

[Inicio](#) > [Experto](#) > [Óptica Geométrica](#)

# El Ojo Humano

[Contenidos](#)[Ejercicios](#)[Fórmulas](#)[Ver más](#)

A estas alturas de tu vida, seguro que sabes que el **ojo humano** es la base del *sentido de la vista*. Su *función* principal es captar la luz procedente de tu entorno y transformarla en impulsos eléctricos que transmite al cerebro. Una vez allí, este se encarga de mezclar e interpretar las imágenes, ligeramente distintas, recibidas de cada ojo, produciendo una magnífica experiencia de visión tridimensional.

Lo que quizás ignores todavía es que, para poder realizar este trabajo, el ojo humano debe comportarse como un sistema óptico altamente especializado. De ahí, que a menudo se diga que ***el ojo es el sistema óptico por excelencia***. En este viaje al interior del ojo estudiaremos:

- [Su estructura](#)
- [Su funcionamiento](#)
- Algunos defectos comunes de la vista tales como:
  - [Miopía](#)
  - [Hipermetropía](#)
  - [Presbicia o vista cansada](#)
  - [Astigmatismo](#)

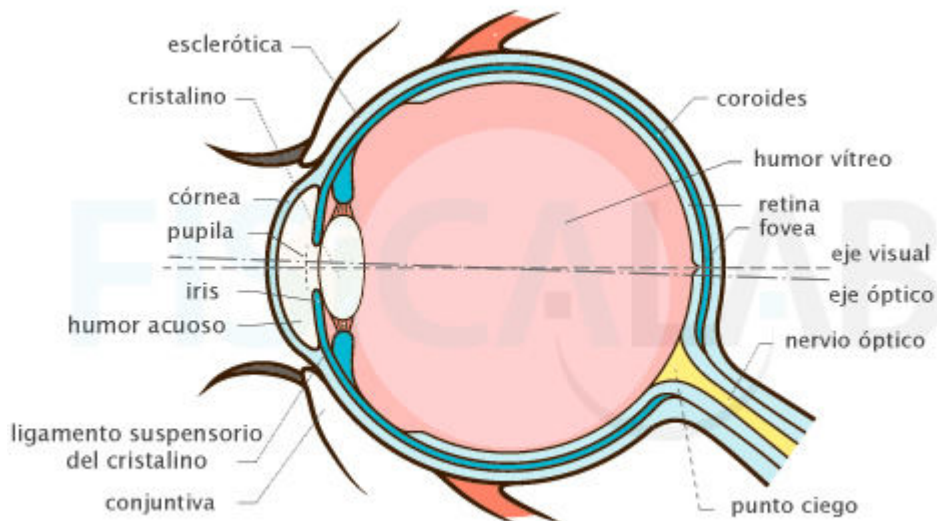
## ¿Preparado para partir?



### El ojo humano

*Hay ojos que miran, -hay ojos que sueñan, hay ojos que llaman, -hay ojos que esperan, hay ojos que ríen -risa placentera, hay ojos que lloran -con llanto de pena, unos hacia adentro - otros hacia fuera", escribía el poeta Miguel de Unamuno, pero ¿te has preguntado alguna vez como funcionan?*

## Estructura



### El globo ocular

La forma del ojo es aproximadamente esférica, con un diámetro medio de 2.5 cm. En la imagen resaltamos las partes principales, cuyo funcionamiento te iremos explicando:

- Cornea
- Iris y pupila
- Cristalino

- Humor vítreo
- Retina

Podemos considerar *el ojo humano* como un sistema óptico autoadaptativo formado por un conjunto de *dioptrios* y *lentes* que, junto con un diafragma para regular el paso de luz, permiten captar la luz procedente del exterior y proyectarla en una superficie sensible a la luz.

## Cornea

El ojo se encuentra rodeado por la **esclerótica**, coloquialmente "el blanco de los ojos". Es una membrana semidura que protege la parte interior, más gelatinosa, y que se hace transparente en su parte frontal, formando la **cornea**. La cornea es lo primero que se encuentra la luz en su camino hacia el interior del ojo y, desde el punto de vista de la *óptica geométrica*, se puede considerar un dioptrio con *índice de refracción* aproximado de 1.37, similar al del agua.

Su forma es ligeramente achatada, de modo que apenas se produce *aberración* esférica.

