

**DEMO 128**    **MODELO DEL OJO: Acomodación, defectos y su corrección**



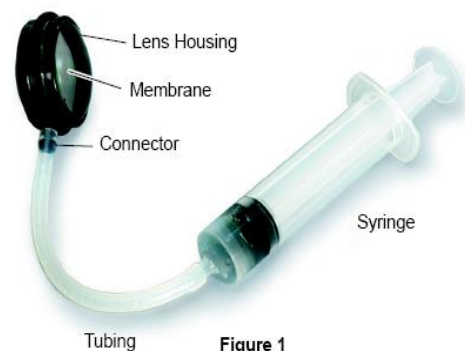
<b>Autor de la ficha</b>	Núria Garro, Clodoaldo Roldán
<b>Palabras clave</b>	Acomodación del ojo humano. Ametropías: hipermetropía, miopía y astigmatismo. Lentes: focal variable, esféricas, cilíndricas, convergentes, divergentes.
<b>Objetivo</b>	<p><b>PARTE A:</b> Demostrar que cambiando la curvatura de una lente biconvexa (el cristalino) es posible formar imágenes en la retina de objetos situados a distintas distancias del ojo (<i>poder de acomodación</i>).</p> <p><b>PARTE B:</b> Observar las características de las imágenes formadas en la retina por ojos con defectos de visión y el efecto que tienen las lentes correctoras.</p>
<b>Material</b>	<p><b>PARTE A:</b> Modelo de ojo humano de PASCO; lente de potencia variable; lente esférica de +400 mm; lente esférica de +62 mm; jeringa; fuente de luz; objeto; regla; 1 litro de agua; papel para secar.</p> <p><b>PARTE B:</b> Modelo de ojo humano de PASCO; cuatro lentes esféricas (focal: +62 mm, +120 mm, +400 mm, -1000 mm); dos lentes cilíndricas (focal: -128 mm, +307 mm); modelo de pupila; fuente de luz; objeto; regla; 1 litro de agua; papel para secar.</p>
<b>Tiempo de Montaje</b>	PARTE A: 5 minutos. PARTE B: 5 minutos.

**Descripción**

**PARTE A: Formación de imágenes y poder de acomodación.**

En el proceso de acomodación, el cristalino del ojo humano cambia sus radios de curvatura, y por tanto su potencia, para poder enfocar en la retina objetos que se encuentran a distintas distancias del ojo. Simularemos el poder de acomodación del ojo humano con lentes de focal variable.

1. NO LLENAR DE AGUA el modelo de ojo PASCO hasta llegar al apartado 7.
2. Antes de empezar la experiencia, hay que llenar la lente de potencia variable de agua. Para ello llenar la jeringa con agua y, con el émbolo retirado y en posición vertical, dejar que el agua caiga y rellene la lente, el tubo y alrededor de 1 cm de la jeringa, mientras que el aire burbujea hacia afuera. Después de este proceso procederemos a colocar el émbolo en el interior de la jeringa (Figura 1).
3. En el modelo de ojo PASCO, colocar la retina en la ranura de la parte posterior en la posición NORMAN y la lente de focal ajustable en la ranura SEPTUM que hay en la parte delantera del modelo.
4. Colocar un objeto iluminado a unos 25 cm delante del modelo de ojo PASCO y mover el émbolo de la jeringa hasta conseguir una imagen nítida en la retina. El émbolo impulsa el agua que modifica los radios de curvatura de la lente y, por tanto su potencia. Una vez conseguida una imagen nítida en la retina contesta a la siguiente



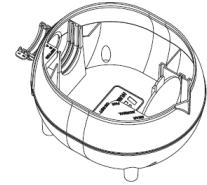
cuestión sobre la lente de focal variable: ¿es convergente o divergente?

5. Posicionar ahora el objeto iluminado a 50 cm del modelo de ojo PASCO y repetir el proceso de focalización modificando la focal de la lente hasta que se observe una imagen nítida en la retina. ¿Ha habido que aumentar o disminuir la potencia de la lente?

6. Seguidamente, retira la lente de focal variable y coloca en la ranura SEPTUM la lente esférica de +400 mm y ajusta la distancia del objeto hasta que se forme una imagen nítida en la retina. Anota esta distancia.

