

## REFRACCIÓN

### 1

## Astigmatismo

M.<sup>a</sup> Ángeles del Buey Sayas<sup>1</sup>, José Ángel Cristóbal Bescós<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctora en Medicina y Cirugía. Facultativa Especialista del Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario «Lozano Blesa» de Zaragoza. Profesora Asociada en Ciencias de la Salud y Óptica de la Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup> Doctor en Medicina y Cirugía. director del Instituto Oftalmológico Doctor Cristóbal de Zaragoza. Académico de la Real Academia de Medicina de Zaragoza.



## CONCEPTO

El astigmatismo (A) es una anomalía de la refracción que aparece cuando el ojo presenta potencias meridionales diferentes en algunas de sus superficies refractantes. En el A, ni por acomodación, ni variando la distancia de los objetos, el ojo es capaz de obtener imágenes enfocadas, por lo que la imagen retiniana siempre es borrosa y con un tamaño distinto en las diferentes direcciones (fig. 1).

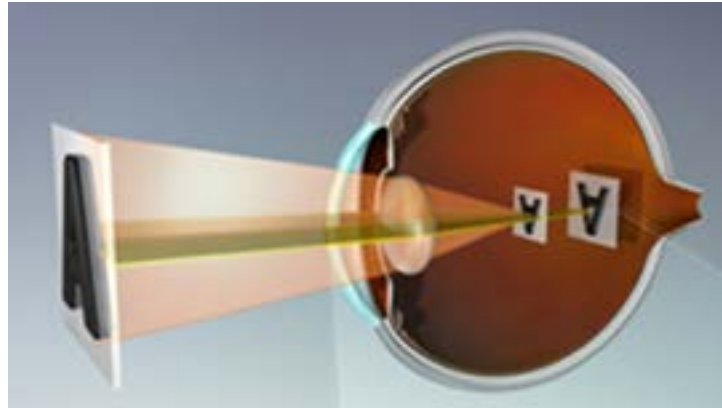


Figura 1: Representación gráfica de un ojo con Astigmatismo.

El A es la segunda aberración por orden de importancia tras el desenfoque (ametropía esférica). Se caracteriza por su simetría par (se presenta en órdenes pares 2.º, 4.º, etc.) y su simetría central (valores iguales en puntos simétricos respecto al centro de la pupila), por lo que presenta índices de simetría  $-2$  y  $+2$  (diagonal y horizontal/vertical) para cualquier orden (fig. 2).

Nos referiremos al tipo de A más frecuente, el regular, en el cual el dioptrio ocular en lugar de ser esférico es un sistema astigmático o tórico que puede compensarse con una lente cilíndrica. A diferencia del regular, el A irregular se debe a la falta de uniformidad

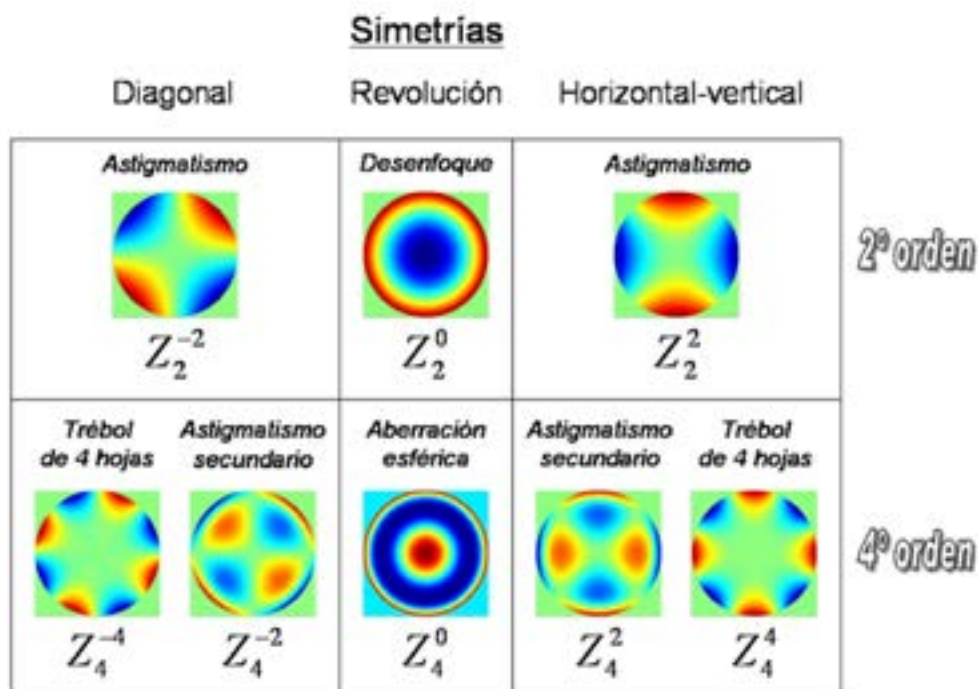


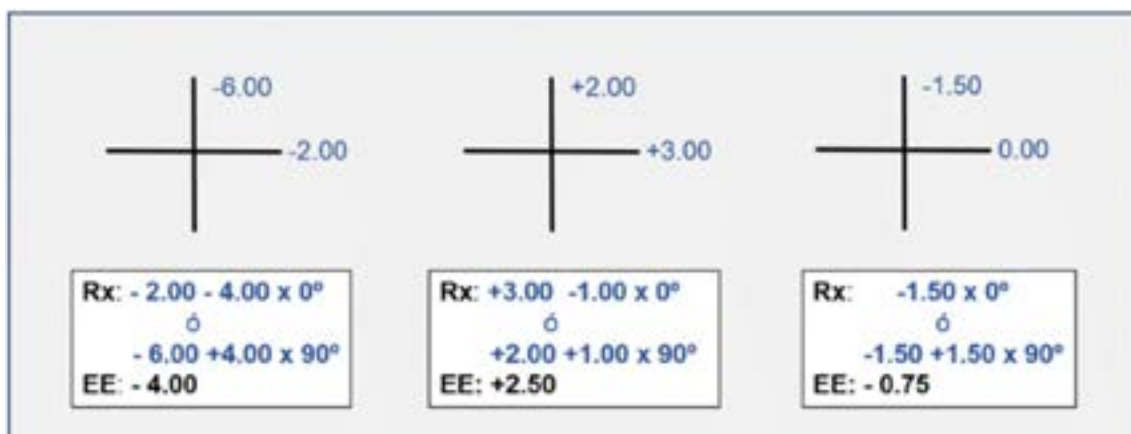
Figura 2: Representación de aberraciones. Forma que adopta la aberración de onda para las aberraciones de segundo orden (arriba) y cuarto orden (abajo).

de las superficies refringentes del ojo, está causado principalmente por cicatrices o deformidades corneales, y no puede compensarse adecuadamente con lentes convencionales. De hecho, en la clínica es común denominar A irregular a las aberraciones de alto orden que no pueden corregirse con lentes y que suelen carecer de simetría.

