

FISICA I: MATERIAL COMPLEMENTARIO

UNIDAD 01: OPTICA GEOMÉTRICA

INTRODUCCIÓN – IMÁGENES FORMADAS POR SUPERFICIES REFRACTANTES ESFÉRICAS – LENTES DELGADAS – APLICACIONES (TERCERA PARTE)

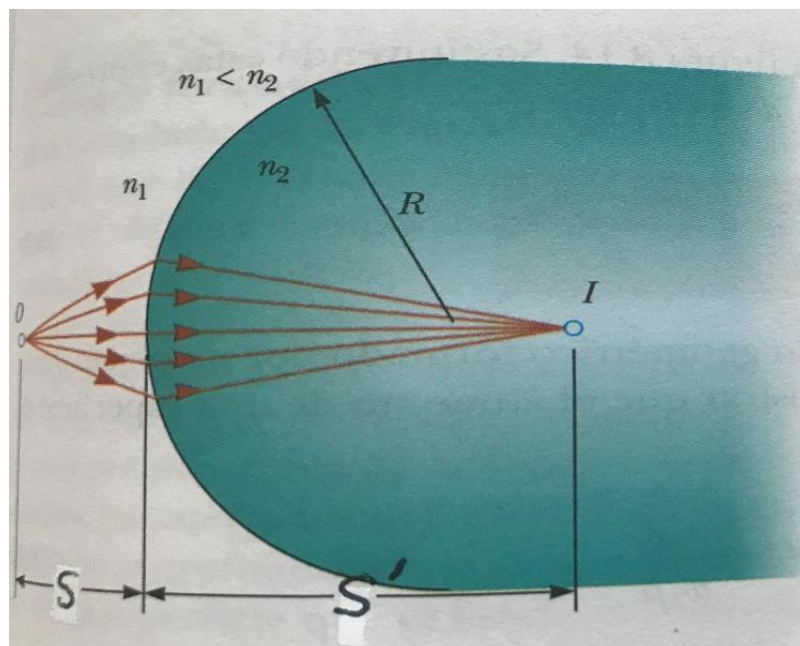
Introducción – Imágenes formadas por refracción:

En esta sección se describirá la formación de imágenes que se obtienen por la refracción de la luz, cuando la misma incide sobre un material transparente.

Tomemos dos medios translúcidos de índices de refracción n_1 y n_2 respectivamente, en donde uno de ellos es un dispositivo que posee una superficie esférica de radio de curvatura “ R ” e índice de refracción n_2 .

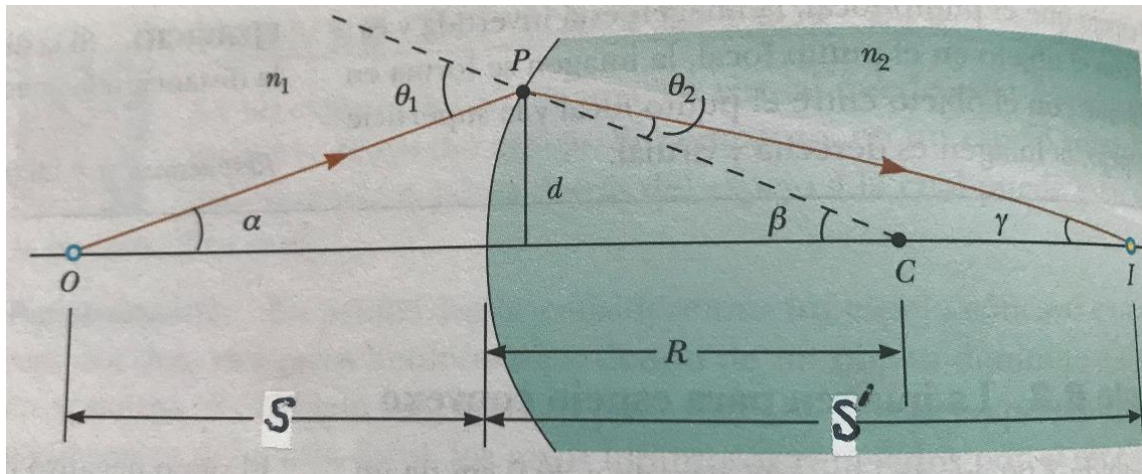
Se puede considerar que dicho objeto está inmerso en el aire con índice de refracción n_1 .

