Cicatrices corneales*

En los procesos cicatriciales corneales secundarios a traumatismos, inflamaciones, úlceras o procesos degenerativos.

El defecto visual es mayor al existir opacidades a dicho nivel.



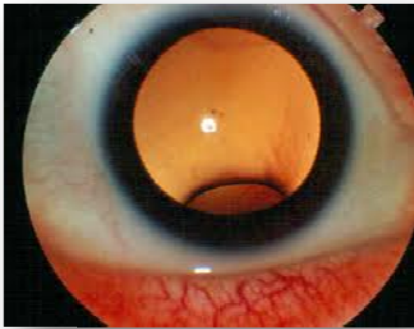
## Cristaliniano

Es muy raro y puede ser:

- *De curvatura.*

Suele ser en general congénito: colobomas, lenticono, subluxación...

No es corregible con lentes de contacto por lo que solo se puede mejorar con gafas o intervención quirúrgica.



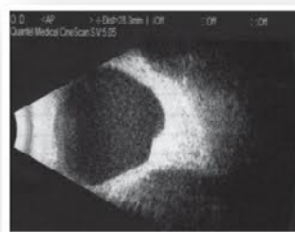
- *De índice*

Se observa en la maduración de las cataratas.

## Retiniano

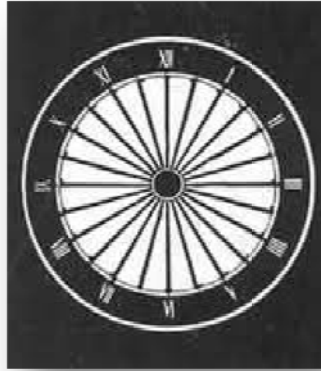
Es rarísimo.

Aparece cuando la retina está deformada por tumores, estafilomas...



## DIAGNÓSTICO DEL ASTIGMATISMO

### 1. Esfera Astigmática y Optotipos Astigmáticos.



### 2. Esciасcopia.

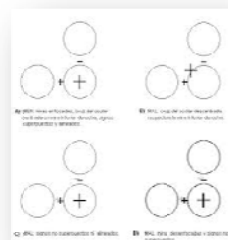


### 3. Oftalmometría:

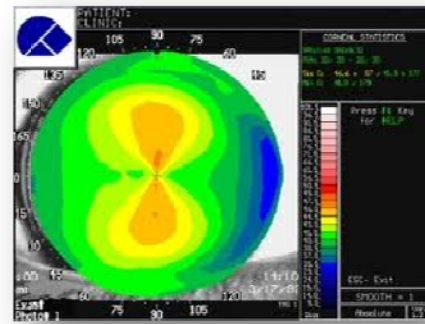
#### - Oftalmómetro de Javal.



#### - Oftalmómetro de Helmholtz



#### 4. Topografía Corneal.



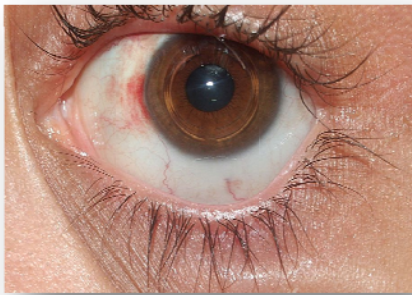
## TRATAMIENTO DEL ASTIGMATISMO

### Óptico

Se deben utilizar lentes cilíndricas o esfero-cilíndricas.

### Quirúrgico

- Queratotomías.
- Láser excimer, Femtosegundo.
- Lentes intraoculares.
- Anillos Corneales intraestromales.
- Crosslinking Corneal con Rivoflabina.
- Trasplante corneal.



## FACTORES BINOCULARES EN LA REFRACCIÓN

Se estudian aquellos factores que deben tenerse en cuenta que la corrección de los errores de refracción si se desea obtener una visión binocular eficiente y confortable.

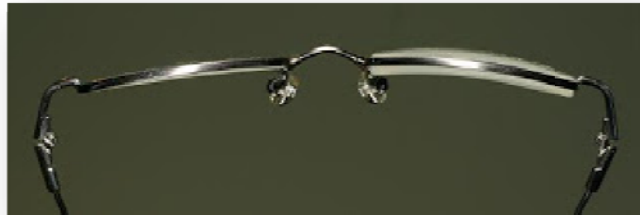
Son tres:

1. La diferencia de refracción entre los dos ojos o anisometropía.
2. La diferencia en el tamaño de las imágenes formadas por los dos ojos o aniseiconía.
3. Disturbios en el balance muscular, que hacen que las imágenes no se formen en puntos retinianos los correspondientes.