El A regular es provocado por una diferencia de poder refractivo entre los dos meridianos principales del dioptrio ocular, por lo que siempre hay que considerar los poderes necesarios para cada uno de sus meridianos principales. En la mayoría de las ocasiones, el A significativo se presenta desde el nacimiento y se mantiene relativamente estable a lo largo de la vida. Suele asociarse a miopía o hipermetropía, y los signos y síntomas dependerán en parte de esta asociación. La frecuencia estimada del A superior a 0,5 D oscila entre uno y dos tercios de la población en general, y su prevalencia aumenta en edades maduras, presentando valores superiores a 1 D más del 55% de los mayores de 65 años.

## REPRESENTACIÓN COMO CRUCES ÓPTICAS

Una forma sencilla y adecuada de representar este concepto es mediante las cruces ópticas (fig. 3). Su comprensión es necesaria para visualizar el poder dióptrico de cada meridiano. Esta representación corresponde a la potencia óptica necesaria para neutralizar los meridianos principales explorados por esquiascopia o retinoscopia, y la podemos realizar fácilmente a partir de cualquier receta de gafas o refracción. Su conocimiento y correcto manejo agiliza tanto la valoración de la repercusión visual de los defectos esfero-cilíndricos como la identificación de los meridianos de actuación ante cualquier tipo de tratamiento óptico o quirúrgico. La manera correcta de representar la cruz óptica, a partir de la receta, es realizar los siguientes tres pasos:



**Figura 3: Ejemplos de representación mediante cruces ópticas.** Se muestra la representación de distintas recetas de refracción (Rx), sus equivalencias tras conversión y el EE correspondiente.

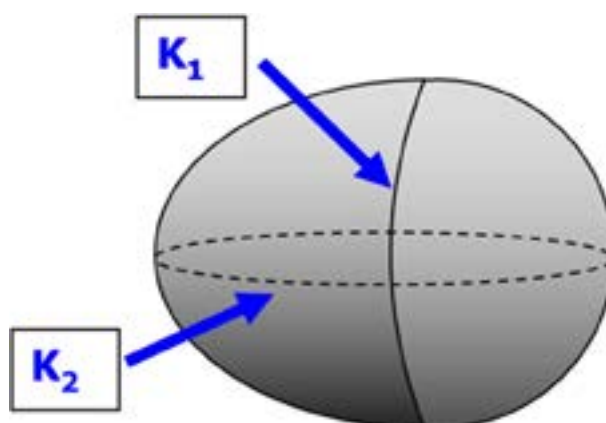
1. Colocar el valor de la esfera en el eje que está indicado en la receta; este es el poder del primer meridiano principal.

2. El signo del cilindro nos indica si tenemos que restar o sumar dioptrías (D) al poder del primer meridiano; si es negativo hacia los negativos y si es positivo hacia los positivos.
3. El valor del cilindro nos dice cuánto sumar o restar para obtener el valor del segundo meridiano principal. El equivalente esférico (EE) corresponde al valor de la suma, con sus signos, de la potencia esférica más la mitad del A.

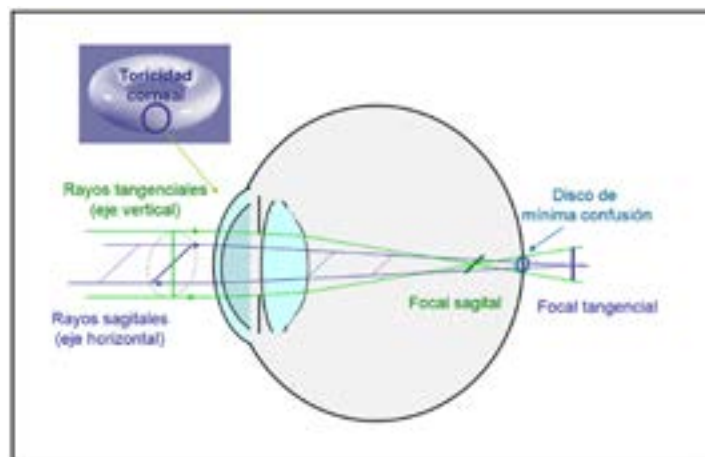
## VISIÓN EN EL ASTIGMATISMO. CONOIDE DE STURM

Las superficies esféricas tienen simetría de revolución en torno al eje óptico, de manera que un haz de luz que esté centrado y alineado con dicho eje no tendrá A. En el caso de un ojo con A, la córnea presenta una superficie tórica con distintas curvaturas en los ejes perpendiculares (fig. 4).

