



# ÓPTICA OCULAR Y ACOMODACIÓN

## IMAGINA QUE...

Una madre de cuatro niños viene a verte. Ella te cuenta que siempre ha cosido la ropa de sus hijos ella misma pero que, recientemente, le dan dolores de cabeza cada vez que cose.

¿Qué crees que le puede estar causando los dolores de cabeza?

## OBJETIVO

Esta unidad te presenta cómo la luz es enfocada en el ojo y qué pasa cuando el ojo no enfoca correctamente la luz.

## RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al final de esta unidad serás capaz de:

- identificar y nombrar las partes del sistema óptico del ojo
- describir cómo estas partes trabajan juntas para enfocar la luz y formar una imagen visual
- definir el error refractivo y enumerar los diferentes tipos de errores refractivos
- explicar cómo el ojo puede cambiar enfoque desde objetos lejanos a objetos cercanos
- explicar por qué la habilidad para acomodar disminuye con la edad
- reconocer los síntomas de la astenopía.



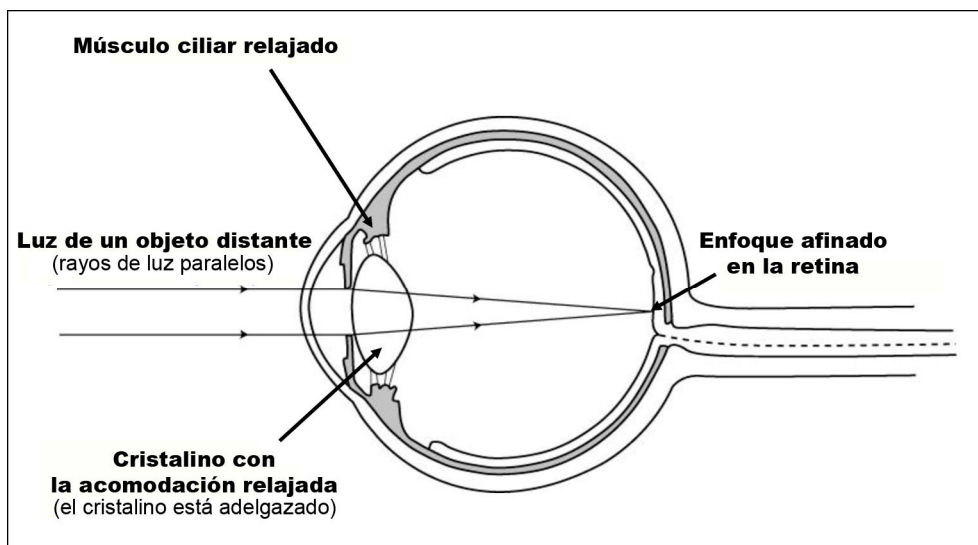
## ¿CÓMO ES RECIBIDA LA LUZ POR EL OJO NORMAL?

Los rayos de luz provenientes de un objeto entran en el ojo a travessando la película lagrimal y la córnea. Éstos viajan a través de la cámara anterior y la pupila. Los rayos de luz, después, pasan por el cristalino y el humor vítreo antes de llegar a la retina.

A lo largo del camino, los rayos de luz van convergiendo (desviándose unos hacia los otros), primero al atravesar la córnea y después al atravesar el cristalino. El desvío o convergencia de la luz permite que ésta sea enfocada. Si la luz es enfocada en la retina, se formará una imagen nítida.

En la retina, la luz es transformada en señales eléctricas que son enviadas, vía nervio óptico, al cerebro.

Estas señales eléctricas son interpretadas por el cerebro como una imagen visual.



**Figura 1: La luz de un objeto lejano enfoca en la retina.**

### **Enfocando la luz en el ojo:**

Es importante saber que los rayos de luz provenientes de un objeto lejano son paralelos entre sí (Figura 1). Normalmente, se considera objeto lejano todo aquél que está más lejos de 6 metros.

Los rayos de luz provenientes de un objeto cercano son divergentes (se desvían alejándose unos de otros). Cuanto más cerca del ojo esté el objeto, más divergentes serán los rayos de luz.

Para enfocar los rayos de luz exactamente en la retina, el ojo tiene de hacer lo siguiente:

- La córnea y el cristalino deben desviar (o hacer converger) la luz en la medida exacta.
- El globo ocular debe tener la longitud correcta (distancia entre córnea y retina).



