

El ojo humano



Seminario 2017

Alumnas: Camila Aballay - Jimena Marnetti

Lic. En Biología Molecular

Profesor: Hugo Velasco

Índice

1. Introducción	3
2. Conceptos físicos introductorios.....	4
2.1. Óptica Geométrica	
2.1.1 Reflexión.....	4
2.1.2 Refracción.....	5
2.1.3 Lentes.....	5
2.1.4 Formación de la imagen.....	7
2.1.5 Imagen virtual y real.....	7
2.2 Óptica Física	
2.2.1 Ondas.....	8
2.2.2 Interferencia.....	9
2.2.3 Difracción.....	9
3. Estructura del ojo humano.....	9
3.1. Córnea.....	10
3.2. Iris y pupila.....	10
3.3. Cristalino.....	11
3.4. Retina.....	11
3.5. Anexos del aparato visual.....	12
4. Funcionamiento.....	13
4.1. Acomodación.....	13
4.2. Captación de la luz.....	14
4.3. Campo visual.....	15
5. Defectos de la visión.....	16
5.1. Miopía.....	17
5.2. Hipermetropía.....	17
5.3. Astigmatismo.....	18
5.4. Presbicia.....	19
5.5. Cataratas.....	19
5.6. Daltonismo.....	20
6. Lentes correctivos.....	21
7. Conclusión.....	21
8. Bibliografía.....	22

1. Introducción

El sentido de la visión es el medio de comunicación con el mundo exterior más importante que tenemos, lo que quizá pueda explicar por qué la óptica es una de las ramas más antiguas de la ciencia.

La óptica es el estudio de la luz y la visión con sus características y manifestaciones ya que la vista establece un contacto más amplio con las cosas que nos rodean, permite distinguir la diversidad de formas, colores, posiciones, movimientos, etc.

El ojo humano es un sistema óptico positivo o convergente que forma una imagen invertida del mundo externo sobre la capa sensible de la retina, situada al fondo del globo ocular.

En esta monografía, decidimos tratar el ojo humano, por su intrínseca relación con la óptica como de la física, ya que a través de los fenómenos de reflexión y refracción, somos capaces de observar el mundo que nos rodea, y por donde más información captamos. A su vez la óptica física también desarrolla un papel muy importante en nuestra visión, ya que las imágenes que captamos, llegan a nuestro cerebro a través de ondas.

Un mal funcionamiento o un déficit de alguno de los componentes de este órgano, provoca una alteración en nuestro organismo, por esto, también investigamos sobre las enfermedades y deficiencias que pueden llegar a afectar al ojo.

2. Conceptos físicos introductorios

La óptica geométrica es la parte de la Física que estudia, mediante leyes geométricas sencillas, los cambios de dirección que experimentan los rayos de luz en la reflexión y la refracción.

2.1. Reflexión

La reflexión es el fenómeno por el cual el rayo incidente sigue propagándose por el medio de incidencia. Este fenómeno permite ver objetos no luminosos

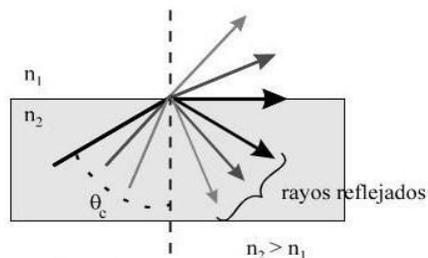
Un rayo de luz que incide sobre una superficie se describe con el ángulo de incidencia (θ_i). Se mide a partir de una normal: una línea perpendicular a la superficie reflectante o reflectora. Asimismo, el rayo reflejado se describe por su ángulo de reflexión (θ_r), que también se mide con respecto a la normal. La relación entre estos ángulos se expresa con la ley de reflexión: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, es decir:

$$\theta_i = \theta_r \text{ (Ley de Descartes)}$$

El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal están en un mismo plano, denominado plano de incidencia. Además el rayo incidente y reflejado están opuestos de la normal.

Reflexión total interna

Si consideramos un rayo que incide sobre una superficie que separa dos medios como se observa en la figura, pasando desde uno más denso al menos denso, veremos que conforme aumente el ángulo de incidencia θ_1 , se llega a una situación crítica en donde el rayo refractado sale rasante a la superficie ($\theta_2 = 90^\circ$).



Para ángulos de incidencia mayores que este ángulo θ_c no hay rayo refractado (solo tenemos reflejado), este fenómeno se denomina reflexión total interna. El ángulo crítico θ_c lo podemos encontrar haciendo $\theta_2 = 90^\circ$ en la ley de Snell.

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_c = n_2 \text{sen}90^\circ$$

$$\text{sen}\theta_c = n_2/n_1$$

2.2. Refracción

La refracción consiste en el cambio de dirección de una onda que experimenta cuando pasa de un medio a otro distinto. Este cambio de dirección se produce como consecuencia de la diferente velocidad de propagación que tiene la onda en ambos medios.

El cambio en la dirección de la propagación de la onda se describe con el ángulo de refracción. Utilizaremos las notaciones θ_1 para el ángulo de incidencia y θ_2 para el ángulo de refracción para evitar confusiones con θ_i y θ_r , que corresponden a los ángulos de incidencia y reflexión. El físico holandés Willebrord Snell (1580-1626) descubrió una relación entre los ángulos (θ) y la rapidez (v) de la luz de los medios

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Esta ecuación se llama ley de Snell. Note que θ_1 y θ_2 se miden con respecto a la normal.