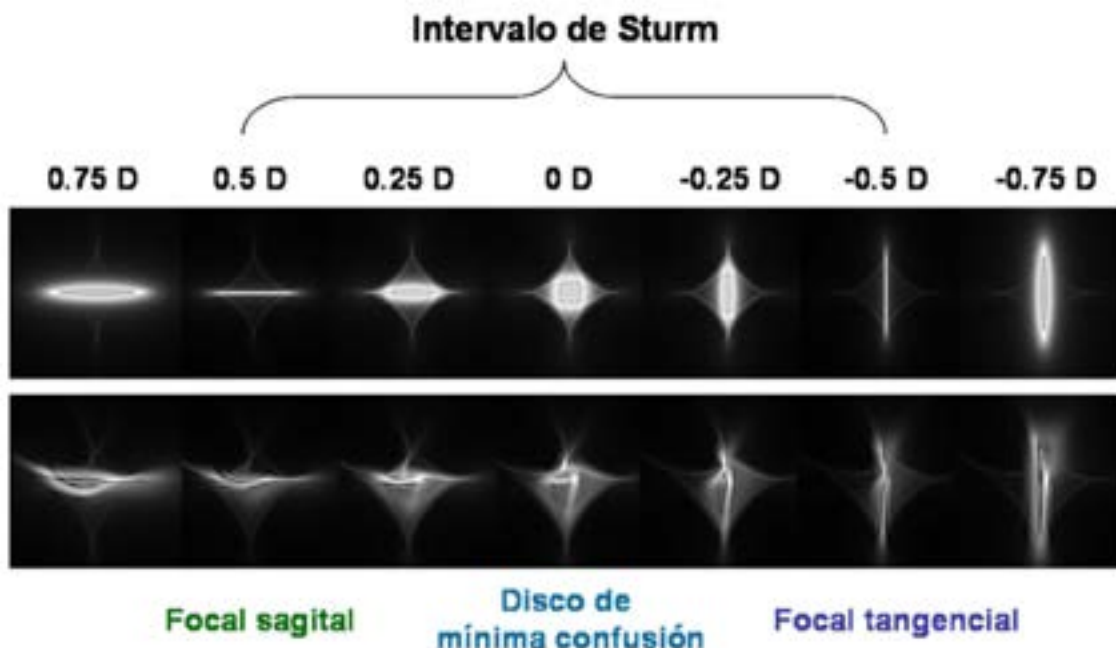
Cuando el haz de luz pasa a través de una córnea con A adquiere una forma de cono imperfecto denominada conoide. El conoide de Sturm es una representación tridimensional de la refracción de la luz a través de una lente tórica (fig. 5). En esta figura se identifican tres puntos principales: una línea focal horizontal, una línea focal vertical y el disco o círculo de menor confusión o difusión (CMC). Entre las líneas focales y el CMC se encuentran elipses horizontales y verticales dependiendo de la línea



**Figura 4: Superficie tórica.** Una superficie tórica es aquella que está más curvada en un meridiano ( $K_1$ ) y menos curvada en el perpendicular u ortogonal ( $K_2$ ), de forma similar a un melón o un balón de rugby. La podemos simular cortando en dos un huevo duro tumbado sobre la mesa, con lo que conseguiremos dos casquetes tóricos.



**Figura 5: Conoide de Sturm en un ojo con A.** Representación de las líneas focales sagital (verde) y tangencial (azul) en un caso de A mixto con el CMC en plano retiniano ( $EE = 0$ ).



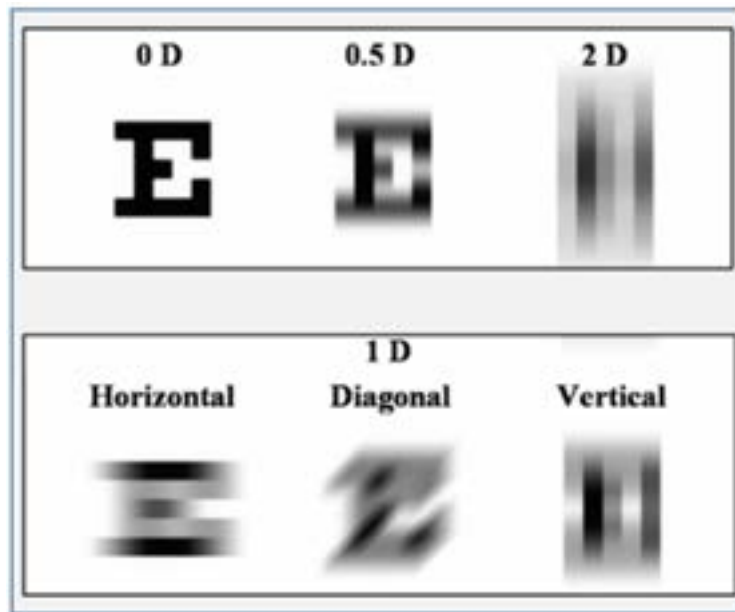
**Figura 6:** Imágenes ópticas sobre la retina de un punto objeto brillante en A de +1 D y EE= 0. Arriba, ojo ideal sin otras aberraciones de alto orden. Abajo, situación real en un ojo normal, que sí tiene aberraciones de alto orden. Conforme vamos modificando el estado refractivo utilizando lentes esféricas con las D indicadas arriba, vamos enfocando distintos planos del intervalo de Sturm. Hemos supuesto que el ojo es emélope esférico, por lo que para una corrección de 0 D tendría enfocado el CMC en su retina.

focal más cercana. El intervalo de Sturm se encuentra entre las dos líneas focales descritas. La longitud del intervalo de Sturm es el valor del A, que puede medirse tanto en D como en milímetros. En ojos normales, cada D equivale a una longitud de 0,37 mm a lo largo del eje óptico.