El ojo debe ser de tamaño y forma correctos para tener una visión nítida y cómoda.

**Estructuras de  
enfoque del ojo:**

La córnea y el cristalino trabajan juntos para refractar los rayos de luz incidentes de modo que éstos converjan y se enfoquen en retina.

- La córnea proporciona las  $\frac{2}{3}$  partes del poder de enfoque total del ojo.
  - La forma curvada y el espesor de la córnea son los que le proporcionan su poder de enfoque.
  - La forma curvada y el espesor de la córnea no pueden cambiar, por lo que el poder de enfoque de la córnea no cambia.
- El cristalino proporciona  $\frac{1}{3}$  del poder de enfoque total del ojo.
  - La forma curvada y el espesor del cristalino le proporcionan su poder de enfoque.
  - El cristalino puede cambiar su forma y hacerse más grueso (proporcionar más poder de enfoque) cuando el músculo ciliar se contrae, por lo que el poder de enfoque del cristalino puede cambiar.



La córnea proporciona  $\frac{2}{3}$  partes del poder de enfoque del ojo.

El cristalino proporciona  $\frac{1}{3}$  del poder total de enfoque del ojo, pero también puede reajustar (hacer pequeños ajustes a) el poder total de enfoque, cambiando su forma.

## ¿QUÉ ES EL ERROR REFRACTIVO?

### **Error refractivo:**

Una persona con un error refractivo necesita llevar gafas o lentes de contacto para poder ver de forma nítida y confortable. Ésto es porque su ojo no tiene un tamaño y una forma correctos y la luz no se enfoca adecuadamente en su retina.

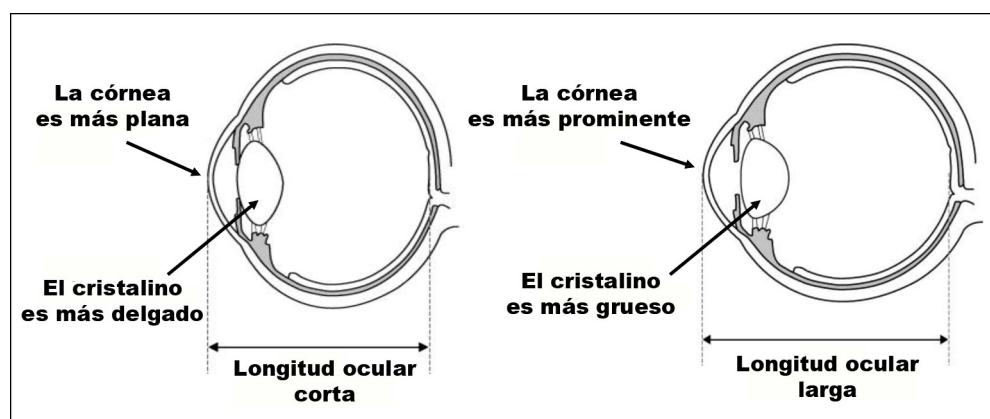


Los ojos de una persona con un error refractivo parecen normales pero no pueden ver bien.

La cantidad de error refractivo que tiene un ojo depende de:

- lo curva o plana que sea la córnea,
- lo grueso o fino que sea el cristalino y
- la longitud del globo ocular.

Una persona puede tener una combinación de alguna de esas tres cosas que haga que el ojo tenga un tamaño o una forma incorrectos y que impida que la luz se enfoque perfectamente en la retina (Figura 2). Si la luz de un objeto lejano o cercano no se enfoca adecuadamente en la retina, la persona tendrá problemas para ver porque tiene un error refractivo.



**Figura 2: Posibles diferencias en la longitud del globo ocular, la forma de la córnea y la forma del cristalino.**



Cuando un ojo no tiene el tamaño o la forma correctos, decimos que ese ojo tiene un error refractivo.

La cantidad de error refractivo que tiene un ojo depende del tamaño y la forma de la córnea, el cristalino o el ojo entero.