Así, la luz se refracta cuando pasa de un medio a otro, porque su rapidez es distinta e los dos medios. La rapidez de la luz es máxima en el vacío; por eso, es conveniente comparar su rapidez en otros medios con este valor constante (c). Eso se hace definiendo un coeficiente llamado índice de refracción (n):

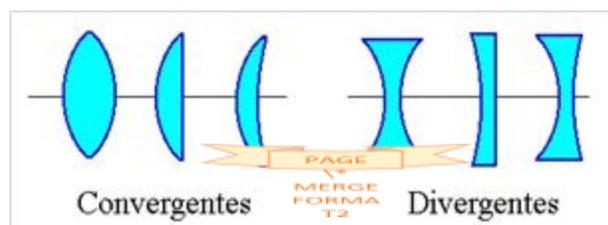
$$n = \frac{c(\text{rapidez de la luz en el vacío})}{v(\text{rapidez de la luz en el medio})}$$

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2$$

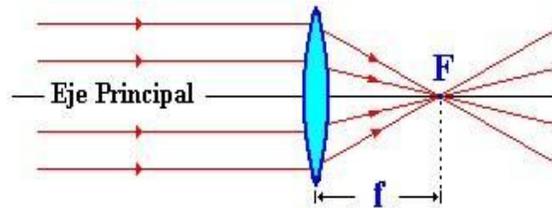
Donde n_1 y n_2 son los índices de refracción del primero y el segundo medio, respectivamente.

2.3. Lentes

Una lente es un trozo de material transparente capaz de enfocar un haz de luz transmitido, de modo que converge en algún punto del espacio. Generalmente es una pieza de vidrio circular, fina, cuyas superficies son secciones de esferas o planas. La figura muestra un conjunto de lentes convergentes (el grosor es mayor a lo largo del eje de la lente que en los bordes) y de lentes divergentes.



La figura representa rayos que inciden en forma paralela al eje principal de una lente convergente. Se refractan en la lente, convergiendo en un punto denominado foco, F. Se denomina distancia focal, f , a la distancia entre el centro de la lente y el foco. Cada lente tiene dos focos, situados a igual distancia de la lente hacia ambos lados, sobre el eje principal.



La distancia focal de una lente puede ser calculada utilizando la llamada ecuación del constructor de lentes:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Esta ecuación debe utilizarse teniendo en cuenta que:

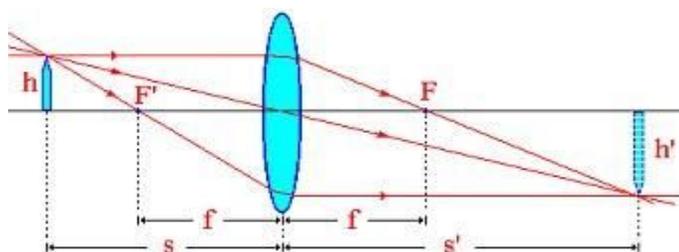
- el rayo luminoso llega desde la izquierda de la lente.
- n es el índice de refracción de la lente.
- R_1 es el radio de curvatura de la superficie izquierda de la lente.
- R_2 es el radio de curvatura de la superficie derecha de la lente.

Si una de las superficies es plana, puede considerarse a su radio de curvatura como infinito.

Consideremos un objeto colocado delante de una lente convergente. Para determinar la posición de la imagen, se consideran tres rayos, que parten de la punta del objeto (rayos principales):

- El rayo que se propaga paralelo al eje principal, se refracta por el foco F.
- El rayo que pasa por el foco F' , sale de la lente paralela al eje principal.
- El rayo que pasa por el centro de la lente no se desvía.

Los tres rayos convergen en un punto donde se forma la imagen de la punta del objeto.



2.4. Formación de la imagen

Para determinar la imagen, supondremos que la luz proviene desde la izquierda y adoptaremos la siguiente convención:

- Distancia focal de la lente, f : positiva si la lente es convergente, negativa si es divergente.
- Distancia desde el objeto a la lente, s : siempre positiva para objetos reales.
- Distancia desde la lente a la imagen, s' : positiva si la imagen (real) se forma del lado opuesto, que ocupa el objeto. Negativa en caso contrario (virtual).
- Altura del objeto, h : positiva cuando el objeto se encuentra por encima del eje de la lente.
- Altura de la imagen, h' : positiva cuando la imagen está por encima del eje de la lente.

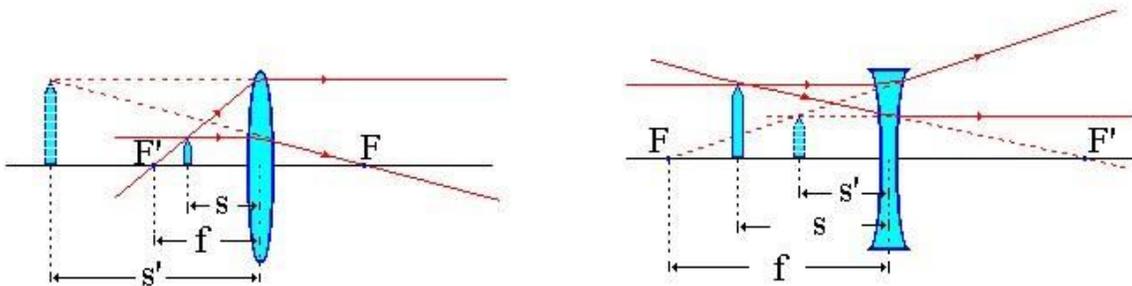
Con esta convención, resulta válida la siguiente ecuación, denominada fórmula de las lentes delgadas:

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

El aumento lateral es:

$$m = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

La figura siguiente muestra la imagen formada por un objeto situado frente a una lente convergente (entre el foco y la lente) y frente a una lente divergente. En ambos casos la imagen es virtual (se forma con la prolongación de los rayos refractados).