Si tomamos una fuente puntual de luz en un punto “ O ” que puede emitir varios rayos desde ella y la misma se encuentra situada a una distancia “ s ” respecto del vértice de la superficie esférica (ver figura), se puede observar que cada uno de esos rayos incidentes se refractarán al tomar contacto con el dispositivo de índice de refracción n_2 , cumpliendo en todos los caso con la **Ley de Snell**. Así los rayos refractados se cierran y al intersecarse todos en un mismo punto forman una imagen real “ I ”, a una distancia “ s' ”.



Otra figura un poco más explícita que la anterior, en la que se analizan solamente dos rayos incidentes, muestra con más detalle lo que acabamos de explicar:

- uno de los rayos, el de color rojo, se refracta en el punto “P” y sigue la dirección indicada.
- el otro, de color negro, es el que viaja a lo largo del eje principal del dispositivo y no sufre desviación alguna al refractarse.
- ambos se cortan en “I” y forman una imagen real por refracción.



Entonces, realizando un desarrollo matemático pertinente – como el que se efectuó en el material anterior para demostrar la Ecuación General de los Espejos Esféricos - surge un modelo matemático que, si bien no es prácticamente utilizado en nuestro curso, vincula de una manera interesante: distancias objeto e imagen, el radio del dispositivo y los índices de refracción de cada uno de los medios, a saber:

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (16)$$

Lentes:

Una lente se construye cuando al dispositivo que describimos en el párrafo anterior, que posee una superficie esférica anterior de radio " R_1 ", se le talla otra superficie esférica en su parte posterior de radio " R_2 ".

Clasificación de las Lentes – Lentes Delgadas:

Si la distancia “t” entre ambas caras es bastante importante, entonces se dice que la lente es gruesa; por el contrario, si el espesor “t” tiende a cero, es decir que se hace

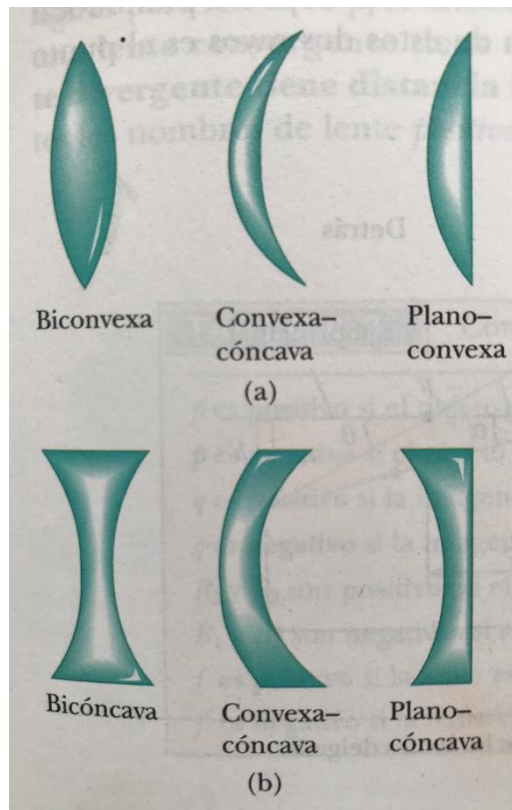
muy pequeño, estamos en presencia de una **lente delgada**. Por ejemplo: la de los anteojos aéreos, microscopios ópticos, cámaras fotográficas, lentes de contacto, etc.

Finalmente podremos afirmar que una lente delgada es un trozo de plástico o de vidrio transparente que se encuentra perfectamente pulida y, a lo largo de un eje principal sus caras anteriores y posteriores son porciones de esferas.

En esta sección nos ocuparemos exclusivamente de las lentes delgadas.

Luego estas lentes delgadas, en función de cómo fueron talladas o concebidas, se clasifican en:

- a) **Convergentes**: que son más gruesas en el centro que en los bordes.
- b) **Divergentes**: al revés de las anteriores, es decir, que son más finas en el centro y más gruesas en los bordes.



Como en el caso de los espejos esféricos, es preciso acá también definir un punto llamado **distancia focal**.