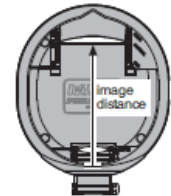


7. Llena con 1 litro de agua el modelo de ojo PASCO hasta 1 cm del borde y coloca el objeto a la distancia anotada en el apartado 6. ¿Cómo observas ahora la imagen que se forma en la retina? Cambia la distancia entre el objeto y el modelo de ojo PASCO y trata de conseguir una imagen nítida en la retina. El agua simula el “humor vítreo” y el “humor acuoso” del ojo, ¿qué efecto tiene el agua en la focal de la lente?



8. Cambia la lente de +400 mm por la lente de +62 mm en la ranura SEPTUM y sitúa el objeto unos 35 cm delante del modelo de ojo PASCO. Mueve el objeto lo más cerca que puedas del ojo manteniendo enfocada la imagen en la retina. Describe esta imagen (¿real o virtual?, ¿aumentada o disminuida?, ¿directa o inversa?)

9. En esta configuración la óptica del modelo está constituida por dos lentes, la lente esférica de +62 mm y la córnea situada en la parte delantera. En centro de este sistema óptico de dos lentes se puede considerar en l el borde superior del modelo y tomarlo como referencia para medir distancias objeto “o” e imagen “i”. Mide la distancia “o” que hay entre el objeto y el borde superior del modelo de ojo PASCO, se trata del “punto próximo del mdelo con la lente de +62 mm. Mide también la distancia “i” que hay entre el borde y la retina.



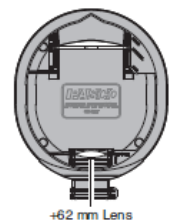
10. La focal efectiva “f” del sistema de dos lentes del apartado 9 se puede calcular a partir de la ecuación de conjugación de las lentes delgadas dada a continuación. Calcula esa distancia focal.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{i} + \frac{1}{o}$$

### **PARTE B: Defectos de la visión (hipermetropía, miopía, astigmatismo) y su corrección.**

Una persona afectada por **hipermetropía** tiene un diámetro ocular inferior al normal, de manera que la retina está demasiado cerca del sistema óptico que constituye la córnea y el cristalino. Esto causa que las imágenes de objetos cercanos se formen detrás de la retina, mientras que las de objetos lejanos son enfocadas correctamente. Una persona afectada por **miopía** tiene un diámetro ocular superior al normal, de manera que la retina está demasiado alejada del sistema óptico que constituye la córnea y el cristalino. Esto causa que las imágenes de objetos distantes se formen delante de la retina, mientras que las de objetos cercanos son enfocadas correctamente. Un ojo **astigmático** es el que tiene una curvatura irregular de la córnea, lo que provoca que focalice nítidamente solo las líneas que tienen una determinada orientación mientras que las líneas con otras orientaciones se ven deformadas y borrosas.

1. Llenar el modelo de ojo PASCO con 1 litro de agua. Durante toda la demostración, el agua debe permanecer en el modelo.
2. Disponer el del modelo de ojo PASCO en modo normal para visión cercana colocando la lente de +62 mm en la ranura delantera etiquetada como SEPTUM y la retina en la ranura de la parte posterior en la posición NORMAL.
3. A continuación colocaremos un objeto iluminado delante del modelo de ojo y ajustamos la distancia hasta que la imagen aparezca enfocada en la retina. Este es el “punto próximo” del modelo de ojo equipado con la lente de +62 mm. Anota esta distancia.



### **Ojo hipermetrope:**

4. A partir de la configuración del modelo de ojo del apartado 2, simularemos un ojo hipermetrope desplazando la retina a la ranura FAR. ¿Cómo se observa ahora la imagen formada en la retina?, ¿por qué? Esto es lo que le ocurre a un hipermetrope cuando observa un objeto cercano.
5. Coloca ahora la pupila en la ranura A. ¿Qué cambios observas en la nitidez de la imagen formada en la retina? ¿Puedes explicar el motivo?