2.5. Imagen virtual y real

La imagen virtual es aquella que se forma cuando, tras pasar por el sistema óptico, los rayos divergen. Para nuestro sentido de la vista los rayos parecen venir

desde un punto por el que no han pasado realmente. La imagen se percibe en el lugar donde convergen las prolongaciones de esos rayos divergentes. Es el caso de la imagen formada por un espejo plano. Las imágenes virtuales no se pueden proyectar sobre una pantalla.

La imagen real es aquella que se forma cuando tras pasar por el sistema óptico, los rayos de luz son convergentes. Esta imagen no la podemos percibir directamente con nuestro sentido de la vista, pero puede registrarse colocando una pantalla en el lugar donde convergen los rayos.

2.6 Ondas

Una onda es una perturbación en un medio, que se propaga a través del mismo a velocidad constante, siendo esta velocidad característica del medio.

Características de la onda:

Amplitud de onda. (A): en una onda transversal, corresponde a la distancia máxima que se puede separar una partícula del medio que oscila, medida en forma perpendicular a la línea que representa la posición de equilibrio del medio. Se mide en unidades de longitud, preferentemente el metro (m).

Longitud de onda. (λ) Corresponde a la distancia, en línea recta, entre dos puntos de una onda que tienen la misma posición relativa. Esto ocurre, por ejemplo, entre dos crestas sucesivas, o también entre dos valles sucesivos. Se mide en unidades de longitud, preferentemente el metro (m).

Periodo. (T) Corresponde al tiempo que tarda un punto, del medio donde se propaga la onda, en completar una oscilación. Se mide en unidades de tiempo, preferentemente el segundo (s). También corresponde al tiempo que tarda una onda en propagarse una distancia equivalente a una longitud de onda.

Frecuencia. (f) La frecuencia corresponde a la cantidad de oscilaciones que ocurren en una unidad de tiempo. Si la unidad de tiempo es el segundo (s), la frecuencia se mide en Hertz, que se abrevia Hz.

Velocidad de propagación. (v) Representa la distancia que recorre una onda en cada unidad de tiempo

Las diferentes longitudes de onda de la luz son percibidas como colores. Esto significa que cada color observado por el ojo humano o captado por el material fotográfico sensible se debe a la estimulación por una determinada longitud de onda del haz luminoso

2.7 Interferencia

Cuando dos o más ondas de luz que están en una misma región, pasa una a través de la otra sobreponiéndose y formando un patrón de interferencia. Cuando se encuentran decimos que las ondas se interfieren y esta interferencia es de dos tipos: Constructiva o Destructiva.

En la primera la amplitud de la onda resultante es mayor que la de cualquiera de las ondas individuales, mientras que en la segunda la amplitud resultante es menor que la de cualquiera de las ondas individuales. La interferencia es una propiedad que se presenta en cualquier clase de ondas y no sólo en la luz

2.8 Difracción

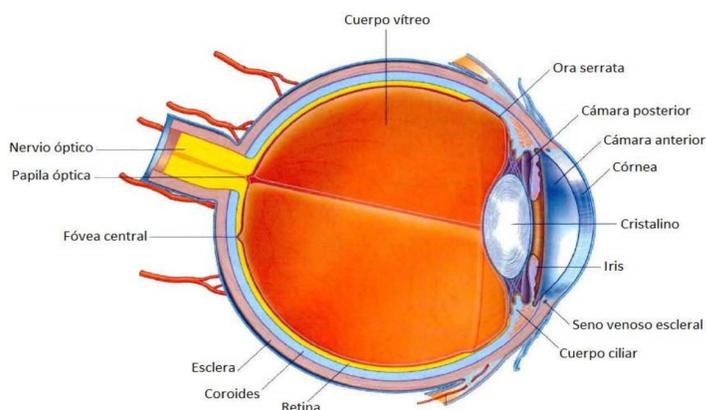
La luz puede desviarse de su trayectoria rectilínea original debido a la reflexión y la refracción. Cuando la luz se desvía por otro medio que no sea la reflexión o la refracción decimos que existe una difracción.

En el caso de la luz, si las ondas luminosas no se difractan después de pasar por las rendijas en el experimento de Young, no ocurrirá interferencia y por tanto no se produciría el patrón de franjas brillantes y oscuras.

La difracción no se nota bastante bien cuando las dimensiones de la abertura o de un obstáculo son comparables con la longitud de onda de la luz incidente.

No es un fenómeno que se presente sólo cuando la luz pasa a través de una rendija, también sucede cuando la luz incide sobre cualquier borde.

3. Estructura del ojo humano



La estructura del ojo humano se muestra en la figura. En la parte anterior de la capa externa y a continuación de la esclera se diferencia la córnea, de mayor curvatura que el resto del globo ocular y

a través de la cual entra la luz. La córnea es transparente y aproximadamente esférica con un radio de curvatura de aproximadamente 8 mm. La esclera es un tejido fibroso denso, blanco y opaco que tiene una función principalmente protectora y es casi esférica con un radio de curvatura aproximado de 12 a 13 mm.