Tras la cornea se encuentra el **humor acuoso**. A este primer espacio relleno de humor acuoso se le conoce como *cámara anterior*. La función principal del humor acuoso es proporcionar nutrientes a la córnea y al cristalino, que veremos posteriormente. Su índice de refracción se mantiene similar al del agua.

## Iris y pupila

Inmerso en el humor acuoso se encuentra la **iris**. Puedes reconocerlo fácilmente si te miras al espejo, al ser el responsable del color de tus ojos. Se trata de un conjunto de músculos radiales y circulares que hacen las veces de diafragma, abriendo o cerrando

una abertura, en su centro, conocida como **pupila**, controlando, así, la cantidad de luz que entra al interior del ojo. Este proceso es involuntario, y depende de la intensidad de la luz observada.

La pupila, el orificio creado por los músculos del iris, es fácilmente reconocible por ser de color negro. Este color se debe a que los rayos de luz que entran no salen reflejados. Es la misma razón por la que son oscuras las ventanas de un edificio lejano en un día soleado. En cualquier caso, *no olvides que se trata de un orificio*. En ocasiones es posible observar el interior del ojo a través de él. Así, la retina, de color rojizo, aparece de manera evidente en algunas fotos disparadas con flash: es el conocido **efecto de ojos rojos**.

Por otro lado, la pupila sirve de conducto para que el humor acuoso la atraviese y llegue desde la cámara anterior, señalada anteriormente, a la *cámara posterior*, donde se encuentra el cristalino, que también es nutrido por el mismo.

## Cristalino

El **cristalino** es una lente biconvexa *adaptable*. Está constituida por unas 22000 capas transparentes y con un índice de refracción variable aproximadamente entre 1.38, en la periferia, y 1.4, en el núcleo. Gracias a su elasticidad y a los **músculos ciliares** es capaz de variar su forma, según desees enfocar objetos cercanos o lejanos. De esta manera el cristalino varía su **distancia focal**.

El **sistema cornea-cristalino** es el encargado de enfocar la luz hacia la retina, en la parte posterior del ojo. La mayor parte de la **refracción** ocurre en la superficie exterior, dónde la cornea está cubierta de una película de lágrimas que la favorecen.

## Humor vítreo

Una vez en el interior del ojo, y tras pasar por el cristalino, la luz atraviesa el **humor vítreo**. No es más que un gel transparente, algo más denso que el humor acuoso, que rellena el espacio interior del ojo, entre el cristalino y la retina, y que permite al globo ocular mantener su forma.

## Retina

Es una fina capa rojiza de aproximadamente 0.5 mm que cubre alrededor del 65% de superficie interior del ojo. Está formada por millones de células (en torno a 126), fotosensibles y de dos tipos: **bastoncillos y conos**. Los primeros son sensibles fundamentalmente a la intensidad de la luz, pero muy poco sensibles al color. Así, permiten ver en condiciones de baja luminosidad: gracias a ellos podemos ver en la oscuridad, aunque nos cueste bastante distinguir los colores. Los segundos, los conos, son mucho menos numerosos (en torno a 6.5 millones frente a 120 millones de los bastoncillos), pero son muy sensibles al color. Se excitan fundamentalmente con la luz de alta intensidad.

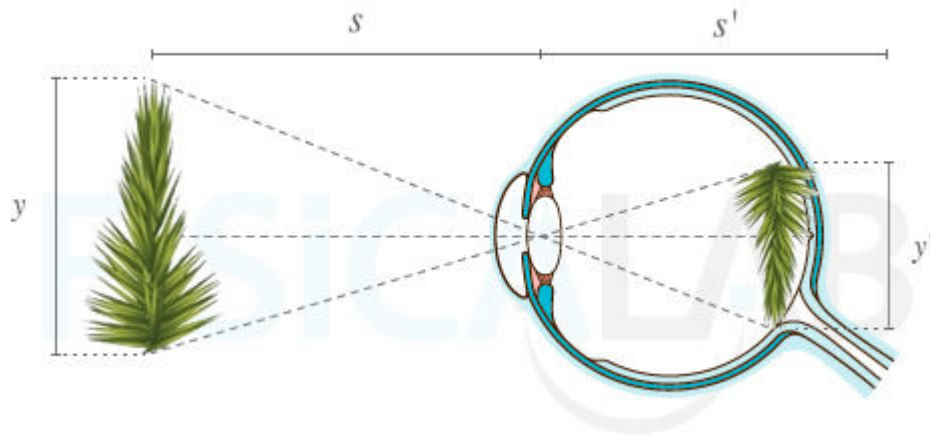
Cuando la luz, enfocada por el sistema cornea-cristalino, incide en la retina, se desencadenan una serie de procesos químicos y eléctricos que resultan en impulsos nerviosos enviados al cerebro por el **nervio óptico**. La zona de unión entre la retina y el nervio óptico no presenta células fotosensibles, por lo que se denomina **punto ciego**.