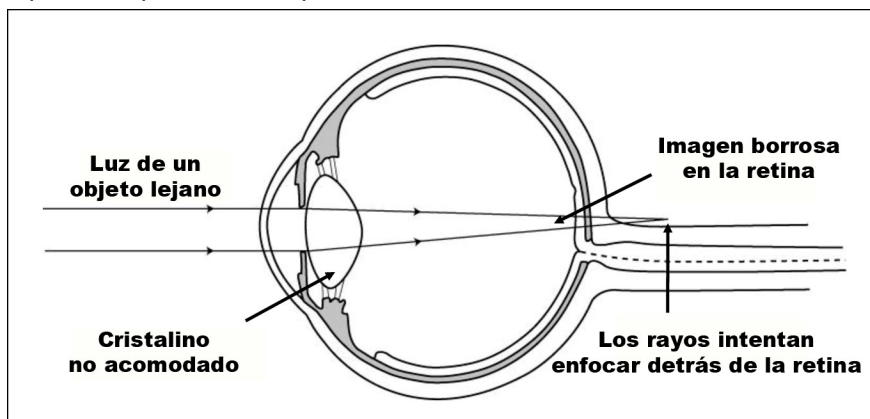
Cuando un ojo tiene el tamaño y la forma correctos para enfocar la luz en la retina, decimos que ese ojo es emélope.

El error refractivo puede dividirse en cuatro tipos principales, dependiendo de qué parte del ojo tiene el tamaño o la forma incorrectos:

- **Hipermetropía**

(también conocida como “vista larga”)

La gente con hipermetropía (hipermétrope) a veces puede ver bien de lejos pero tener dificultades con la visión cercana. La visión de los hipermétropes también puede verse afectada con la edad.

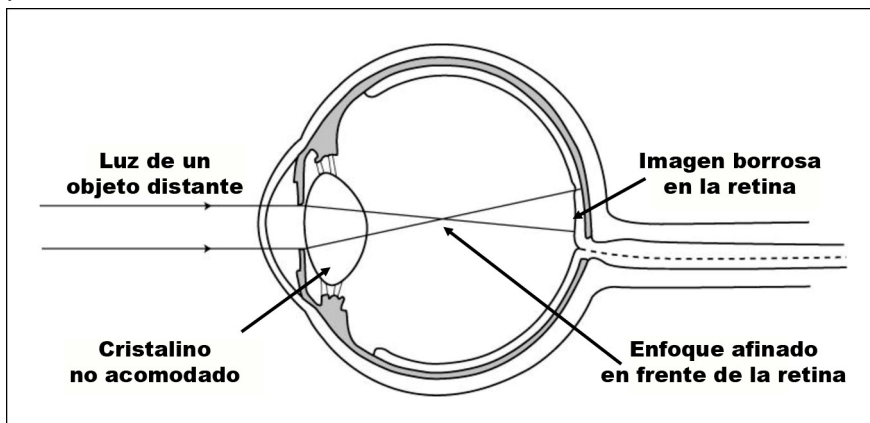


**Figura 3:** Un ojo hipermetrópico; los rayos de luz provenientes de un objeto lejano se enfocan detrás de la retina.

- **Miopía**

(también conocida como vista corta)

La gente con miopía (miope) no puede ver bien de lejos pero, dependiendo de la cantidad de miopía que tengan, su visión de cerca puede ser buena.

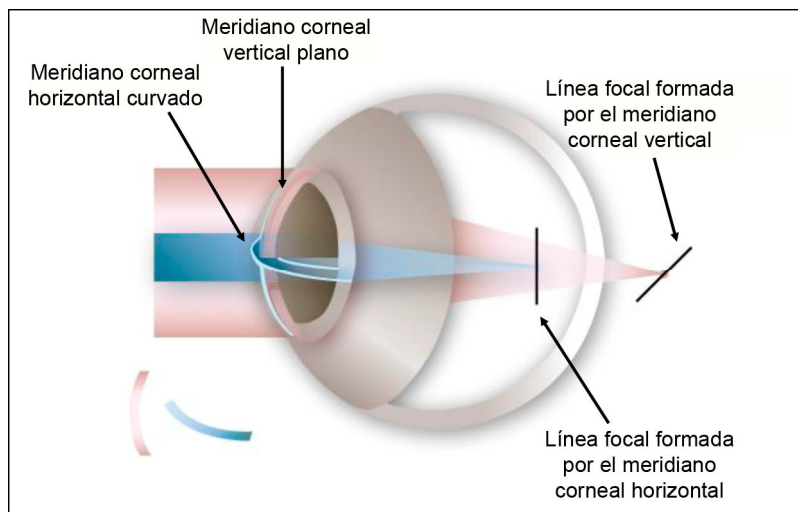


**Figura 4:** Un ojo miópico; los rayos de luz provenientes de un objeto lejano se enfocan delante de la retina.

- **Astigmatismo**

Un ojo con astigmatismo tiene distintas potencias en diferentes meridianos. Esto causa que la luz incidente en el ojo se enfoque en diferentes sitios en lugar de en un único punto.