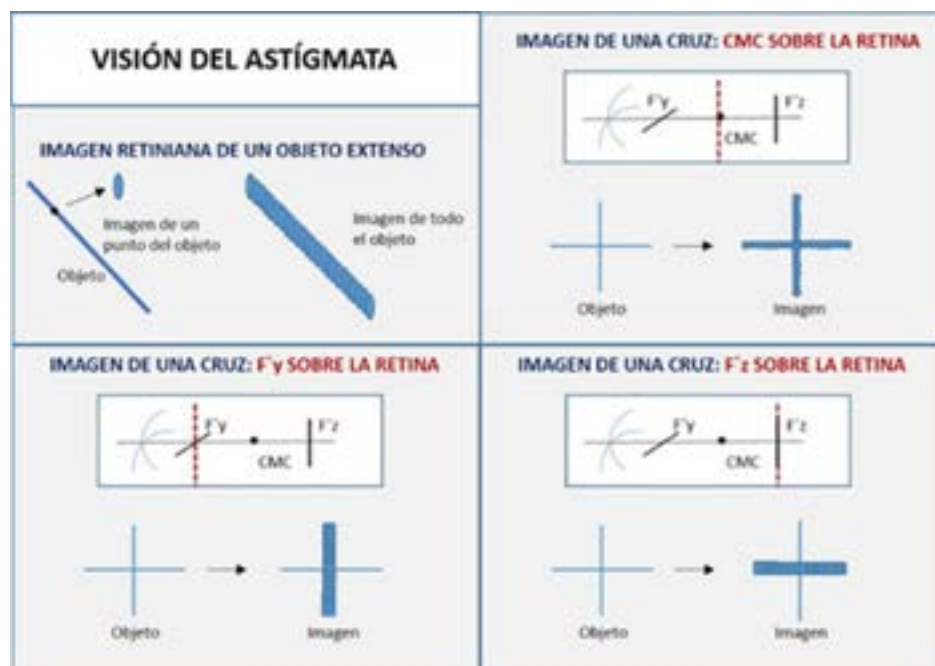
En la figura 6 se puede apreciar que, dentro del intervalo de Sturm, la calidad de imagen se mantiene bastante homogénea, y lo que cambia a ambos lados es la visión de los detalles horizontales y verticales. En ocasiones, este hecho se ha interpretado como un efecto positivo, ya que supone un aumento de la profundidad de foco, que puede ayudar a paliar la presbicia y permite relajar el esfuerzo acomodativo, cuando la tarea visual no es exigente. El A permite tener mayor profundidad de foco, pero a costa de perder calidad visual. El emborronamiento de la imagen produce pérdida de visión de los detalles en la dirección del eje de A y es mayor cuanto mayor sea el diámetro de la pupila, siendo muy perjudicial en la visión nocturna.

En una ametropía esférica (miopía o hipermetropía), la imagen retiniana de un punto siempre es un punto o una imagen circular borrosa. En el A, la imagen de un punto no es un punto, y por tanto la imagen retiniana nunca será nítida, independientemente de la posición del objeto y de la acomodación utilizada. En el pasado se especuló con la idea de que el A produce figuras alargadas. Si bien es verdad que cuando estamos cerca de una de las dos focales, la imagen de un punto se alarga, lo que ocurre con objetos extensos es que estos se emborronan (figs. 7 y 8).

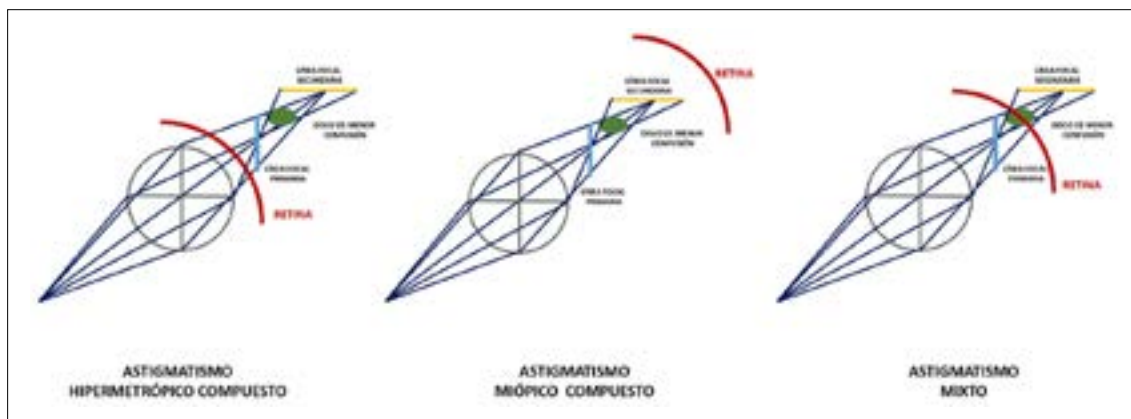
## 1. Astigmatismo

M.<sup>º</sup> Ángeles del Buey Sayas, José Ángel Cristóbal Bescós

**Figura 7:** Visión en presencia de A. Imágenes ópticas de un optotipo cuya escala corresponde a una línea de agudeza 0,2. En la fila superior se ha variado la magnitud del A, de 0, +0,5 y +2 D respectivamente de izquierda a derecha. En el caso de +0,5 D, las barras horizontales pierden contraste y nitidez, pero el optotipo se sigue reconociendo, mientras que con +2 D estas barras horizontales han desaparecido y la imagen es irreconocible. En la fila de abajo podemos ver el efecto del eje del A para un caso intermedio de +1 D. El optotipo está distorsionado en todos los casos, pero cuando estamos en la focal horizontal el optotipo todavía se reconoce, mientras que si pasamos a la vertical (derecha) su imagen es irreconocible. Cuando el A es diagonal, la imagen se distorsiona y asemeja más bien a una Z.



**Figura 8:** Representación de la visión del astigmatista. Imagen retiniana de un objeto extenso (arriba izquierda). Representación de la imagen de una cruz en caso de coincidir el círculo de menor confusión (CMC) en la retina (arriba derecha). Representación de la imagen de una cruz en caso de coincidir la focal sagital ( $F'y$ ) en la retina (abajo izquierda). Representación de la imagen de una cruz en caso de coincidir la focal tangencial ( $F'z$ ) en la retina (abajo derecha).



**Figura 9: Situación de la retina en tres tipos de A.** Izquierda: A hipermetrópico compuesto, donde se representan las líneas focales y el CMC, que en este caso se encuentran detrás de la retina (línea roja). Centro: A miópico compuesto, donde se representan las líneas focales y el CMC, que en este caso se encuentran delante de la retina (línea roja). Derecha: A mixto, donde las líneas focales se encuentran a ambos lados de la retina y el CMC en las proximidades de la misma.