Los conos y bastoncillos no se distribuyen de igual manera por toda la retina. La parte central de la misma se denomina **fovea** o **depresión de la mácula**, y en ella se concentra el mayor número de conos, por lo que *es ahí donde está presente la visión de alta resolución*.

Finalmente, cada cono estimulado por la luz es capaz de transmitir su propia señal a las fibras nerviosas, frente a los cientos de bastoncillos estimulados por la luz necesarios para transmitir señal a la fibras nerviosas (aunque debes saber que es necesaria mucha menos intensidad de luz para estimular un bastoncillo que para estimular un cono). Esta es la razón por la que, cuando observamos un objeto, lo que hacemos en realidad es centrarlo en la fovea, y esta es la razón por la que, como se observa en la imagen del ojo, la fovea determina el centro del *eje visual*, ligeramente desplazado respecto al *eje óptico*.

## Funcionamiento

El proceso de la visión comienza cuando el ojo proyecta el objeto que deseamos ver sobre la retina, tal y como se pone de manifiesto en la siguiente imagen.



### Proceso de Visión

El árbol al que el ojo mira es enfocado sobre la retina. La imagen proyectada en la misma está invertida respecto a la original, pero el cerebro la interpreta y la ve como derecha. Observa que, por la [semejanza de los triángulos](#),  $s/y = s'/y'$

Desde el punto de vista de la óptica, nos interesa analizar la adaptación que hace el ojo para enfocar objetos a distintas distancias. En primer lugar, es importante que sepas que el enfoque relajado del ojo es al infinito, es decir, enfocando objetos lejanos.

Se conoce como [acomodación](#) al proceso por el cual los músculos ciliares modifican la curvatura del cristalino variando su distancia focal y haciendo que la imagen de un objeto cercano se forme en la retina.



### Acomodación del ojo

A la izquierda, los rayos procedentes del infinito se proyectan sobre la retina del ojo relajado. A la derecha, la luz procedente de un objeto cercano se proyecta sobre la retina gracias a la contracción del cristalino que realizan los músculos ciliares.

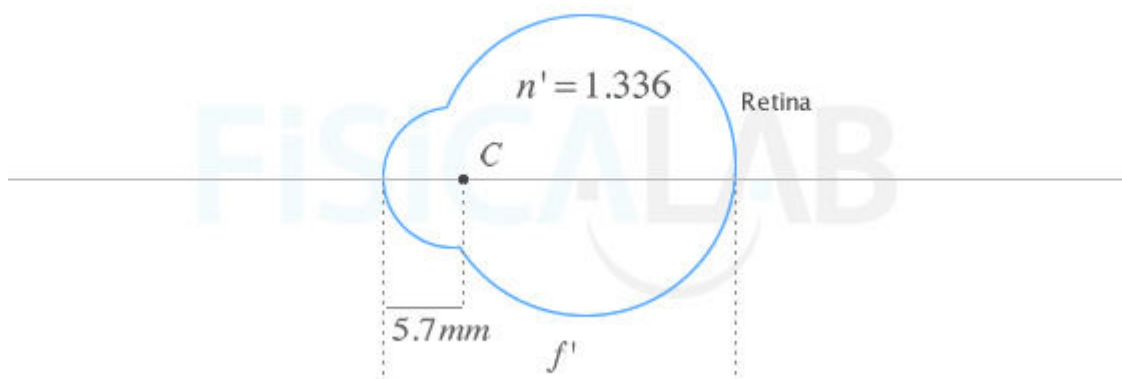


El punto más cercano que un ojo sano puede enfocar se denomina **punto próximo o punto cercano**, y se encuentra a una distancia del mismo  $x_p$ . Distancias por debajo del punto próximo producen objetos borrosos. Su valor aumenta con la edad, siendo **25 cm el valor considerado promedio en un ojo sano**. En función de la edad podemos establecer la siguientes tabla:

Años	$x_p$ cm
10	7
20	10
30	14
40	22
50	40
60	200

Por otro lado, el punto más lejano que un ojo es capaz de enfocar se denomina **punto remoto o punto lejano**. **En un ojo sano corresponde a infinito**, es decir, el ojo sano es capaz de enfocar en la retina los rayos que llegan paralelos a la cornea.