## ANISOMETROPÍA

### Introducción

Circunstancia en la que la refracción total de los dos ojos es diferente.



Las circunstancias son muy variables:

- Simple.  
Un ojo emétrope y el otro miope o hipermétrope.
- Compuesta.  
Ambos ojos son miopes o hipermétropes pero en diferente grado.
- Mixta (antimetropía).  
Un ojo miope y el otro hipermétrope.
- Astigmática simple.  
Uno de los ojos es emétrope.
- Astigmática compuesta.  
Los dos ojos presentan astigmatismo pero en diferente cuantía.
- Anisometropía relativa.  
La refracción total del sistema óptico en ambos ojos es idéntica, pero los elementos ópticos de cada ojo son diferentes por lo que las imágenes retinianas son diferentes.

Según el grado de anisometropía se clasifica en:

- Leve, el 59% de los casos.
- Moderada, el 16%.
- Severa, el 25%.

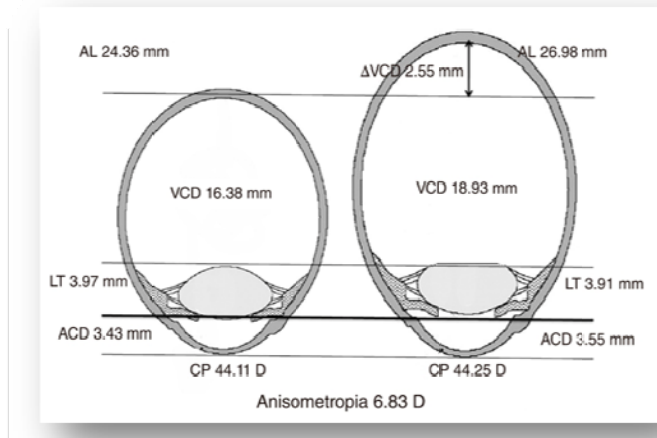
### Etiología

- Herencia, es la más frecuente siendo de transmisión desconocida.
- Traumatismos o enfermedades uniloculares.

El factor más importante es la longitud axial del ojo.

### Incidencia

Suele ser alta en ametropías fuertes.



### Visión

La visión en la anisometropía puede ser:

- *Binocular.*  
Esto sólo es posible si el defecto es pequeño.  
Cada 0,25 dioptrías produce un 0,50% de diferencia en el tamaño de la imagen retiniana, siendo el umbral de tolerancia del 5%.  
Produce síntomas astenópicos.  
La visión Binocular no es perfecta pues una imagen está borrosa.
- *Visión alternante.*  
Aparece cuando un ojo es emétrope o un poco hipermétrope y el otro miope, siempre y cuando la agudeza visual sea buena en ambos ojos.  
El ojo miope se usa para visión cercana y el otro para visión lejana.

- *Visión uniocular.*  
En este caso el ojo amétrope se vuelve ambliope.

### Tratamiento

Cada caso tiene una solución particular, no obstante se tendrán en cuenta las siguientes reglas:

- Si la diferencia es  $< 2$  D, se intentará la corrección completa.
- Si la diferencia es  $> 2$  D o no se consigue la adaptación en el caso anterior, se usarán lentes iseicónicas (con la corrección sobre ellas) o lentes de contacto.



## ANISEICONÍA

Situación en la que las imágenes enviadas a la corteza por los dos ojos son diferentes en forma o tamaño.

Sólo se manifiesta en visión binocular.

Su importancia teórica sobre la percepción espacial es grande, pero la importancia práctica no está muy estudiada (se necesitan aparatos, tiempo y lentes correctores caros y difíciles de fabricar).

### Causas

- a. Una diferencia en el tamaño y forma de las imágenes de retinianas aparece en individuos normales y de hecho esta *Aniseiconía fisiológica* es la base de la estereópsis. La discrepancia puede así ser compensada por factores perceptuales, pero solo hasta un valor del 5-10%.

Se sabe que las imágenes retinianas están normalmente distorsionadas en el meridiano horizontal (desviación del horóptero de Hering-Hillebrand): menor en el lado nasal y mayor en el campo temporal.

Además la discrepancia es mayor si el objeto es visto de perfil y cuanto más cerca del ojo este.