La visión en el A va a depender, además, de la cuantía del defecto astigmático, del tipo de A y del defecto esférico asociado al mismo. Analizaremos tres casos de A (fig. 9), y diremos qué tan buena o mala será su AV dependiendo de la localización del CMC: En el A hipermetrópico compuesto (fig. 9 izda.), las dos líneas focales y el CMC están situados detrás de la retina. Para acercar el CMC a la retina deberíamos poner lentes positivas correspondientes al EE. En el caso de la hipermetropía, es posible suplir el defecto con la acomodación del sujeto, si la edad y la cuantía del defecto nos lo permite, por lo tanto, la AV puede no estar tan mermada. En el A miópico compuesto (fig. 9 centro). Las dos líneas focales y el CMC están delante de la retina. Centrándonos en el CMC, se podría tratar como una miopía común, donde para acercar el CMC a la retina debemos poner lentes negativas y no podemos usar acomodación, por lo tanto, nuestra AV es mala si no usamos nuestra corrección. En el A Mixto (fig. 9 dcha.) una de las líneas focales queda delante y la otra detrás de la retina, y el CMC está más cerca de la retina que en los casos de A miópicos o hipermetrópicos. En este tipo de A, sin necesidad de usar lentes o acomodación, aunque la imagen retiniana no será nítida, la AV no está tan mermada. Como podemos ver, se puede recurrir al EE para hacer que el CMC quede en la retina y su cálculo es tan sencillo como la suma algebraica de la mitad del cilindro y la esfera total, conservando su signo.

## ASTIGMATISMO Y ACOMODACIÓN

La AV y la tolerancia al A es muy variable. La incidencia de astenopia se relaciona con la edad (mayor cuanto más jóvenes), y aumenta con la capacidad intelectual y el nivel de responsabilidad. Esto es debido a la relación entre A y acomodación.

La existencia de acomodación en el ojo de un sujeto va a depender de un juego de competencias entre el poder de acomodación del ojo y su defecto de refracción. Cuando ambos estén próximos, el ojo se encargará de nivelarlos acomodando, pero cuando exista una gran diferencia entre ambos, ya sea porque el defecto sea grande o porque el poder de acomodación del ojo se encuentre disminuido o nulo, el ojo no intentará su compensación y, en definitiva, no acomodará. La posibilidad de acomodar un defecto astigmático se manifestará en una visión suficiente sin necesidad de corrección, pero también en la posibilidad de aparición de una astenopia acomodativa, que dependerá tanto de la cantidad como de la calidad de la acomodación.

En un ojo con A, la acomodación esférica le permitirá únicamente disminuir su hipermetropía desplazando el intervalo de Sturm de atrás adelante, transformando los A hipermetrópicos compuestos en simples, los simples en mixtos, los mixtos en miópicos simples y éstos en compuestos, con saltos que dependerán de la capacidad acomodativa. Pero no podrá realizar el recorrido contrario, es decir llevar las líneas focales hacia atrás hipermetropizándose, pues la acomodación negativa no existe. Los astigmatismos directos de bajo grado pueden compensarse o autocorregirse con el estenopismo palpebral, ayudado o no por la acomodación esférica. En cambio, la mayoría de los astigmatismos oblicuos e inversos son incapaces de autocorregirse con estos dos elementos y precisarían recurrir a la acomodación astigmática, provocando trastornos astenópicos. Debemos prestar atención a la detección y corrección de estos defectos sobre todo en la población joven. En la población adulta la tolerancia aumenta conforme aumenta la edad y disminuir el poder de acomodación.

## MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Los signos y síntomas que podremos encontrar en casos de A no corregido son variables, y dependen de la cantidad y tipo de A. Incluyen desde la ausencia de síntomas a la presencia de visión distorsionada o borrosa a cualquier distancia, fatiga visual, cefaleas, entrecerrar los ojos para ver, dificultad en la conducción nocturna, etc. El A a favor de la regla provoca menor visión borrosa que el A en contra de la regla, para un grado de error astigmático similar. Y en general, es más difícil que el paciente con A a favor de la regla acepte una corrección total, mientras que en el A en contra de la regla la corrección total del mismo suele ser bien tolerada.

La existencia de A bajos suele causar síntomas como borrosidad visual transitoria en distancia próxima. El astígmata no siempre es consciente de su visión borrosa, porque cambia rápidamente de un foco a otro y consigue componer la imagen utilizando las partes claras de cada uno. Ese esfuerzo constante de acomodación produce fatiga ocular, especialmente si el paciente realiza un trabajo de precisión a una determinada distancia. Como en la hipermetropía, cuando la acomodación se agota el paciente tiende al frotamiento y cierre de los ojos para descansar. En los periodos prolongados de concentración pueden aparecer cefaleas frontales. Si el error astigmático es alto probable-



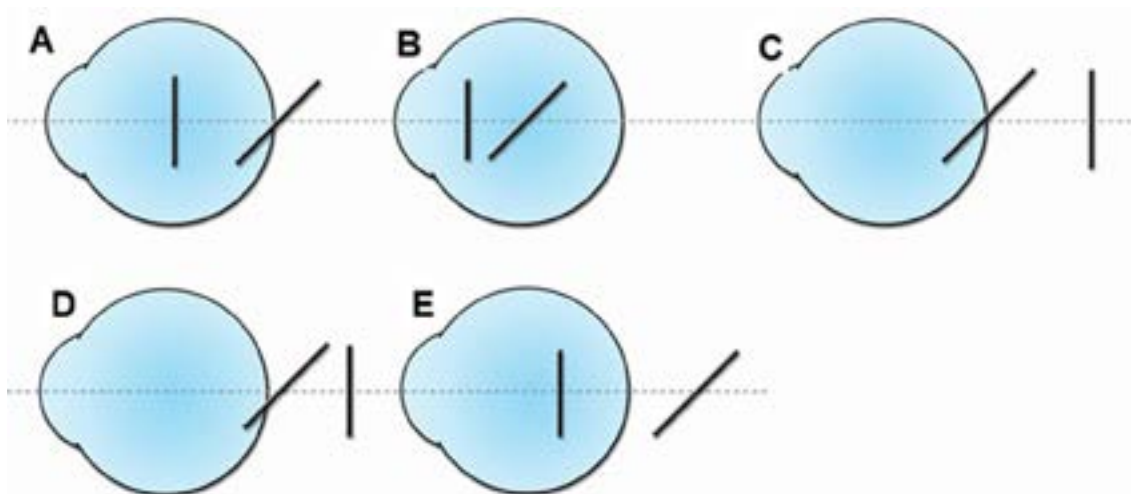
mente la visión borrosa sea la única queja. Dado que la acomodación no puede sustituir la potencia cilíndrica, poco o ningún esfuerzo se realiza para mejorar la AV, por lo que las cefaleas y síntomas astenópicos son menos frecuentes. Un A elevado puede causar diplopía monocular. En los grados altos de A oblicuo puede también presentarse tortícolis, o inclinación de la cabeza.