Finalmente, aunque su estudio pormenorizado queda fuera del alcance de este nivel, ten presente que para analizar el comportamiento óptico del ojo existen distintos modelos, algunos complejos y otros muy simples, como por ejemplo considerar el ojo completo como un solo dioptrio esférico con radio de 5.7mm y con índice de refracción 1.336.



### Modelo de Listing

En el modelo de la figura, el ojo en relajación (no acomodado) consiste en un dioptrio cuya distancia focal imagen,  $f'$ , permite a los objetos situados en el punto remoto (rayos paralelos al eje óptico) enfocarse en la retina.

## Defectos de la visión

Al ojo capaz de enfocar adecuadamente los objetos cercanos y lejanos se le denomina **ojo emétrope**. En este punto vamos a estudiar algunos defectos refractivos o *ametropías*.

La [ecuación de Gauss](#) te será muy útil para resolver los problemas de este apartado. Recuerda que:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f}$$

Donde:

- $s, s'$ : Son las distancias del objeto y la imagen respectivamente al origen  $O$ . Su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el metro (m). Según el [criterio DIN de signos](#), que usamos, son negativas cuando están a la izquierda del origen y positivas detrás
- $f, f'$ : Distancia focal objeto e imagen respectivamente. La unidad de medida de ambas en el Sistema Internacional (S.I.) es el metro (  $m$  )

## Miopía

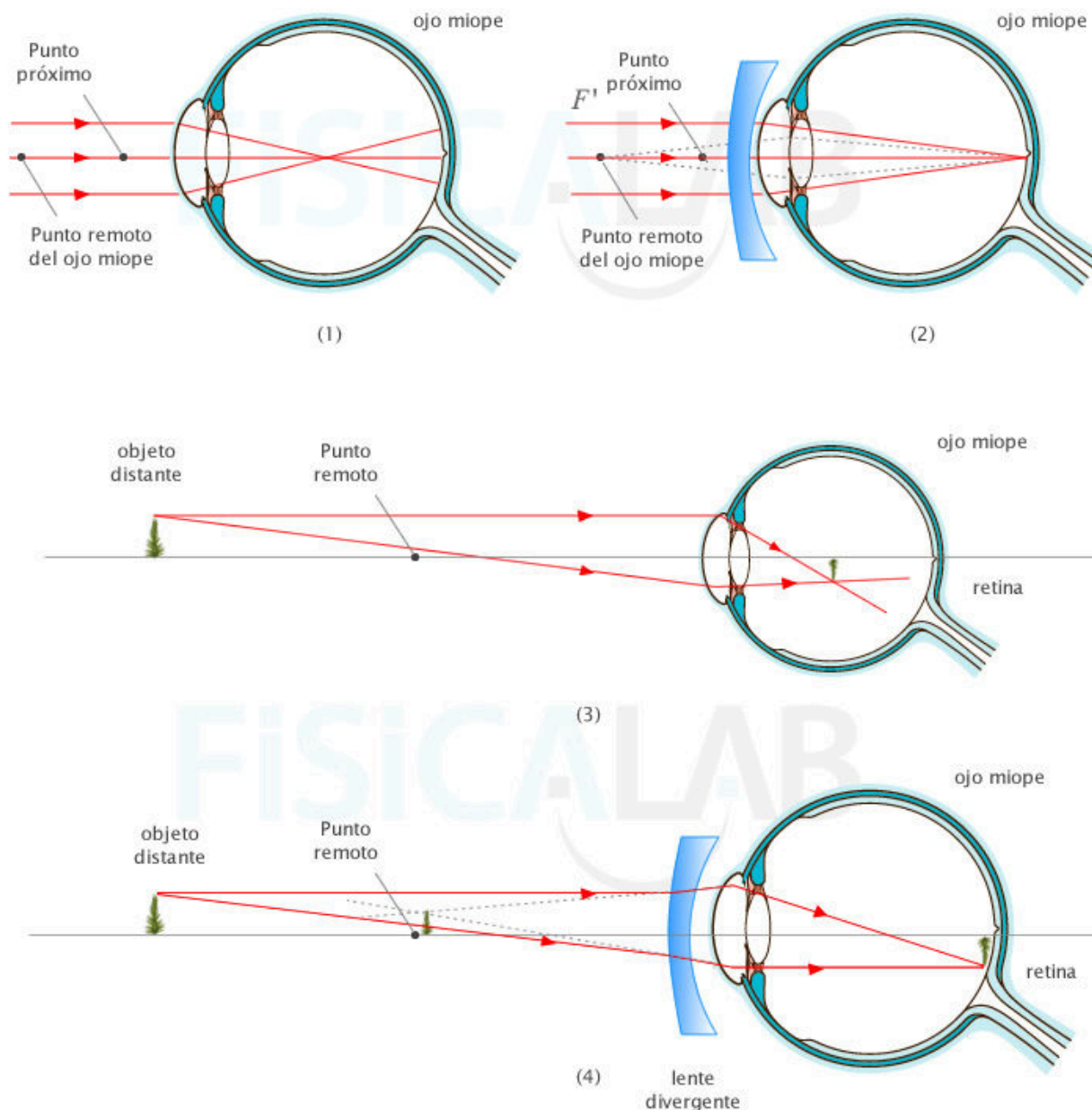
La persona con [miopía](#) no ve bien de lejos. Se debe a que la imagen de objetos lejanos se forma delante de la retina. Por ello, los objetos cercanos se ven adecuadamente pero no los lejanos.