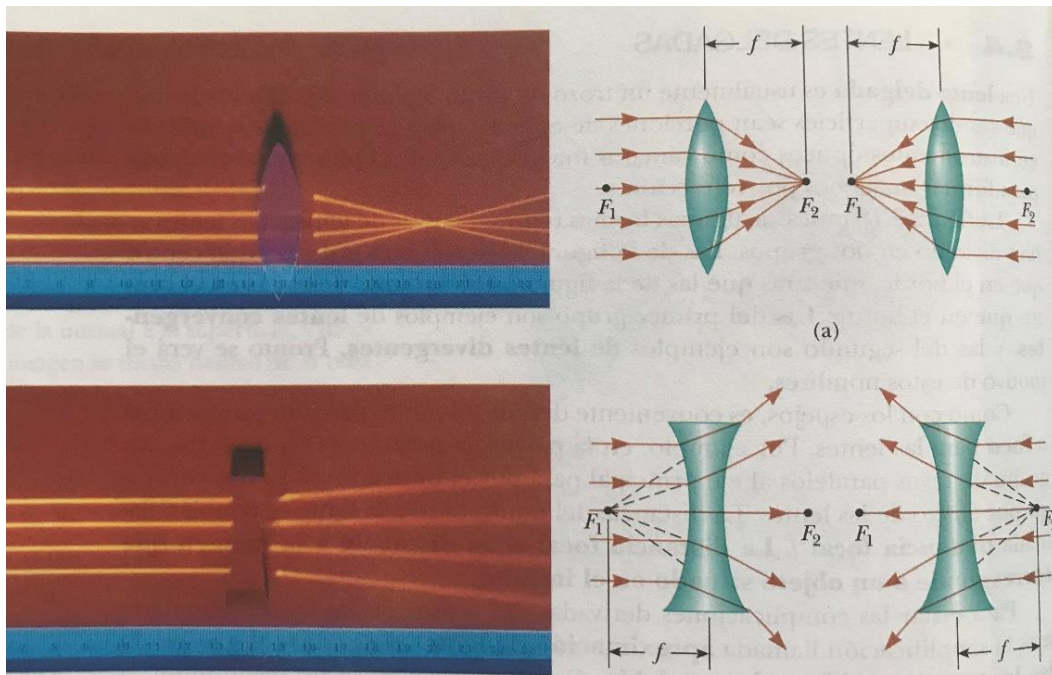
Entonces si hacemos llegar a una lente delgada varios rayos paralelos a su eje principal, al refractarse en ella puede ocurrir:

- a) que los rayos se refracten y se cierren, con lo cual se cortan todos en un mismo punto formando una imagen real a una distancia "**f**" denominado foco. Este tipo de lente es llamada **convergente**, porque precisamente converge o cierra los

rayos refractados. Ver figura (a). Y se la conoce también como: **lente positiva=(+)**.

- b) que los rayos se refracten y se abran, con lo cual no se cortan porque divergen... pero, si prolongamos los rayos refractados todos se cortan en un mismo punto formando ahora una imagen virtual a una distancia "**f**" denominado foco. Este tipo de lente es la **divergente**, porque precisamente diverge o abre los rayos refractados. Ver figura (b). Es también denominada: **lente negativa=(-)**.

Estas fotos y figuras resultan muy ilustrativas de lo que se acaba de describir:



Entonces, por cada lente hay dos focos ubicados a igual distancia y a cada lado de la misma, a diferencia de los Espejos Esféricos que tienen un solo foco.

Luego mediante la construcción de un par de rayos que se refractan en una lente delgada y con el planteo de: la Ley de Snell, un poco de Geometría y Trigonometría y formulaciones matemáticas, se llega a la **Ecuación General de las Lentes Delgadas**:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (17)$$

IDÉNTICA A LA DE LOS ESPEJOS ESFÉRICOS!

Solo que para su correcto uso, debemos acudir nuevamente a una **Regla de los Signos**. Y entonces nos preguntamos: ¿es la misma que la vista para los Espejos Esféricos? Y la respuesta es: si, pero en parte... hay algún detalle que cambia. Veamos:

- “s” es positivo siempre.
- Si $s' = distancia\ imagen = (+)$, es porque la imagen se forma del otro lado que pusimos al objeto; y, por el contrario si $s' = distancia\ imagen = (-)$, ocurre que la imagen se forma del mismo que pusimos el objeto. **(ESTO CAMBIA COMPLETAMENTE... CLARAMENTE ES AL REVÉS QUE EN ESPEJOS ESFÉRICOS).**
- “R” y “f” son siempre positivos si la lente es convergente; y “R” y “f” son siempre negativos si la lente es divergente.
- $M=(+)$ es si la imagen formada está de pie; y, $M=(-)$ si la imagen formada se encuentra invertida.
- Si “M” es más grande que 1, la imagen formada es de mayor tamaño que el objeto y, por el contrario, si el valor de “M” es menor a 1, la imagen formada es de menor tamaño que el objeto.