La capa media del ojo es la úvea en la que se diferencian el iris en la parte anterior, las coroides en la parte posterior, y el cuerpo ciliar en la parte intermedia. El iris tiene una importante función óptica al regular el tamaño de su apertura, el cuerpo ciliar es importante para el proceso de la acomodación, y tanto el cuerpo ciliar como las coroides intervienen en importantes procesos vegetativos.

La capa más interna del ojo es la retina, que es una extensión del sistema nervioso central y está conectada con el cerebro por el nervio óptico.

El interior del ojo está dividido en tres compartimentos:

- 1- La cámara anterior, entre la córnea y el iris, que contiene el humor acuoso.
- 2- La cámara posterior, entre el iris, el cuerpo ciliar y el cristalino, que contiene el humor acuoso.
- 3- La cámara vítrea, entre el cristalino y la retina, que contiene una masa gelatinosa transparente e incolora llamada humor vítreo o cuerpo vítreo. Además, es de señalar que el ojo rota en su cavidad orbitaria gracias a la acción de seis músculos extrínsecos.

3.1. Córnea

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 córnea. La córnea 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 córnea se encuentra el humor acuoso. A este primer espacio relleno de humor acuoso se le conoce como cámara anterior.

3.2. Iris y pupila

Inmerso en el humor acuoso se encuentra el iris. Puedes reconocerlo fácilmente al ser el responsable del color de los 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. Como 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, a la cámara posterior, donde se encuentra el cristalino, que también es nutrido por el mismo.

3.3. 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, donde la córnea está cubierta de una película de lágrimas que la favorecen.

3.4. 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.

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.

3.5 Anexos del aparato visual

Los anexos del aparato visual, son el sistema óculo-motor, compuesto por seis músculos externos que provocan la movilidad del globo ocular. El sistema de protección, compuesto por órbita, párpados, conjuntiva, vías lacrimales y glándulas lacrimales.

Cada ceja es un reborde de la piel, cubierto de pelos. Como están encima de los ojos, las cejas dirigen el sudor de la frente hacia fuera y, además, contribuyen a protegerlos de los rayos directos del sol.

Los párpados son pliegues cutáneos que se mueven de forma refleja, impidiendo que el globo ocular sea perjudicado por las partículas suspendidas en el aire o por el exceso de luz. El borde palpebral exhibe formaciones pilosas, las pestañas, asociadas a pequeñas glándulas sebáceas; éstas pueden infectarse, produciendo una inflamación dolorosa llamada orzuelo.

La conjuntiva es una membrana muy delgada y transparente que cubre la superficie anterior del globo ocular y tapiza interiormente a los párpados. La inflamación de la conjuntiva se conoce como conjuntivitis.

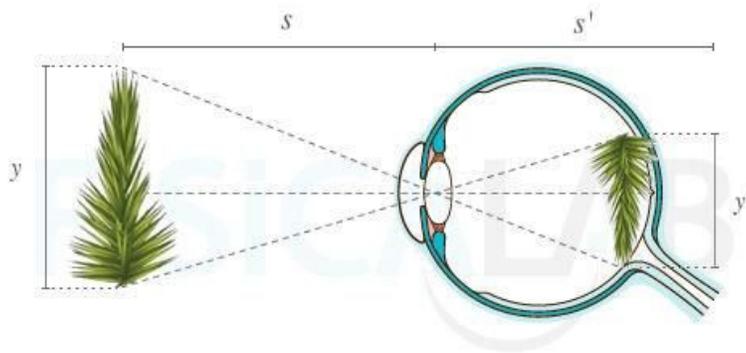
El aparato lacrimal consta de la glándula lacrimal, que produce y vierte lágrimas en la conjuntiva, y las vías lacrimales, que recogen el exceso de líquido y lo llevan a las fosas nasales. La secreción lacrimal se compone de varias sales disueltas en agua. Las lágrimas mantienen húmeda la superficie ocular y la protegen del polvo y microorganismos. La irritación de la conjuntiva y los estados emocionales aumentan la secreción lacrimal, hasta el punto en que las vías lacrimales no

alcanzan a drenarlas enteramente; en tales condiciones, las lágrimas rebasan de los ojos y caen por las mejillas.

En el ángulo interno de cada ojo hay una prominencia rojiza, la carúncula lacrimal, que contiene glándulas responsables de la secreción que se acumula en esa región (“legañas”). La carúncula es interpretada como un vestigio de la membrana nictitante que presentan algunos animales.

4. 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.



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

4.1. Acomodación

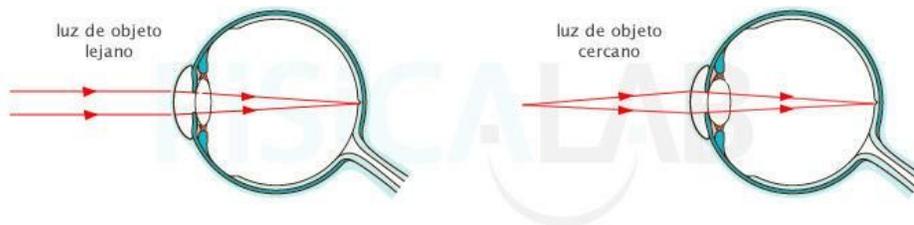
Se conoce como acomodación al proceso por el cual los músculos ciliares modifican la curvatura del cristalino variando su distancia focal y haciendo que la imagen de un objeto cercano se forme en la retina.

Consiste en la variación de la potencia de éste para formar imágenes en la retina a diferentes distancias.