En un ojo miope...

- El **punto próximo** está más cerca de lo habitual



- El **punto remoto** también está más cerca de lo habitual, siendo una distancia finita, en lugar de ser infinito, como en el sano



## Miopía

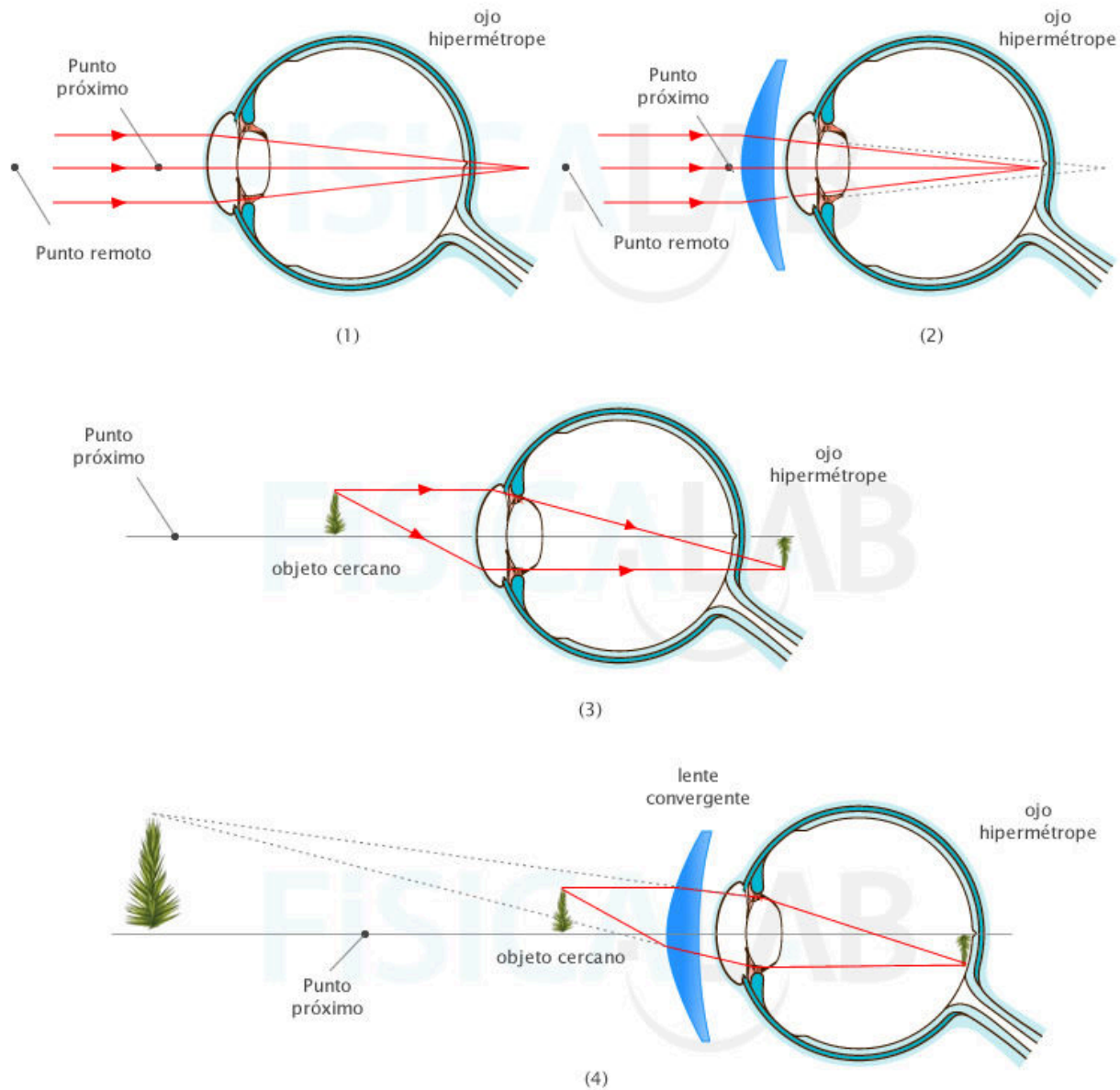
En la primera imagen, arriba izquierda, un ojo miope en relajación (no acomodado), hace que los rayos provenientes del infinito converjan delante de la retina. Como se trata de un exceso de convergencia, para corregirla se usa una lente divergente cuyo foco imagen  $F'$  esté en el punto remoto del ojo, como se aprecia en la imagen arriba derecha. En las dos imágenes inferiores de la serie tenemos el efecto concreto cuando el ojo intenta enfocar un objeto lejano, un pino en este caso. Así, como se aprecia en la de la izquierda, el ojo crea su imagen delante de la retina debido a un exceso de convergencia. Como se aprecia en la última ilustración de la serie, la lente crea las imágenes de los objetos lejanos (el pino de la figura) cercanas a dicho punto remoto. Se trata de una imagen derecha, virtual y más pequeña de los objetos que están próximos al infinito (rayos casi paralelos), pero por contra, más próxima. Esta es la imagen vista por el ojo.