Esta Regla de los Signos, nuevamente es muy importante a la hora de utilizar la ecuación **(17)**, tanto para cargar los signos de los datos, como también para interpretar el resultado, luego de despejar la incógnita buscada.

También se puede complementar este trabajo de manera gráfica y para ello debemos describir a los **Rayos Principales** y aprender cómo se dibujan. Nuevamente son tres y los llamaremos: rayo 1, rayo 2 y rayo 3, a saber:

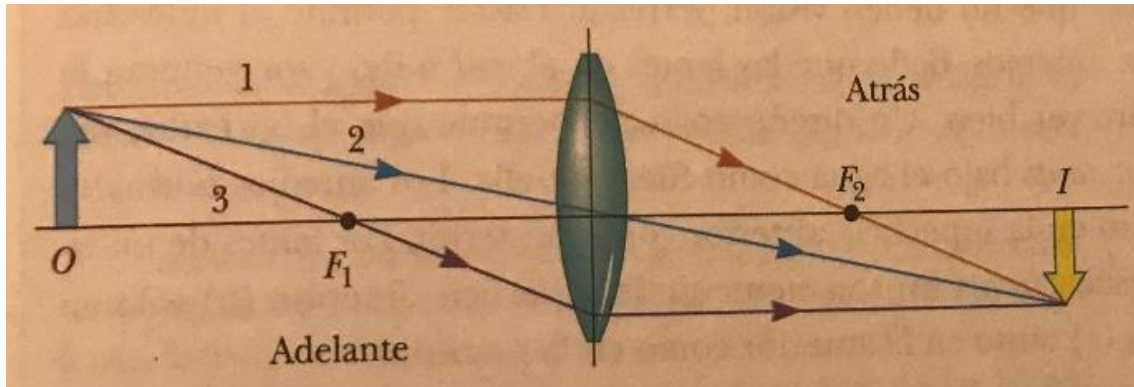
1. todo rayo que saliendo de la cabeza del objeto viaje paralelo al eje principal, se refracta pasando por el foco.
2. todo rayo que saliendo de la cabeza del objeto viaje pasando por el foco, se refracta paralelo al eje principal.
3. todo rayo que pasa por el centro de la lente, no sufre desviación alguna.

MUY PARECIDO A LO ESTUDIADO PARA ESPEJOS ESFÉRICOS!!!

Esta última información se ejemplifica a continuación con tres interesantes casos. Trate usted de interpretarlos y corroborará además que, la parte gráfica de los rayos principales, va de la mano con **la regla de los signos** que especificáramos en el párrafo anterior... a pensar entonces!

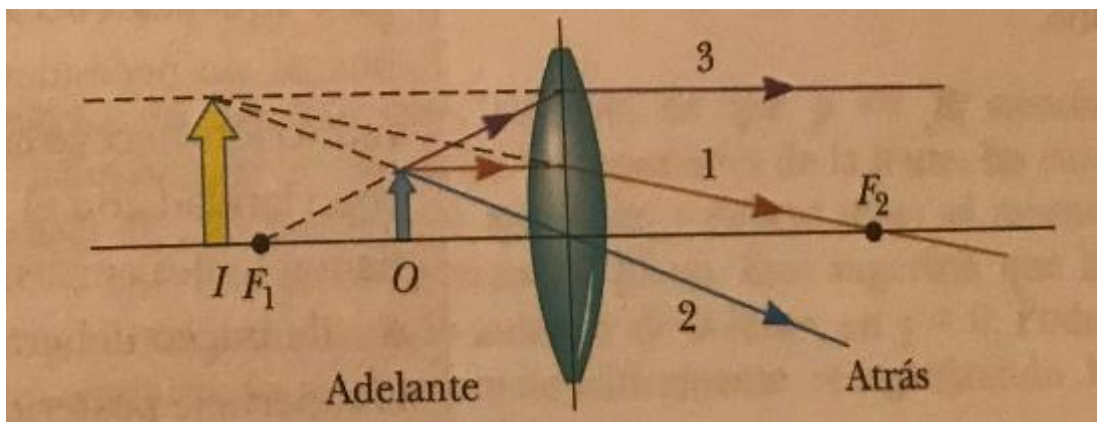
Primer ejemplo:

- “s” es positivo siempre.
- $s' = distancia\ imagen = (+)$, porque la imagen se forma del otro lado que pusimos al objeto. Esta imagen es **real** porque se forma con la intersección de los propios rayos refractados.
- “R” y “f” son positivos porque la lente es convergente o (+).
- $M=(-)$ porque la imagen formada está invertida.
- “M” es menor a 1, por lo tanto la imagen formada es de menor tamaño que el objeto.