- b. *Aniseiconía de luminancia.*

El tamaño de la imagen retiniana depende del tamaño angular del objeto, la difracción, la aberración del sistema óptico y la luminancia del ambiente (cuanto menor es la luminancia más pequeño se ve el objeto).

La Aniseiconía de luminancia es una Aniseiconía perceptual y se consigue colocando un filtro de densidad neutra ante un ojo, al ser las imágenes diferentes el sujeto las integra y se produce una distorsión en el espacio del objeto observado: el objeto se ve como rotado a través del eje vertical.

- c. *Aniseiconía patológica.*

Técnicamente causada por dos factores:

- Aniseiconía óptica.  
Existe una diferencia en las imágenes diópticas formadas sobre la retina. Esta aniseiconía puede ser de dos tipos:
  - Inherente.  
Depende sólo del sistema dióptrico ocular como es la anisometropía.  
Es la causa más frecuente de aniseiconía.
  - Adquirida.  
Dependiendo de la lente correctora, su poder, espesor y forma.
- Aniseiconía anatómica  
Es debida a una diferente densidad de los elementos perceptores en la retina, conos y bastones.

## Incidencia

Es muy difícil de estudiar pues debe diferenciarse la aniseiconía física, que puede medirse objetivamente, y la aniseiconía sintomática, y su medida subjetiva pues como hemos dicho es un fenómeno muy influenciado por fenómenos perceptuales.

Posiblemente el umbral de discriminación de la diferencia de tamaño esta en el 0,25% de disparidad, pero el "umbral sintomático" parece mucho mayor y depende del estado de salud del paciente, su sensibilidad y su ocupación: sería por tanto el de una disparidad del 1%.

Es posible que quizás el 20 a 30% de los pacientes que llevan gafas, la presente.

Tipos de diferencias de tamaño y forma

1. Diferencias simétricas (en tamaño)
  - General, la imagen en un ojo es simétricamente mayor o menor que en el otro.
  - Meridional, puede ser de los tipos:
    - La imagen es simétricamente mayor o menor en un meridiano que en otro, el cual puede ser oblicuo.
    - La imagen en un ojo es simétricamente mayor en un meridiano y menor el otro meridiano.
2. Diferencias asimétricas (en forma)
  - Progresivas, con un aumento o disminución del tamaño a través del campo visual.
  - Progresivas, como aumento o disminución del tamaño en todas las direcciones.
  - Irregular.

## Síntomas

Se clasifican en:

1. Visuales
  - Alteraciones de la visión binocular
  - Alteraciones de la percepción espacial estereoscópica
2. Subjetivos
  - Fatiga ocular

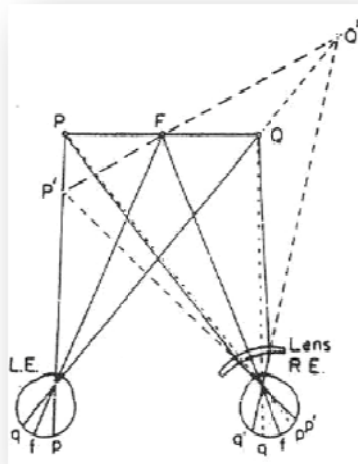
## Alteraciones de la visión binocular

Las diferencias del 0.25% no se perciben y hasta aproximadamente el 5% o algo más los procesos perceptivos compensan la disparidad y puede seguir existiendo una visión binocular única, aunque no exista estereópsis.

Por encima del 10% de disparidad la visión binocular se hace imposible y si ocurre una aniseiconía brusca en un adulto se produce diplopía, mientras que en un niño da lugar a fenómenos de supresión, neutralización... (el 15% de los estrabismo presenta aniseiconía).

## Alteraciones en la percepción espacial

La percepción espacial resulta muy afectada.



Como se sabe depende de los mecanismos:

1. Uno intrínseco, derivado del efecto estereoscópico producido por la débil disparidad en las imágenes de los dos ojos.
2. Otro extrínseco, derivado de juicios tras activos producidos en experiencias anteriores (un solo ojo).

Cuando la disparidad excede de lo permisible y difiere de lo normal se desarrolla una localización espacial anómala que introduce cambios aparentes en el entorno del enfermo (distorsión).

Pueden presentarse varios tipos de distorsión:

- *Agrandamiento horizontal o efecto geométrico.*

Se debe a una diferencia de tamaño horizontal de las imágenes retinianas y se traduce por una rotación del test alrededor de un eje vertical que pasa por el punto de fijación. El lado más próximo corresponde al ojo con la imagen retiniana más pequeña.