# Hipermetropía

La persona con **hipermetropía** no ve bien de cerca. Se debe a que la imagen de los objetos lejanos se forma detrás de la retina. Por ello, los objetos lejanos se ven adecuadamente pero no los cercanos.

En un ojo hipermetrope...

- El **punto próximo** está más lejos de lo habitual
- El **punto remoto** está en el infinito, pero con alguna particularidad. Los rayos paralelos convergen detrás de la retina, por lo que para ver los objetos situados en el infinito el ojo hipermetrope tiene que realizar acomodación. Así, cuando intenta enfocar objetos cercanos, el cristalino no puede hacer ya que los rayos converjan lo suficiente como para que se enfoquen en la retina, por que parte del recorrido de acomodación se "gasta" en permitir el enfoque de objetos lejanos



## Hipermetropía

En la imagen (1) de la serie, un ojo hipermétrope en relajación (no acomodado) hace que los rayos provenientes del infinito converjan detrás de la retina. Como se trata de un defecto de convergencia, para corregirla se usa una lente convergente que hace que los rayos provenientes del infinito se formen finalmente en la retina, como se aprecia en la imagen (2) de la serie. En las dos imágenes inferiores (3) y (4) tenemos el efecto sobre un objeto concreto, situado delante del punto próximo, con el ojo en acomodación. Así, en la imagen (3) de la serie vemos que el ojo es incapaz de enfocar los rayos provenientes del objeto en la retina. La cuarta imagen de la serie pone de manifiesto como actúa la lente convergente para que el objeto forme su imagen en la retina: la lente crearía para los objetos cercanos una imagen virtual y de mayor tamaño que dicho objeto cercano, pero más alejada del cristalino.