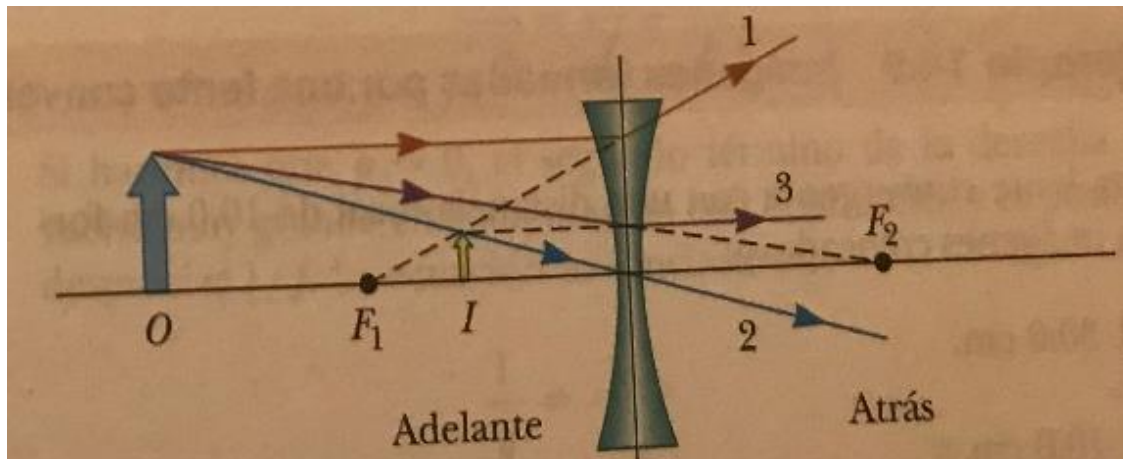
Segundo ejemplo:

- “s” es positivo siempre.
- $s' = \text{distancia imagen} = (-)$, porque la imagen se forma del mismo lado que pusimos el objeto. Esta imagen es **virtual** porque se forma con la prolongación de los rayos refractados.
- “R” y “f” son positivos porque la lente es convergente o (+).
- $M = (+)$, porque la imagen formada está de pie.
- “M” es mayor a 1, por lo tanto la imagen formada es de mayor tamaño que el objeto.



Tercer ejemplo:

- “s” es positivo siempre.
- $s' = \text{distancia imagen} = (-)$, porque la imagen se forma del mismo lado que pusimos el objeto. Esta imagen es **virtual** porque se forma con la prolongación de los rayos refractados.
- “R” y “f” son negativos porque la lente es divergente o (-).
- $M = (+)$ porque la imagen formada está de pie.
- “M” es menor a 1, por lo tanto la imagen formada es de menor tamaño que el objeto.



Algunos Instrumentos Ópticos:

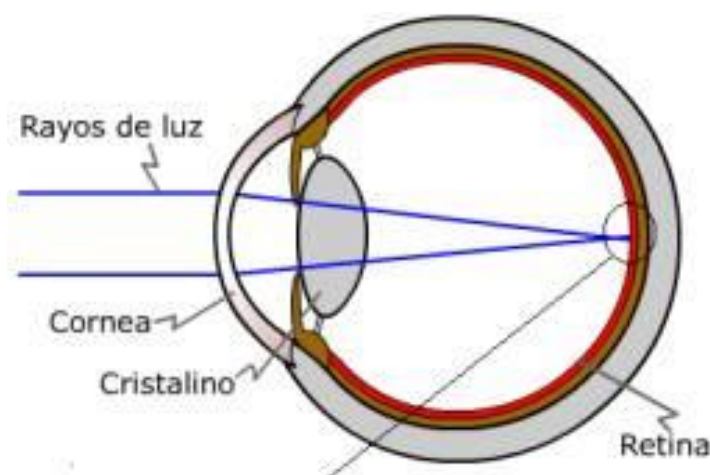
Se explicarán a continuación el funcionamiento del Ojo Humano y el Microscopio Óptico. Otros instrumentos ópticos como la Lupa, el Telescopio, la Cámara Fotográfica, etc., se sugiere que los lea usted mismo desde algún texto de física o en la web.