Los rayos de luz atraviesan la córnea y penetran en el interior del ojo por la pupila. El cristalino, alterando su espesor y forma, modifica su distancia focal para enfocar los rayos exteriores sobre la superficie de la retina, al mismo tiempo que la pupila se abre o cierra dependiendo de la luminosidad. Es un proceso involuntario que realizan los músculos ciliares. Tiene límites:

- El punto próximo, punto más cercano al ojo que puede verse con nitidez, varía de unas personas a otras y con la edad, para un adulto es de unos 25 cm, para un niño de 10 años de unos 7 cm y a partir de los 45 años aproximadamente se va alejando.
- El punto remoto, que para un ojo normal está en el infinito.

Una persona tiene vista normal, o emélope, cuando puede ver claramente los objetos que se encuentran desde el infinito hasta ese punto próximo.



4.2 Captación de la luz

La luz que penetra en el globo ocular es refractada por los sistemas transparentes del ojo ya nombrados y dirigidos a la retina. Ella, por debajo de su capa pigmentaria tiene la capa de células receptoras: bastones y conos. Estas células tienen un segmento interior que contiene el núcleo, abundantes mitocondrias y vesículas sinápticas, en su segmento externo poseen un disco membranoso, el cual contiene el pigmento visual (rodopsina o iodopsina), que absorbe la luz.

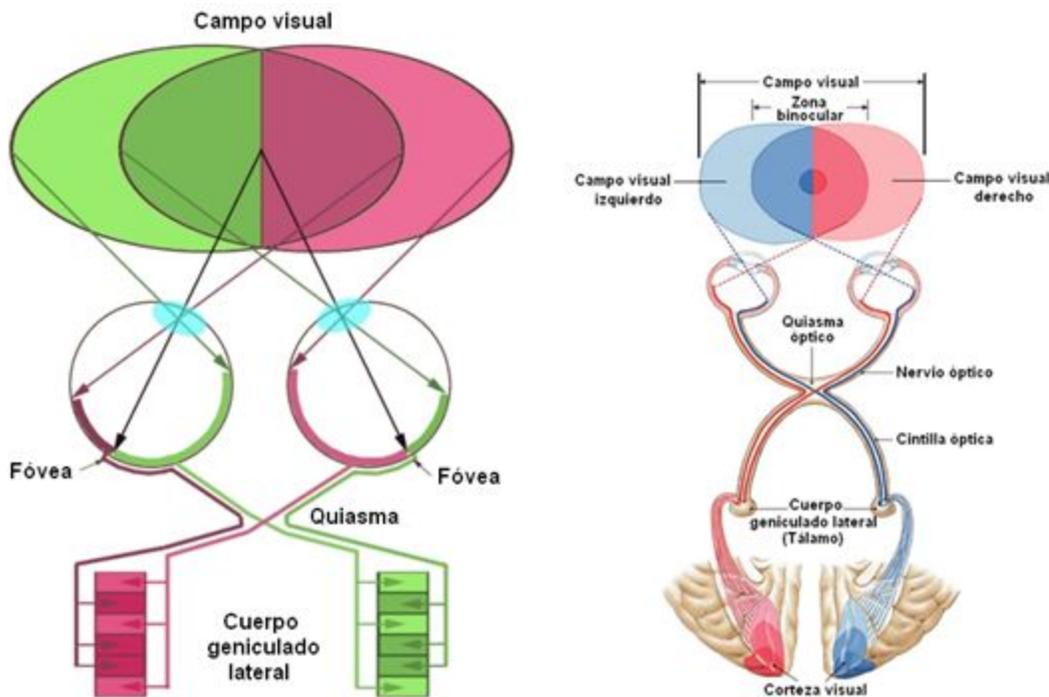
La luz hiperpolariza los fotorreceptores, el pigmento estimulado inicia una serie de reacciones que resultan en el inicio de transmisiones eléctricas en la superficie de la membrana. Estos impulsos serán conducidos por el nervio óptico hasta una zona especializada de la corteza cerebral en donde serán interpretadas y tendremos la percepción de imágenes.

Los bastones son más sensibles a la luz que los conos y responden mucho mejor a luz que entra desde cualquier punto mientras que los conos responden mejor a la luz directa, finalmente los bastones permanecen excitados por más tiempo después de que son estimulados. Los conos son más difíciles de estimular y se recuperan más rápidamente que los anteriores.

4.3 Campo visual

El campo visual es la porción del espacio que el ojo es capaz de ver. El examen del campo visual permite determinar sus límites para cada ojo.

El campo visual normal se extiende aproximadamente desde 60° hacia *dentro* de la nariz hasta 100° hacia *afuera* en cada ojo, y unos 60° por encima y 75° por debajo de la horizontal.



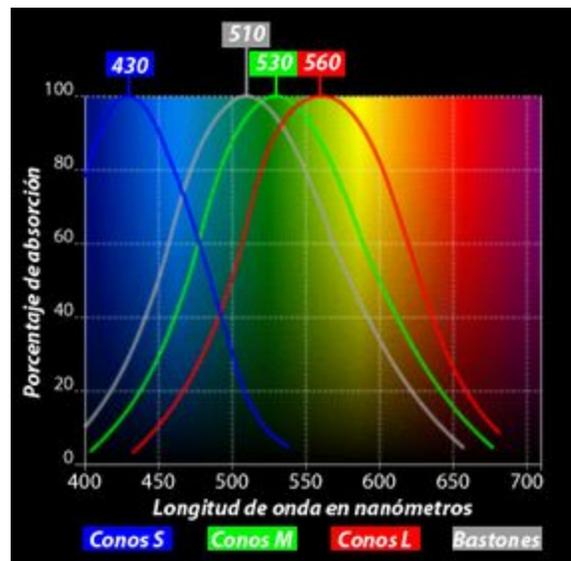
4.4 Visión a color

El color es una sensación subjetiva del cerebro y sólo perceptible para aquellos seres vivos con un cerebro suficientemente desarrollado.