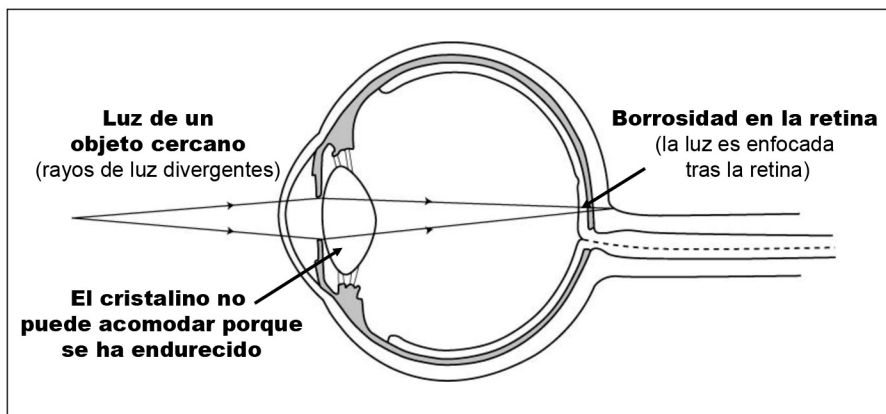
La gente con astigmatismo (astígmata) pueden tener problemas tanto en visión de lejos como en visión de cerca porque no existe un punto en el que se forme una imagen retiniana nítida.



**Figura 5: Un ojo astigmático; los rayos de luz provenientes de un objeto lejano se enfocan en dos sitios diferentes.**

- **Presbicia o presbiopía**

La presbicia se desarrolla a medida que envejecemos (normalmente después de los 45 o 50 años), cuando el cristalino no es capaz de enfocar la luz proveniente de objetos cercanos. La gente con presbicia (prébita o presbíope) tienen dificultad con la visión cercana.



**Figura 6: Un ojo prébita; los rayos de luz provenientes de un objeto cercano se enfocan detrás de la retina.**

Una persona que tiene alguno de estos defectos refractivos va a necesitar gafas para ver con claridad y cómodamente.

El ojo de una persona puede tener sólo un error refractivo o puede tener una combinación de diferentes errores refractivos. Un ojo puede tener cualquier combinación de errores refractivos salvo miopía e hipermetropía juntos. No es posible que un ojo tenga miopía e hipermetropía al mismo tiempo.

Para encontrar qué tipo de error refractivo es el que tiene una persona es preciso examinar los ojos de una manera especial.

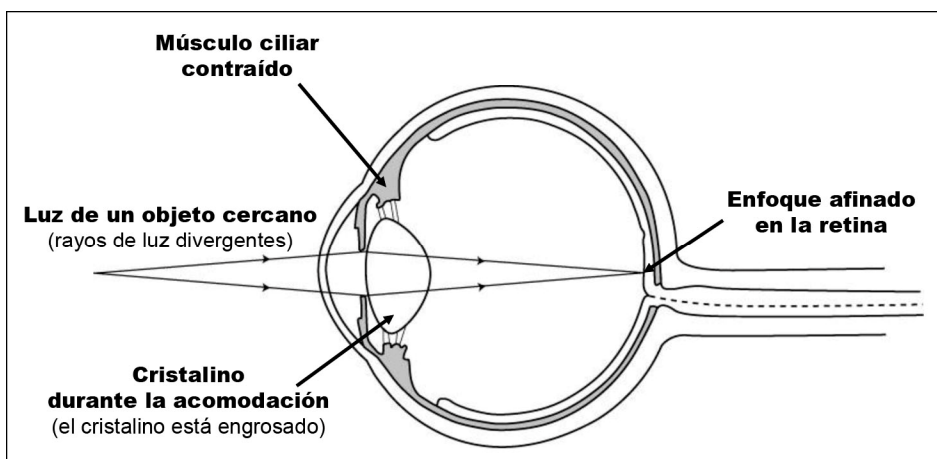


A un examen ocular de detección de errores refractivos se le llama refracción.