Ojo Humano:

La estructura del ojo humano, desde el punto de vista de la óptica geométrica, es la que se presenta a continuación.

Se observa que los elementos anatómicos más importantes a considerar en este caso son: la córnea, el cristalino y la retina. Por otro lado, los músculos ciliares son los responsables de sostener al cristalino y a través de sus movimientos de estiramiento y acortamiento logran disminuir o aumentar el espesor de esa lente natural y, al mismo tiempo disminuir y aumentar su poder dióptrico. Esta acción se conoce como de acomodación y hace que la persona pueda enfocar el objeto que está mirando y verlo con nitidez, independientemente de la distancia a la cual se encuentre ese objeto.

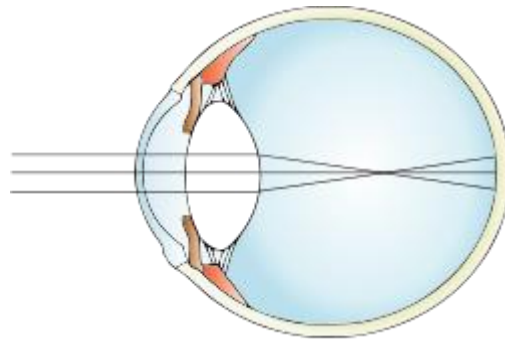
El cristalino se comporta en el ojo humano como una lente convergente o positiva, por lo tanto la marcha de rayos luminoso del **OJO NORMAL**, es la siguiente:



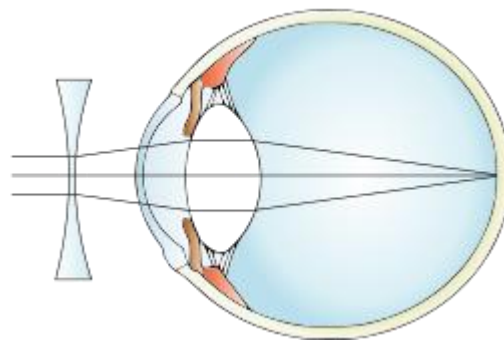
Entonces lo que se observa es que tanto la córnea como, fundamentalmente el cristalino, se encargan de cerrar los rayos luminosos por refracción y, al intersecarse sobre la retina dan la imagen deseada. Esta imagen es real.

Pasa que el ojo humano suele presentar ciertas patologías como la miopía, hipermetropía, astigmatismo, catarata, etc.

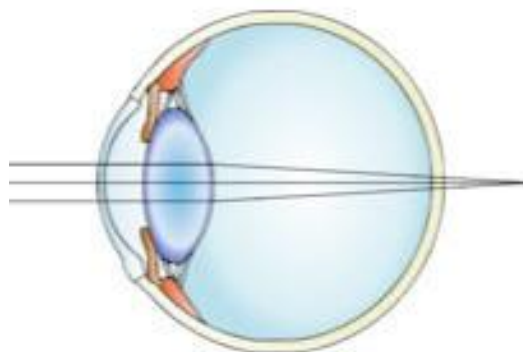
Si analizamos el caso del **OJO MIOPE**, se observa que al hacer marchar los rayos ocurre lo siguiente:



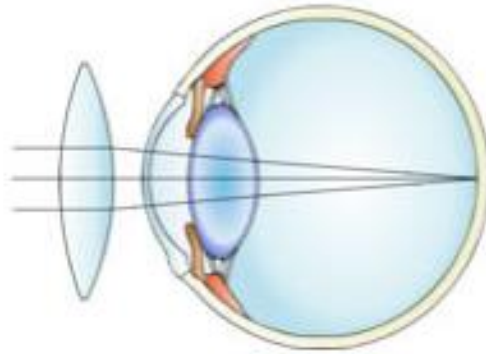
Es decir, que la imagen se anticipa a la retina. Por lo tanto esa persona tiene dificultad en la visión y fundamentalmente para ver de lejos (en general de cerca ve bastante bien). Entonces el médico oftalmólogo cuando le recete lentes realizará una corrección de esa marcha de rayos, indicándole al paciente una lente divergente o (-). La intención de ese tipo de lente aérea o de contacto, será diverger los rayos para que luego el cristalino al convergerlos, haga que la imagen se atrase y se forme finalmente sobre la retina.