6. Retira la pupila y aleja lentamente el objeto del ojo, ¿cómo se observa la imagen en la retina? En este apartado has constatado que un hipermetrope forma imágenes nítidas en la retina cuando mira a objetos lejanos, pero que no puede formar imágenes nítidas de objetos situados a una distancia inferior a su punto próximo.

Corrección de la hipermetropía:

7. Sitúa de nuevo el objeto en el “punto próximo” anotado en el apartado 3. A esta distancia la imagen formada en la retina no es nítida. Para corregir la hipermetropía colocaremos una lente correctora en la ranura 1 del modelo de ojo PASCO, la lente correctora adecuada será aquella que forme una imagen nítida en la retina. Anota la focal de la lente que corrige la hipermetropía y calcula su potencia en dioptrías

#### Ojo miope:

8. Disponer el del modelo de ojo PASCO en modo normal para visión cercana colocando la lente de +62 mm en la ranura delantera etiquetada como SEPTUM y la retina en la ranura de la parte posterior en la posición NORMAL. Seguidamente, colocaremos el objeto delante del modelo a una distancia en la que se observe una imagen nítida en la retina.
9. A continuación, simulamos un ojo miope desplazando la retina a la ranura NEAR. ¿Cómo se observa ahora la imagen formada en la retina?, ¿por qué?

Corrección de la miopía:

10. Para corregir la miopía colocaremos una lente correctora en la ranura 1 del modelo de ojo PASCO, la lente correctora adecuada será aquella que forme una imagen nítida en la retina. Anota la focal de la lente que corrige la miopía y calcula su potencia en dioptrías.
11. ¿Cómo ve un miope los objetos situados a grandes distancias? Quita la lente correctora y sitúa de nuevo el objeto de manera que se forme una imagen nítida en la retina. Aleja ahora lentamente el objeto y describe los cambios que observas en la imagen formada en la retina.

#### Astigmatismo:

12. Disponer el del modelo de ojo PASCO en modo normal para visión cercana colocando la lente de +62 mm en la ranura delantera etiquetada como SEPTUM y la retina en la ranura de la parte posterior en la posición NORMAL. Seguidamente, ponemos un objeto delante del modelo a una distancia en la que se observe una imagen nítida en la retina.
13. Sitúa la lente cilíndrica de focal -128 mm en la ranura A del modelo de ojo PASCO, de manera que el mango de la lente marcado con la focal esté orientado hacia el objeto (el eje de la lente cilíndrica está marcado por dos muescas en el perímetro de la lente). La imagen que se observa en la retina sería la de un ojo astigmático. Rota la lente cilíndrica y describe lo que observas en la imagen de la retina. Estas observaciones te muestran que el astigmatismo puede tener diferentes direcciones que dependen de la orientación del defecto en el sistema de lentes.
14. Se puede corregir el astigmatismo con lentes cilíndricas cuyo diseño compense el defecto del ojo. Sitúa la lente cilíndrica de +307 mm en la ranura 1 del modelo de ojo PASCO, de manera que el mango de la lente marcado con la focal esté orientado hacia el objeto. Rota la lente correctora y observa y describe los cambios que se producen en la imagen de la retina. Regula la orientación de las lentes cilíndricas rotándolas hasta que observes la imagen más nítida. ¿Qué ángulo forman los ejes de estas lentes? De esta manera has logrado corregir el astigmatismo.

<p><b>Comentarios y sugerencias</b></p>	<p><i>En el proceso de llenado de la lente de potencia variable, puede utilizarse el émbolo de la jeringa para hacer vacío y así extraer el aire más rápidamente.</i></p> <p><i>Manipular las lentes cogiéndolas por el mango para no ensuciarlas y preservar su transparencia. Tomar puntos de referencia cuando se sitúan los objetos delante del ojo. Secar bien todas las lentes y el modelo de ojo PASCO antes de guardarlo.</i></p>
<p><b>Advertencias</b></p>	<p>Esta experiencia requiere que los estudiantes miren dentro del modelo del ojo para ver como se forman las imágenes en la retina.</p>
<p><b>Bibliografía</b></p>	<p>F. Cussó, C. López, R. Villar, <b>FISICA DE LOS PROCESOS BIOLÓGICOS</b>, Ed. Ariel.</p>