## ¿QUÉ ES LA ACOMODACIÓN?

La acomodación ocurre cuando el músculo ciliar se contrae y cambia la forma del cristalino (lo hace más grueso).

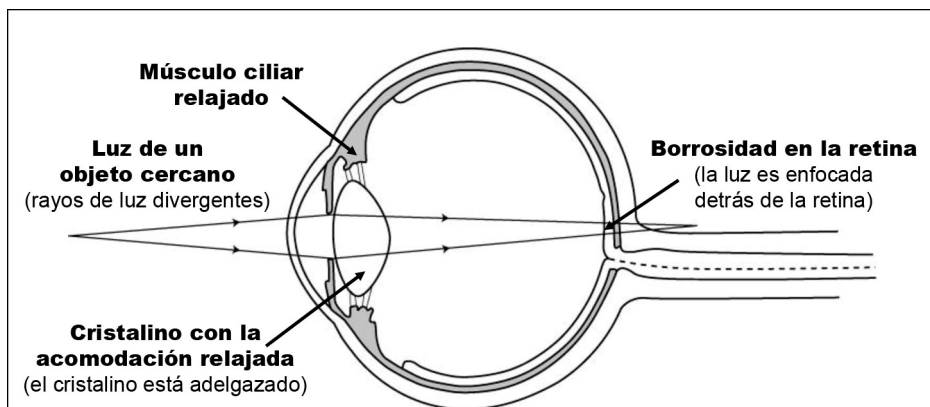
Cuando un ojo acomoda, el poder de enfoque del ojo aumenta. Ésto permite a la persona ver los objetos cercanos con claridad (Figura 7).



**Figura 7:** En un ojo acomodado los rayos provenientes de un objeto cercano se enfocan en la retina.

Cuando el músculo ciliar se relaja un ojo normal (un ojo que tiene el tamaño y la forma adecuados) verá los objetos distantes (más lejos de 6 m) con claridad. Cuando ésto pasa, decimos que la acomodación está relajada o que ese ojo no está acomodado. A veces, a un ojo con un músculo ciliar relajado también se le llama ojo relajado.

Cuando la gente acomoda no es consciente de que lo está haciendo. Una persona que está acomodando, normalmente lo hará de forma inconsciente (sin pensar en ello), sin darse cuenta de que está utilizando su músculo ciliar para acomodar.



**Figura 8: Los rayos de luz provenientes de un objeto cercano no se enfocan en la retina si el ojo no está acomodando.**

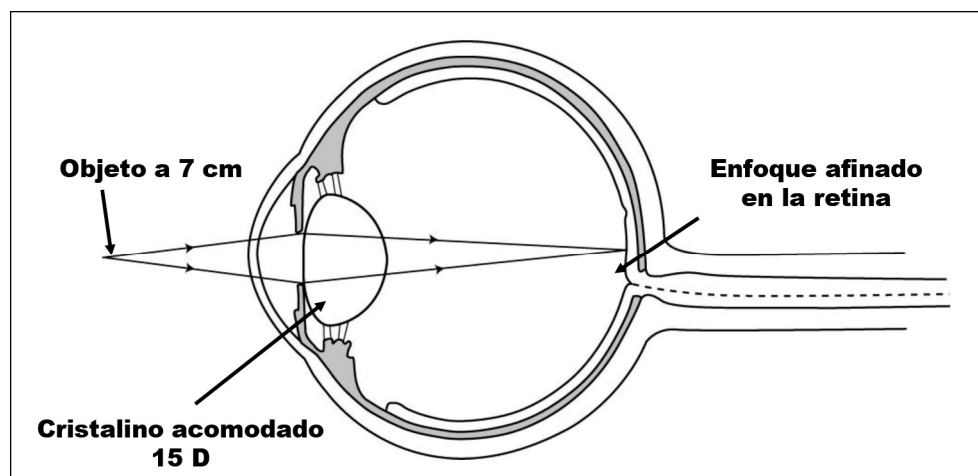
Cuando envejecemos, el cristalino se endurece gradualmente y no puede cambiar de forma fácilmente cuando el músculo ciliar se contrae. Éste es un proceso de envejecimiento natural y normal que se conoce como presbicia (o presbiopía). Ésto significa que una persona mayor no puede acomodar (cambiar el enfoque de su ojo para ver los objetos cercanos) tan fácilmente como una persona joven.