## TIPOS DE ASTIGMATISMO

Además de los dos tipos fundamentales de A, regular e irregular, se plantean numerosas clasificaciones (tabla 1) (fig. 10).

Tabla 1. Clasificación del astigmatismo

<p><b>Según la situación de la retina respecto a las líneas focales (fig. 10):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>A miópico</i> (simple o compuesto)</li> <li>• <i>A hipermetrópico</i> (simple o compuesto)</li> <li>• <i>A mixto</i></li> </ul>
<p><b>En relación con el meridiano de mínima refracción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>A directo o a favor de la regla</i>: (el más frecuente), meridiano de mínima refracción cercano o en la horizontal (Ej: <math>-2 \times 5^\circ</math>).</li> <li>• <i>A inverso o en contra de la regla</i>: meridiano de mínima refracción cerca o en la vertical (Ej: <math>-1,5 \times 90^\circ</math>).</li> <li>• <i>A oblicuo</i>: los meridianos principales están a más de 30 grados de la horizontal o vertical (Ej.: <math>-1 \times 45^\circ</math>)</li> </ul>
<p><b>Según la forma de presentación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>A congénito</i>: el más frecuente, se presenta en la infancia y presenta pequeñas variaciones a lo largo de la vida</li> <li>• <i>Ha adquirido</i>: cicatricial, postquirúrgico, ectasias progresivas, etc.</li> </ul>
<p><b>Atendiendo a la relación binocular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>A simétrico</i>: meridianos principales de cada ojo inclinados en una posición simétrica respecto a la línea media. Puede ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>A homólogo</i> (simétrico a favor de la regla)</li> <li>* <i>A heterólogo</i> (simétrico en contra de la regla)</li> </ul> </li> <li>• <i>A asimétrico</i>: no existe simetría en relación con la línea media</li> <li>• <i>A homónimo</i>: cuando ambos ojos presentan A a favor o en contra de la regla</li> <li>• <i>A heterónimo</i>: cuando un ojo lo presenta a favor y el otro en contra de la regla</li> </ul>
<p><b>Dependiendo del elemento óptico que lo produce</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>A total</i>: es el generado por todo el sistema óptico y con impacto directo en la visión. La principal contribución es la córnea</li> <li>• <i>A corneal</i>: es el generado principalmente por la córnea (principalmente por su cara anterior), y es el componente más importante del total. Es el que consideramos en la cirugía del cristalino, ya que el A residual generalmente desaparecerá con la extracción del mismo: <ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>A corneal anterior</i>: generado por la cara anterior de la córnea</li> <li>* <i>A corneal posterior</i>: generado por la cara posterior de la córnea</li> </ul> </li> <li>• <i>A residual o interno</i>: Es la contribución del resto de superficies ópticas y asienta principalmente en el cristalino, aunque puede tener componente retiniano, vítreo o zonular. Será el A total menos el A corneal.</li> </ul>



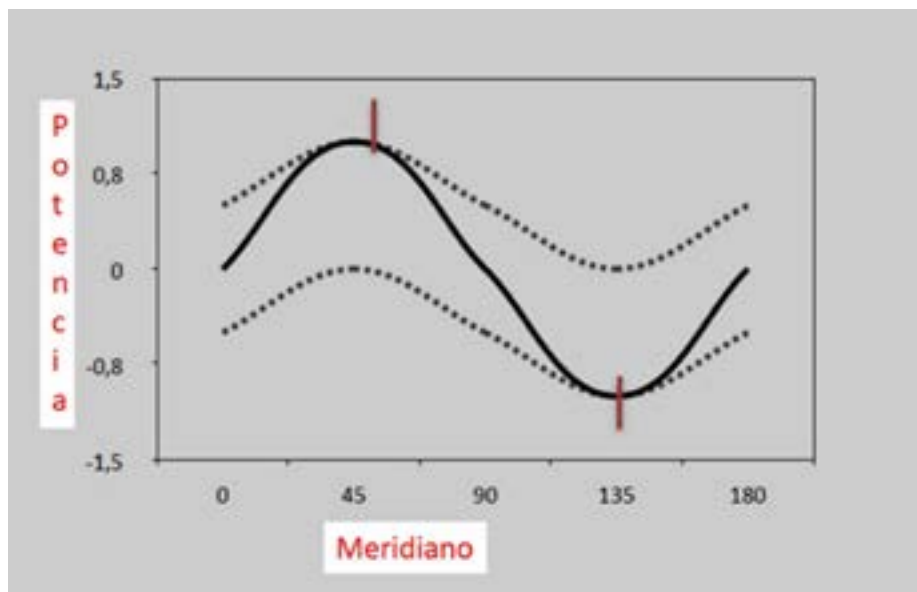
**Figura 10: Tipos de A según la situación de la retina respecto de las líneas focales.** **A:** *Miópico simple*: una línea focal se encuentra en la retina (un meridiano principal es emélope) y la otra por delante de ella (meridiano miope). Se corrige con una lente cilíndrica negativa (Ej:  $-2 \times 90^\circ$ ) **B:** *Miópico compuesto*: las dos líneas focales se encuentran por delante de la retina (los dos meridianos principales son miopes). Se corrige con una lente esférica negativa y otra cilíndrica negativa. (Ej:  $-2 -1 \times 180^\circ$ ) **C:** *Hipermetrópico simple*. una línea focal se encuentra en la retina (un meridiano principal es emélope) y la otra por detrás de ella (meridiano hipermetrópe). Se corrige con una lente cilíndrica positiva. (Ej:  $+1,50 \times 10^\circ$ ) **D:** *Hipermetrópico compuesto*: las dos líneas focales se encuentran por detrás de la retina (los dos meridianos principales son hipermetrópes). Se corrige con una lente esférica positiva y otra cilíndrica positiva. (Ej:  $+3 +2 \times 20^\circ$ ). Si queremos corregir con cilindros negativos debemos considerar la variación del eje del A y del valor esférico positivo mediante la conversión de la fórmula (Ej:  $+3 +2 \times 20^\circ = +5 -2 \times 110^\circ$ ), de manera que el EE siempre se mantiene (+4 en este caso). **E:** *Mixto*: una línea focal se encuentra por delante de la retina (meridiano miope) y la otra por detrás de ella (meridiano hipermetrópe). Se corrige con una lente esférica de un signo, combinada con otra cilíndrica de signo contrario más potente que la esfera. (Ej:  $+1 -3 \times 5^\circ$ ).