Los bastones y conos contienen pigmentos visuales, que son como los demás pigmentos en el sentido de que absorben la luz dependiendo de la longitud de onda de ésta. Sin embargo, estos pigmentos visuales tienen la particularidad de que cuando un pigmento absorbe un fotón de energía luminosa, la forma molecular cambia y se libera energía. El pigmento que ha cambiado su estructura absorbe peor la energía y por eso se dice que se ha blanqueado. La liberación de energía por parte del pigmento y el cambio en la forma molecular hacen que la

célula libere una señal eléctrica mediante un mecanismo que aún no se conoce por completo.

Los conos son los que proporcionan la visión en color. Hay tres clases de conos. Cada una de ellos contiene un pigmento fotosensible distinto. Los tres pigmentos tienen su capacidad máxima de absorción hacia los 430, 530 y 560 nanómetros de longitud de onda, respectivamente. Por eso se los suele llamar "azules", "verdes" y "rojos". No es que los conos se llamen así por su pigmentación, sino por el supuesto 'color de la luz' al que tienen una sensibilidad óptima.



La existencia de tres funciones de sensibilidad espectral proporciona la base de la visión en color, ya que cada longitud de onda causará una proporción única de respuestas en los conos sensibles a longitudes cortas, medias y largas. Son los conos quienes nos proporcionan la visión en color (visión fotópica), que permite distinguir notablemente bien pequeños cambios en la composición de longitudes de onda de una luz.

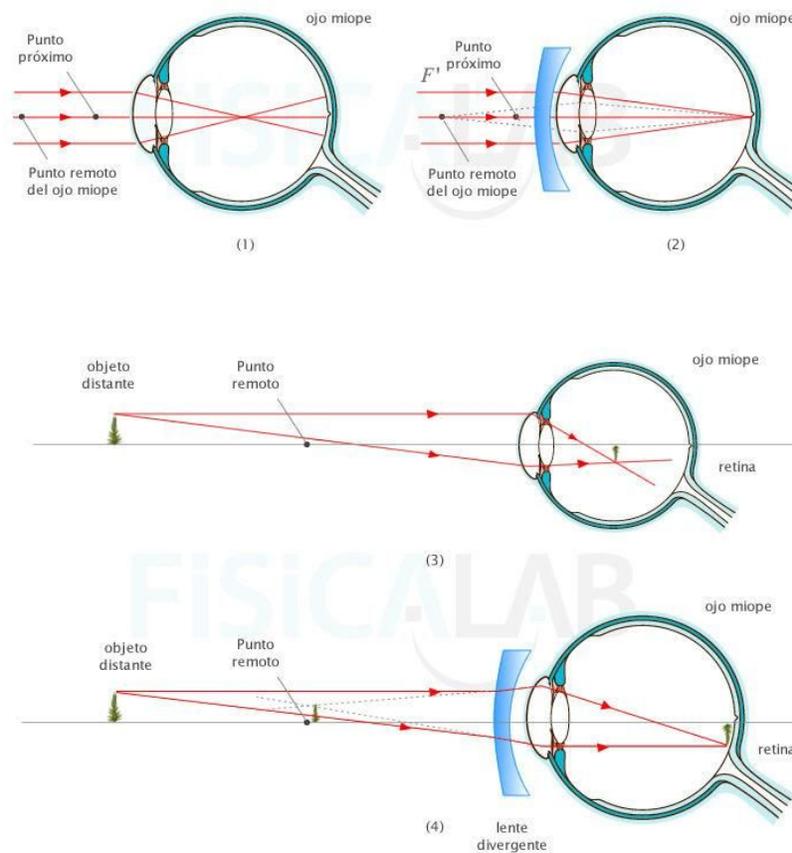
5. Defectos de la visión

Son todos aquellos defectos oculares que tienen como denominador común que la visión es imperfecta, como consecuencia de la falta de enfoque de la imagen sobre la retina. En el ojo normal, la imagen que procede del mundo exterior, tras sufrir la "refracción" correspondiente a través de la córnea y el cristalino, se proyecta, perfectamente nítida sobre la retina, siendo perfecta la transmisión desde ésta hasta el cerebro, por el contrario, en la personas que sufren miopía,

hipermetropía, astigmatismo, presbicia, etc., este enfoque no puede realizarse y la imagen que captan es borrosa.

5.1. Miopía

Se debe a una deformación por alargamiento del globo ocular. El ojo miope enfoca correctamente en la retina los objetos cercanos. Sin embargo, el punto focal correspondiente a la visión lejana se forma delante de la retina. La consecuencia es una visión borrosa de los objetos alejados. Se corrige con el uso de lentes divergentes.