## Presbicia

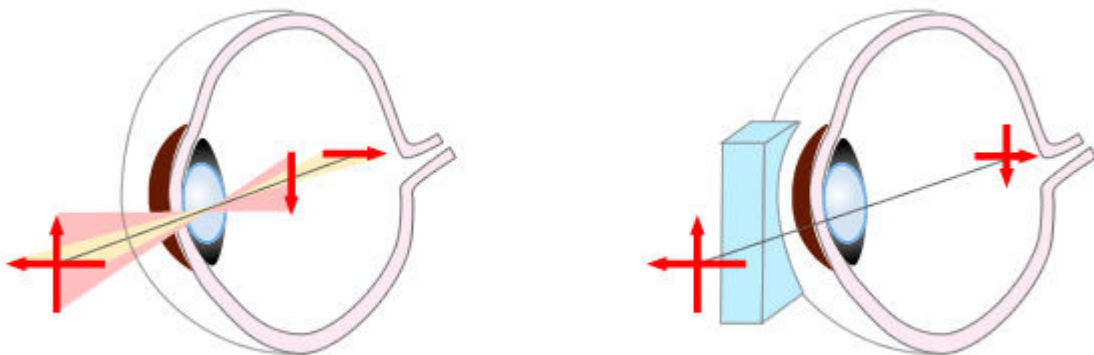
La persona con **presbicia**, también llamada **vista cansada**, no ve bien de cerca. Se debe a una pérdida en la capacidad de acomodación del cristalino debida a la edad.

La vista cansada, que se manifiesta claramente en personas que necesitan estirar los brazos para leer, se corrige de igual manera que la hipermetropía, es decir, con lentes convergentes.

## Astigmatismo

La persona con **astigmatismo** no ve por igual en los distintos planos de visión. Es debido a que la cornea o el cristalino presentan distintas curvaturas para distintos planos

La imagen de un punto es percibida por una persona con astigmatismo como un trazo. ¿Por qué? Para entenderlo observa la siguiente figura:



### Astigmatismo

A la izquierda, un ejemplo de ojo astigmático. Los elementos verticales y horizontales del objeto (la flecha) se proyectan a distintas distancias. Se corrige mediante el uso de lentes esféricas que actúan sobre la luz de manera distinta en unos planos y en otros, como se pone de manifiesto en la imagen derecha.

Algunas de las intervenciones quirúrgicas más modernas se centran en tallar la córnea para conseguir que el cristalino pueda enfocar en la retina los los

rayos de luz que se refractan en ella. A este tipo de operaciones se le conoce como **cirugía refractiva**

Y ahora... ¡Ponte a prueba!



Sobre el autor

**José L. Fernández** 

José Luis Fernández Yagües es ingeniero de telecomunicaciones, profesor experimentado y curioso por naturaleza. Dedica su tiempo a ayudar a la gente a comprender la física, las matemáticas y el desarrollo web. Ama el queso y el sonido del mar.

## Apartados relacionados

El apartado no se encuentra disponible en otros niveles educativos.

Por otro lado, los contenidos de *El Ojo Humano* se encuentran estrechamente relacionados con:

[Lentes Delgadas](#)

## Sistemas de Varias Lentes

### Navegación

#### Experto

##### Óptica Geométrica

##### El Ojo Humano

Principios de Óptica Geométrica

Criterio de Signos en Sistemas Ópticos

Aproximación Paraxial

El Dioptrio Esférico

El Dioptrio Plano

El Espejo Esférico

El Espejo Plano

Lentes Delgadas

Sistemas de Varias Lentes

La Lupa

El Microscopio

El Telescopio

La Cámara Fotográfica

Aberraciones Ópticas

Matemáticas IV

Dinámica del Sólido Rígido

Gravitación Universal

Campo Eléctrico

## Resuelve tus dudas



Accede y plantea tus inquietudes a *¡Albert*, nuestro pequeño asesor científico basado en I.A.



Acceder con Google

Saber más





Realizado con todo el cariño del mundo por el [equipo de Fiscalab](#), con la ayuda de [nuestros mecenas](#), para los estudiantes y docentes de todo el mundo.

© Todos los derechos reservados 2025.

## Sitio

Obtén una visión general de nuestro [sitio](#), accede a los contenidos principales y descubre qué podemos ofrecerte.

## Contacto

¿Quieres saber [quiénes somos](#)? Si tienes dudas, sugerencias o detectas problemas en el sitio, estaremos encantados de oírte.

[¡Escríbenos!](#)

## Diccionario

Consulta nuestro [índice analítico](#) de Física para una rápida definición de términos.



*Fiscalab ha sido [beneficiaria](#) del Fondo Europeo de Desarrollo Regional.*

[Cookies](#) | [Privacidad](#) | [Condiciones del servicio](#)