Si el ojo no acomoda cuando mira a un objeto cercano, ese objeto aparecerá borroso o desenfocado (Figura 8). Si una persona no puede acomodar lo suficiente para ver los objetos cercanos, va a necesitar gafas si quiere verlos con claridad.

### **Amplitud de acomodación:**

La amplitud de acomodación de una persona es la cantidad total de acomodación que tiene disponible. Depende de cuánto puede su cristalino cambiar de forma para aumentar su poder de enfoque.

Los niños pueden acomodar alrededor de 15 D. Esto significa que un niño (que no tiene defectos de refracción) es capaz de ver las cosas con claridad, incluso si lo que están viendo está sujeto a sólo 7 cm de los ojos (Figura 9).

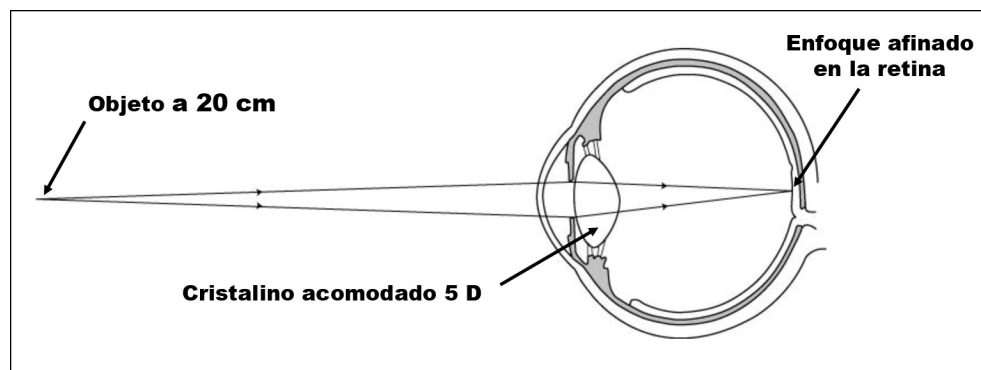


**Figura 9: La fórmula de la longitud focal es:  $f = 100/F$  ( $f$  en centímetros,  $F$  en dioptrías).**



En este caso, la cantidad de acomodación es 15 D ( $=F$ ), por tanto,  $f = 100/15 = 7$  cm aproximadamente.

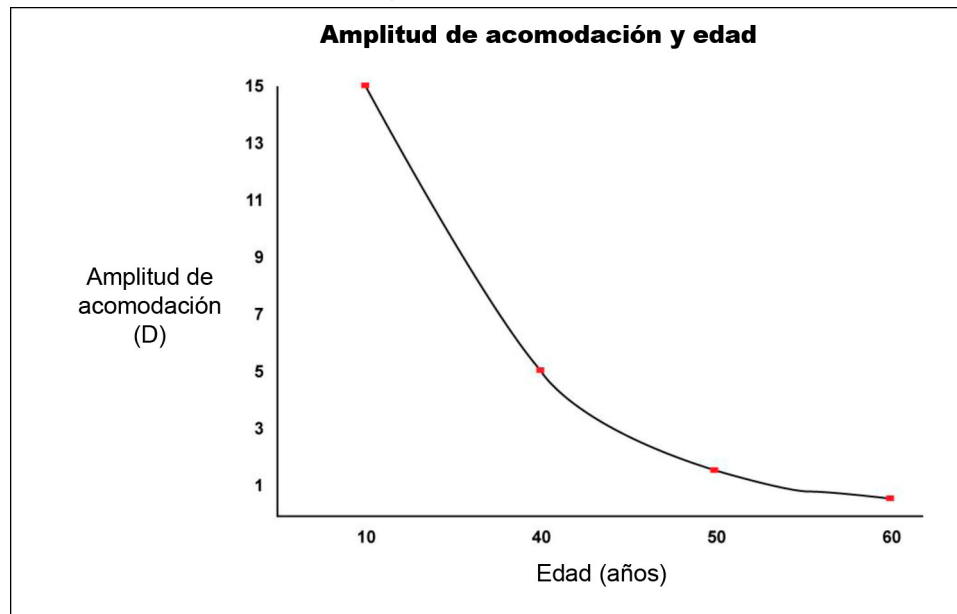
Cuando alcanzamos la edad de los 40, nuestros ojos sólo pueden acomodar alrededor de las 5 D. Una persona de 40 años (que no tiene miopía, hipermetropía ni astigmatismo) sólo puede ver nítidamente los objetos que están a 20 cm o más de sus ojos (Figura 10).