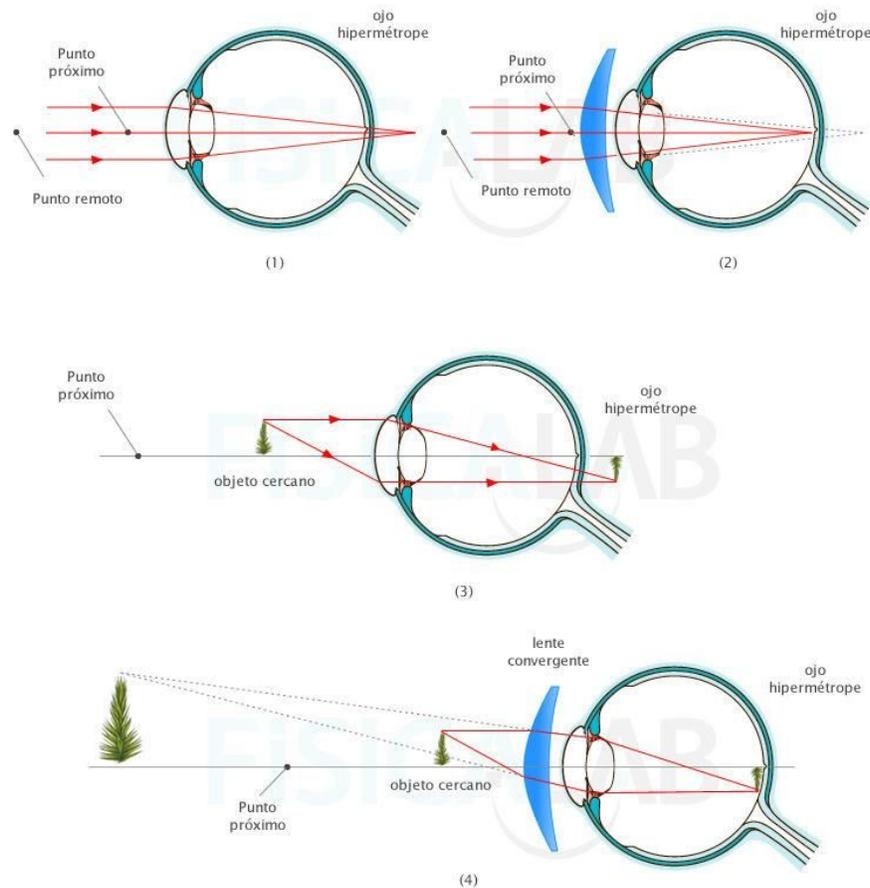


5.2. Hipermetropía

Es un defecto ocular que consiste en que los rayos de luz que inciden en el ojo procedentes del infinito, se enfocan en un punto situado detrás de la retina, en lugar de en la misma retina como sería normal. La consecuencia es que la

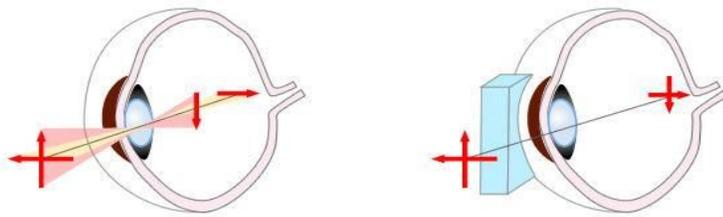
imagen es borrosa y puede existir por lo tanto una falta de agudeza visual. Se corrige con lentes convergentes.

Un ojo hipermetrope es causado por un globo ocular muy corto o una córnea demasiado plano, lo que hace que la distancia mínima sea un poco mayor.



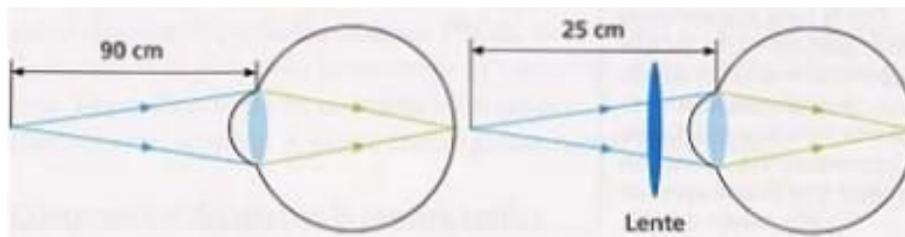
5.3. Astigmatismo

Es un estado ocular que generalmente proviene de un problema en la curvatura de la córnea, lo que impide el enfoque claro de los objetos tanto lejos como cerca. La córnea, que es una superficie esférica, sufre un achatamiento en sus polos, lo cual produce distintos radios de curvatura en el eje del ojo, por ende cuando la luz llega al ojo, específicamente en la córnea, la imagen que se obtiene es poco nítida y distorsionada. Se corrige con lentes cilíndricas.



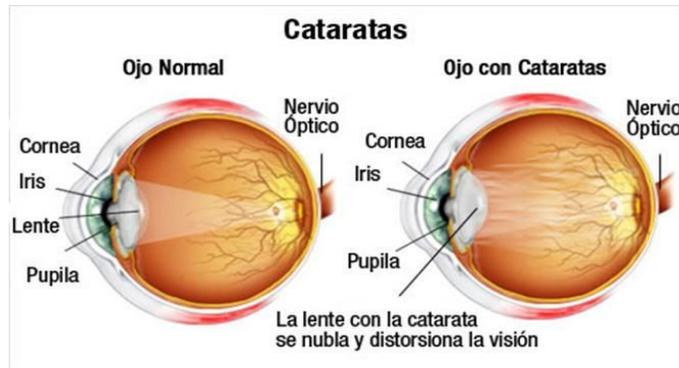
5.4. Presbicia

Es la reducción de la capacidad de acomodación debida a la fatiga de los músculos ciliares o a la pérdida de flexibilidad del Cristalino. El punto remoto no varía pero el punto próximo se aleja. Estas personas ven bien excepto cuando miran de cerca. Suele aparecer a los 40-50 años. Esta falta de convergencia del ojo se corrige con lentes convergentes.