## MEDIDA Y REFRACCIÓN. QUERATOMETRÍAS

Existen diversos métodos para cuantificar el A, pero debemos distinguir aquellos que reflejan el A total del globo ocular como los refractómetros, de los que aportan el A corneal (queratometría), que en ocasiones no serán coincidentes.

Lo primero que debemos considerar es que el A no es sólo un valor dióptrico y un eje, sino que es una función trigonométrica. Como vemos en la figura 11, los valores de potencia varían según los meridianos que exploremos, y las Ks máxima y mínima se encuentran en ejes perpendiculares. Según los puntos que exploren los dispositivos y el radio corneal de exploración, se determinarán con mayor o menor precisión.

- **MÉTODOS CLÁSICOS.** Los métodos clásicos de *refracción objetiva* son la retinoscopia, que nos permite determinar la refracción del paciente paralizando la acomodación, y la queratometría manual, que nos proporciona la medida de la curvatura corneal y la detección de posibles diferencias entre meridianos. Los principales *métodos subjetivos* de medida del A son la técnica del cuadrante horario (optoti-



**Figura 11:** Representación gráfica del A. Cambios de potencia astigmática según los meridianos en un caso de A de 2 D en el meridiano (45°-135°).

po) y el cilindro cruzado de Jackson (lente con diferentes cilindros con un mango para rotarla y determinar el eje y potencia del cilindro corrector).

- **AUTORREFRACTÓMETROS.** Miden de forma objetiva el error refractivo ocular (esférico y astigmático) y proporcionan una queratometría. La exploración, tanto del eje como de la cantidad de A total, es muy fiable sin necesidad de realizar cicloplejia, ya que la acomodación influye poco en estos parámetros. En casos de ectasias o distorsión corneal su resultado debe valorarse con cautela y completarse con la aberrometría.
- **ABERROMETRÍA.** Técnica basada en el análisis del frente de onda. Proporciona una evaluación de las aberraciones de alto orden, además del valor de la refracción esférica y de A.
- **QUERATOMETRÍA.** La queratometría manual (Javal o Helmholtz), nos aporta la medida de la curvatura corneal (3-3,4 mm centrales), basándose en el reflejo sobre la superficie anterior de la córnea. Mide el radio de curvatura corneal ( $r$ ) y su conversión a D a través de la ecuación de potencia para superficies refractivas esféricas [ $K = n - 1/r$ ]; donde  $K$  es la potencia corneal del meridiano en D y  $n$  es el índice de refracción queratométrico estándar (1,3375). Este índice ( $n$ ) es una estimación que intenta compensar la potencia negativa de la cara posterior de la córnea y que nos permite calcular la potencia total corneal, siempre que la relación entre cara anterior y posterior de la córnea sea la normal. Además de los autorrefractómetros, los biómetros actuales pueden proporcionar medidas queratométricas por técnicas ópticas o de reflexión. También han surgido dispositivos que incorporan las medidas de la cara posterior en el cálculo del A corneal total, mediante tecnología de trazado de rayos. Los topógrafos determinan miles de puntos entre 3 y 4,5 mm determinando una Sim K a 3 mm e informando de la morfología corneal.

Los actuales tomógrafos miden la superficie corneal posterior proporcionando datos de elevación y detectando irregularidades corneales. La topografía y la tomografía son muy útiles para confirmar la existencia de un A regular y simétrico y validar el eje con mapas queratométricos axiales.

## MÉTODOS DE MEDICIÓN INTRAOPERATORIA

Existen métodos cualitativos como el queratoscopio de Maloney, que producen un reflejo de uno o varios círculos sobre la superficie corneal, permitiendo una aproximación de la cantidad de A y el meridiano en el que se encuentra. Otros, como el queratómetro de Terry, pueden ser adaptados al microscopio y realizan una queratometría más cuantitativa, ya que proporcionan el radio de curvatura de la imagen reflejada mediante la proyección de un círculo de luz sobre la parte apical de la córnea. Actualmente existen sistemas de aberrometría intraoperatoria, como el ORA System, capaz de realizar refractometrías intraquirúrgicas seriadas, lo que supone una evaluación del A total del globo ocular, así como del componente esférico. Y hace posible corroborar su neutralización con las diferentes técnicas quirúrgicas como implantación de Lentes intraoculares (LIO) tóricas o incisiones relajantes corneales (IRC).

## EVALUACIÓN DE MEDIDAS

Las diferencias de valores astigmáticos o de ejes resultan comprensibles si analizamos las bases técnicas de los diferentes dispositivos de medida y las principales fuentes de error que pueden afectar a cada tipo. Para la valoración queratométrica no existen dispositivos infalibles, todos tienen ventajas e inconvenientes. Debemos conocer las características de medida de los queratómetros a los que tenemos acceso y corroborar la coherencia de datos para validar tanto las potencias como los meridianos obtenidos.

- Factores dependientes del dispositivo de medida. Cada dispositivo realiza sus propias determinaciones, existiendo variaciones tanto en el diámetro de evaluación como en el número de puntos medidos.
- Influencia de la superficie corneal. Existen dispositivos muy sensibles a las alteraciones de la película lagrimal y la superficie de la córnea. Ante la existencia de datos no coherentes con las diferentes técnicas deberemos valorar la posibilidad de errores de medida por estas causas.
- Efecto de la superficie corneal posterior. La córnea contribuye en un 10% al valor real de la potencia de la córnea, lo que se refleja en el índice queratométrico estándar (1,3375) que es una estimación, al conocer los índices de refracción del aire (1,000), córnea (1,376) y humor acuoso (1,336). Pero sabemos que existe una evolución de la curvatura posterior en relación con la edad. Además, el A de la cara

posterior, en ocasiones, no es coincidente en los ejes, por lo que la suma deberá ser vectorial y no en valores absolutos.