Si analizamos ahora el caso del **OJO HIPERMÉTROPE**, se observa que al hacer marchar los rayos sucede lo siguiente:



Es como si la imagen se intentara formar detrás de la retina. Entonces esta persona tiene dificultad en la visión y fundamentalmente para ver de cerca (en general de lejos ve bastante bien). Entonces el médico oftalmólogo cuando le recete lentes realizará una corrección de esa marcha de rayos, indicándole al paciente una lente convergente o (+). La intención de ese tipo de lente aérea o de contacto, será converger los rayos para que luego el cristalino vuelva a convergerlos y haga que la imagen se adelante y se forme finalmente sobre la retina.



Las otras patologías se podrán abordar desde los textos...

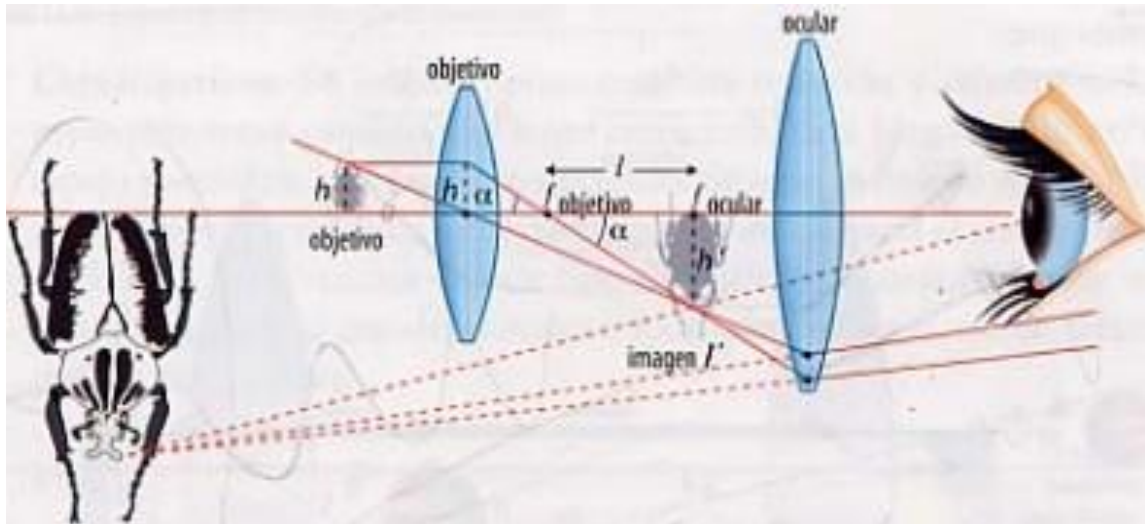
Microscopio Óptico:

Es uno de los aparatos más antiguos y fundamentalmente utilizados en biología y en medicina para hacer posible el estudio detallado de las estructuras celulares.

El mismo posee un juego de lentes, el ocular y el objetivo. La lente objetivo es la que se encuentra próxima a la muestra que se desea observar y sus aumentos van desde 10x hasta 100x. La lente ocular es aquella en donde el observador aproxima su ojo y es de 10x. Ambas son lentes convergentes o positivas y el aumento máximo que se consigue con este tipo de instrumento óptico es de 1000x. Ese valor representa que el objeto observado se ve aumentado en 1000 veces su tamaño y se calcula simplemente multiplicando el poder dióptrico de las lentes actuantes.

El objeto que se estudia se coloca un poco más allá del foco de la lente objetivo, con lo cual su imagen es real e invertida y se forma precisamente en el foco de la lente ocular. Luego la lente ocular actúa como una lupa simple y produce una nueva imagen a partir de la imagen anterior, que será virtual, aumentada y se formará a una distancia confortable para la visión.

A partir de la marcha de rayos mostrada a continuación se entenderá mejor lo explicado en el último párrafo:



Usted podrá leer también sobre otros instrumentos ópticos...

¡Es todo para esta clase y le deseo éxitos!

A trabajar con la resolución de problemas. Adelante!!!!

Ing. Juan Lancioni.

NOTA: las imágenes y fotos fueron tomadas desde la web y del libro de Serway – Jewet, séptima edición.