**Figure 10:** La fórmula de la longitud focal es:  $f = 100/F$  ( $f$  en centímetros,  $F$  en dioptrías).

En este caso, la cantidad de acomodación es 5 D ( $=F$ ), por tanto,  $f = 100/5 = 20$  cm.

Alrededor de los 60 casi no hay acomodación restante.



**Figura 11:** La amplitud de acomodación disminuye a medida que la edad aumenta.

Este gráfico es sólo una estimación. Muestra cómo la amplitud de acomodación disminuye con la edad. Cada persona es diferente y, en realidad, algunas personas que tienen la misma edad tienen amplitudes de acomodación ligeramente diferentes.

**Astenopía:**

No es posible utilizar toda nuestra acomodación todo el tiempo, el músculo ciliar acabaría demasiado cansado. Simplemente, nuestros ojos no fueron diseñados para estar largos períodos de tiempo leyendo, cosiendo, mirando a la pantalla de la computadora, haciendo trabajos manuales u otras tareas de cerca.

El cansancio del músculo ciliar provoca síntomas o astenopía (fatiga visual).



Los síntomas de la astenopía pueden incluir:

- dolor o ardor en los ojos,
- cansancio ocular,
- dolores de cabeza,
- fatiga (cansancio general),
- sensación de sueño cuando se realizan tareas de cerca,
- pérdida de la concentración,
- visión borrosa,
- visión doble,
- picor en los ojos.

Las personas con síntomas astenópicos pueden tener sólo uno de éstos síntomas o puede tener varios. Cada persona es diferente.

Una buena manera de pensar en la acomodación es imaginar que el músculo ciliar es como los músculos de los brazos:

- Imagina que vas al supermercado y compras una bolsa de arroz muy, muy grande. Puedes cargar la bolsa pero, si intentas llevarla hasta casa, después de un tiempo se vuelve demasiado pesada y los brazos te duelen. Finalmente no serás capaz de llevar la bolsa más lejos y tendrás que dejarla.
- Lo mismo ocurre cuando miras a algo que está muy cerca de ti. Puedes ser capaz de acomodar para ver con claridad por un corto período de tiempo pero, después de algún tiempo, el músculo ciliar se cansará, tus ojos dolerán y tu visión se volverá borrosa.

Si miras durante demasiado tiempo a algo que está cerca de ti, a veces, puedes tener un espasmo (calambre) en tu músculo ciliar. Ésto es como tener un calambre en el músculo de la pierna cuando se está jugando al fútbol. Cuando tienes un calambre, tu músculo no se puede relajar.



La persona que quiere estar un largo período de tiempo haciendo un trabajo de cerca, habitualmente, puede estar usando la mitad de su amplitud de acomodación total sin sufrir astenopía.

Cuando una persona tiene un espasmo en su músculo ciliar no es capaz de relajarlo, por tanto, su visión de lejos se vuelve borrosa. Este problema es más común entre la gente joven.



**Ejemplo:**

Un niño puede decirte que ve borrosa la pizarra después de estar leyendo o escribiendo en clase durante un tiempo y que, después de algún tiempo, vuelve a verla bien.

Ésto no es miopía porque no es permanente. Ésto es un problema en la visión de cerca que ha causado un espasmo en el músculo ciliar.



## AUTOEVALÚATE

1. Enumera (de delante a atrás) las cinco capas transparentes del ojo que tienen que atravesar los rayos de luz antes de alcanzar la retina:

---

---

---

---

---

2. Para que la luz se enfoque correctamente en la retina, el \_\_\_\_\_ debe desviar (o converger) la luz en la medida justa, y la distancia entre la \_\_\_\_\_ y la \_\_\_\_\_ debe ser la longitud adecuada.

3. ¿Qué es el error refractivo?

---

---

4. Nombra los cuatro tipos de error refractivo.

---

---

5. ¿Cómo acomoda el ojo?

---

---

6. ¿Por qué es más difícil para la gente acomodar cuando envejecen?

---

---

7. ¿Por qué es mejor usar sólo la mitad del total de la amplitud de acomodación?

---

---

8. ¿Cuáles son los síntomas de la astenopía?

---

---