- Diámetro de exploración y tamaño pupilar. El A valorado por la mayoría de los que- ratómetros es el A corneal central (2- 3,4 mm centrales). Pero se ha demostrado que existen diferentes tipos de tendencias en la variación del A periférico respecto al A corneal central. En la mayoría de los sujetos (56%) permanece estable hacia periferia, en el 33% disminuye y en un 11% se produce un aumento de su potencia hacia periferia. Estos cambios son fuente de error en la valoración de sujetos con pupilas grandes.

## ASTIGMATISMO. CORRECCIÓN ÓPTICA CON GAFAS.

Tabla 2. Mostramos algunas las directrices para la corrección del Astigmatismo con gafas

NIÑOS
<p><b>Niños &lt; 2 años:</b> no corregir A &lt; 2 D.</p> <p><b>Niños &gt; 2 años:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se asocia a defecto esférico: corregir A &gt; 0,5 D.</li> <li>• Si no se asocia a defecto esférico: corregir A &gt; 0,75 D, si afecta la AV.</li> </ul> <p><b>Observaciones:</b> Puede ser necesaria una evaluación post-cicloplejia. Los niños soportan la corrección total del A si es &lt; 2 D. Si el astigmatismo es alto mejor una corrección parcial y luego aumentar progresivamente.</p>
ADULTOS
<p><b>Astigmatismos bajos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En A miópicos bajos prescribir el A sólo cuando merme la AV.</li> <li>• Los A indirectos y oblicuos de bajo grado precisarán corrección sobre todo en pacientes jóvenes.</li> </ul> <p><b>Astigmatismos altos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar la tolerancia a la corrección monocular rotando el eje y/o disminuyendo la cantidad de cilindro. Valorar siempre el balance binocular.</li> <li>• Si no se tolera todo el cilindro es mejor una corrección parcial manteniendo siempre el EE, y luego aumentar progresivamente.</li> <li>• Advertir que la prescripción de toda la refracción en el paciente astigmata requiere una adaptación a la gafa.</li> </ul>

## ASTIGMATISMO. ALTERNATIVAS A LA CORRECCIÓN ÓPTICA CON GAFAS

Existen formas de corrección del A como alternativa a las gafas:

Lentes de Contacto: Son una alternativa especialmente útil ante la presencia de anisometropías elevadas, ectasias corneales y en casos de astigmatismo irregular.

## Cirugía refractiva corneal

- El láser Excimer puede corregir el A regularizando la curvatura corneal en casos de córneas aptas, mediante técnicas de ablación superficial (PRK, LASEK, EPILASIK), intraestromal (LASIK) o
- Láser de femtosegundo con extracción de lentículo estromal (SMILE).
- Incisiones relajantes corneales. Relajan el meridiano donde se practican. Se pueden realizar de forma manual o con láser de femtosegundo.
- Suturas compresoras. Incurvan el meridiano donde se realizan. Útiles en casos de cicatrices corneales dehiscentes o queratoplasias.
- Segmentos de anillos intraestromales. Indicados en casos de ectasias corneales.

### Cirugía refractiva intraocular

- Lentes intraoculares fáquicas tóricas. Se implantan delante del cristalino con una orientación específica en el meridiano astigmático. Indicadas para la corrección del defecto esfero-cilíndrico a partir de la 2ª década hasta el desarrollo de la presbicia, siempre que se cumplan las condiciones de amplitud de cámara anterior suficiente para su implantación.
- Lentes intraoculares pseudofáquicas tóricas: Se implantan durante la cirugía de cristalino transparente o cataratoso. Son capaces de corregir cualquier defecto esfero-cilíndrico con una orientación específica en el meridiano astigmático. Especialmente indicadas en pacientes presbítas o con catarata.

### IDEAS CLAVES

- El A es un defecto de refracción en el que ni por acomodación, ni variando la distancia de los objetos, el ojo es capaz de obtener imágenes enfocadas.
- El conoide de Sturm es una representación tridimensional de la refracción de la luz a través de una lente tórica o de una córnea con A.
- La visión en el A va a depender de la cuantía del defecto astigmático, del tipo de A y del defecto esférico asociado al mismo.
- La AV y la tolerancia al A son muy variables, y dependen de la relación entre el tipo de A y la acomodación.
- Existen diversos métodos para cuantificar el A, pero debemos distinguir aquellos que reflejan el A total del globo ocular, de los que aportan el A corneal.
- Los métodos más extendidos para la evaluación del A son la queratometría manual, los autorrefractómetros, la topografía, la tomografía corneal, la aberrometría y los biómetros ópticos.
- Existen diferentes fuentes de error en la medición del A, que varía con los diferentes dispositivos, tamaño de pupila, cara posterior de la córnea o estado de la superficie corneal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Navarro R. La aberración de astigmatismo. En: Corrección del astigmatismo. Cristóbal J.A. Monografía de la Sociedad española de Cirugía Implanto-Refractiva. MAC LINE SL. 2006: 79-87.
2. del Buey M A, Cristóbal J A. Concepto de Astigmatismo. Clasificación. En: Astigmatismo. Cristóbal JA, Ruiz R. Ponencia oficial de la Sociedad Española de Oftalmología. MAC LINE SL. 2019: 53-59.
3. del Buey M A, Cristóbal J A. Bases del Astigmatismo. Visión, acomodación, generalidades de medida y refracción. En: Astigmatismo. Cristóbal JA, Ruiz R. Ponencia oficial de la Sociedad Española de Oftalmología. MAC LINE SL. 2019: 59-69.
4. Cristóbal J A, del Buey. Tratamiento del Astigmatismo. Generalidades. En: Astigmatismo. Cristóbal JA, Ruiz R. Ponencia oficial de la Sociedad Española de Oftalmología. MAC LINE SL. 2019: 171-177.
5. Belmonte N. Sobre refracción ocular. Barcelona: Ediciones Doyma. 1989: 75-116.