El ángulo de rotación según la fórmula de ogle es  $\varphi = (m - 1) \times b \div (m + 1) \times a$  donde:

b= distancia de fijación

a= ½ de la distancia interpupilar

m= magnificación

Las consecuencias en la vida real consisten en distorsiones. Por ejemplo si la imagen del ojo derecho es mayor que la del ojo izquierdo y se observan dos objetos situados en un mismo plano uno se verá más cerca que el otro, la parte derecha de una mesa se verá más baja que la izquierda, las caras de las personas se verán asimétricas...

Estos efectos si aparecen tras colocar una nueva corrección suelen desaparecer en tres o cuatro días, pero sí en el ambiente del enfermo existen pocas líneas rectas y poca perspectiva vuelven a aparecer.

- *Agrandamiento vertical o efecto inducido de Ogle.*  
Se debe a una diferencia de tamaño vertical y se revela por una rotación del test alrededor de su eje vertical, el cual pasa por el punto de fijación y en sentido opuesto al que se produce por el efecto geométrico: el lado alejado se corresponde al ojo con la imagen más pequeña.  
Es como si la magnificación vertical en un ojo produjera un efecto geométrico en el otro ojo.
- *Efecto esférico.*  
Es una combinación de los dos o tres actos anteriores aunque el efecto inducido produce mayor disparidad.
- *Efecto de declinación.*  
Se debe a una disparidad oblicua de las imágenes retinianas y se traduce por una rotación del test alrededor del eje horizontal.

### Síntomas subjetivos o fatiga ocular

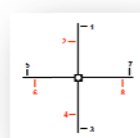
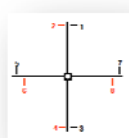
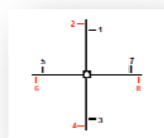
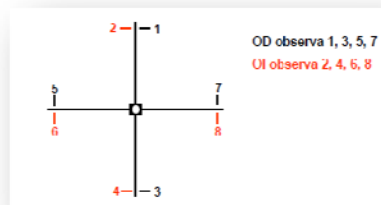
Son los típicos de astenopia, malestar ocular, visión borrosa, dificultad para fijar (sobre todo objetos móviles y en trabajos cercanos), cefaleas... y síntomas nerviosos.

Se pensara en ella sí los síntomas no desaparecen tras una corrección óptica y muscular precisa, así como si el enfermo prefiere ver con un solo ojo.

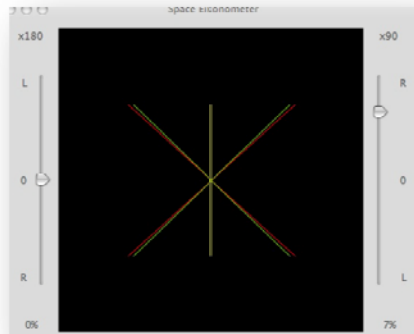
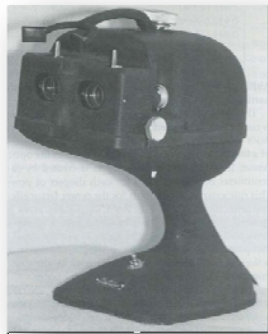
### Métodos de examen

Se basan en eliminar los factores perceptuales que intervienen en la percepción del espacio y así permitir sólo la intervención de los factores físicos, estereópsis...

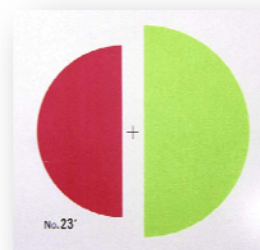
- *Eiconómetro de Ames (Polatest de Zeiss).*  
No permite medir el efecto de declinación, ni las perturbaciones espaciales acarreadas por las diferencias de tamaño de las imágenes corticales.



- *Eiconómetro de Ogle.*  
 Si permite la medición del efecto de declinación y las perturbaciones espaciales.  
 Consiste en una cámara negra en la que se coloca hilos de colores muy iluminados y observados a través de una ventana rectangular.  
 Permite el estudio de todos los efectos.  
 Para medir la aniseiconía se coloca lentes afocales de aumento determinado hasta compensar las rotaciones.



- *Eiconómetro de Awaya.*



- *Aniseconia Inspector*