5.5. Cataratas

Consiste en la pérdida de transparencia del cristalino, lo que dificulta gravemente la visión. Suele aparecer con la edad. La padecen el 50% de las personas entre 65 y 75 años y más del 70% de los mayores de 75 años. Suele afectar a los dos ojos pero no a la vez. No hay posibilidad de corrección de las cataratas, salvo la cirugía (se sustituye el cristalino por otro sintético) la cual ha avanzado notablemente en los últimos tiempos de forma que la intervención se realiza sin ingreso hospitalario (o muy reducido). A veces se aprovecha la sustitución del cristalino para, a la vez que eliminan el problema de las cataratas solucionar otros defectos referidos al cristalino, como la miopía.

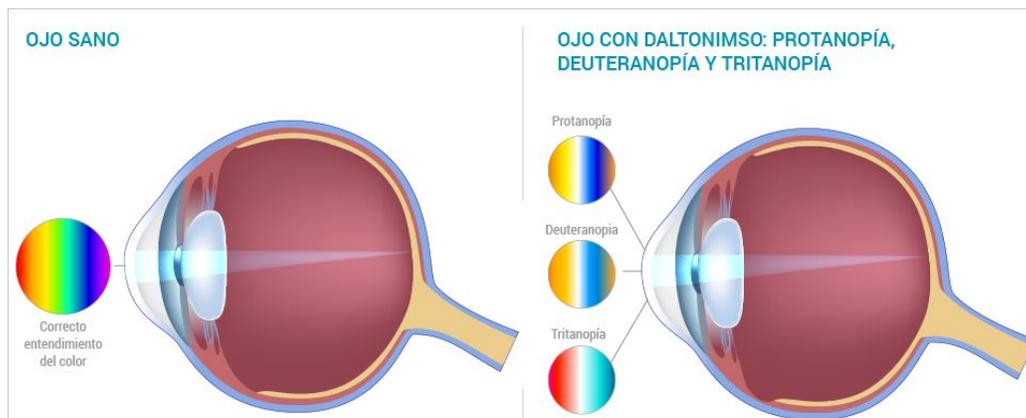


5.6. Daltonismo

El daltonismo ocurre cuando hay un problema con los materiales que perciben el color (pigmentos) en ciertas neuronas del ojo, llamadas conos. Estas células se encuentran en la retina, la capa de tejido sensible a la luz en la parte posterior del ojo interno.

Si una persona carece solamente de un pigmento, podría tener problemas para establecer la diferencia entre el rojo y el verde, que es el tipo más común de daltonismo. Otras veces, las personas tienen problemas para ver los colores azul y amarillo; pero quienes tienen este tipo de daltonismo casi siempre tienen problemas para identificar también los colores rojos y verdes.

La forma más grave de daltonismo es la acromatopsia y quienes padecen esta rara afección no pueden ver ningún color.



Aunque existen muchos tipos de daltonismo, el 99% de los casos corresponden a protanopia y deuteranopia o sus equivalentes (protanomalia y deuteranomalia).

1. Acromático: El daltonismo acromático es aquel en el que el individuo ve en blanco y negro (escala de gris). El individuo no percibe ningún color ya sea porque no tiene ninguno de los tres tipos de conos o por razones neurológicas.

2. Monocromático: Se presenta cuando únicamente existe uno de los tres pigmentos de los conos y la visión de la luz y el color queda reducida a una dimensión.
3. Dicromático: El dicromatismo es un defecto moderadamente grave en el cual falta o padece una disfunción de uno de los tres mecanismos básicos del color. Es hereditaria y puede ser de tres tipos diferentes: Protanopia, deuteranopia y tritanopia.
 - Protanopia. La protanopia consiste en la ausencia total de los fotorreceptores retinianos del rojo.
 - Deuteranopia. La ceguera al color verde o deuteranopia se debe a la ausencia de los fotorreceptores retinianos del color verde.
 - Tritanopia. La tritanopia es una condición muy poco frecuente en la que están ausentes los fotorreceptores de la retina para el color azul.
1. Tricromático anómalo: El afectado posee los tres tipos de conos, pero con defectos funcionales, por lo que confunde un color con otro. Es el grupo más abundante y común de daltónicos, tienen tres tipos de conos, pero perciben los tonos de los colores alterados. Suelen tener defectos similares a los daltónicos dicromáticos, pero menos notables.

6. Lentes correctivos

Los optometristas usan la inversa a la distancia focal en metros para expresar la potencia (P) de una lente en unidades llamadas dioptrías (D).

$$P \text{ (expresada en diotropias)} = \frac{1}{f \text{ (expresada en metros)}}$$

Así, $1D = 1m^{-1}$. La ecuación del fabricante de lentes expresa la potencia de una lente en dioptrías, si los rayos de curvatura se expresan en metros.

Cuanto mayor sea la potencia de la lente en dioptrías, menor es su distancia focal, y es más fuertemente convergente o divergente. Así, para corregir un problema de la vista más severo, se requieren lentes de mayor potencia y menor distancia focal que en el caso de un problema que se considera leve. Las lentes para corrección de problemas visuales se pulen con superficies esféricas o cilíndricas sobrepuestas, para que el radio de curvatura de la lente sea diferente en distintos planos.

7. Conclusión

En conclusión, podríamos decir que la visión está muy relacionada con la física porque mediante esta podemos comprender la formación de las imágenes que podemos ver de nuestro alrededor. Que mediante distintas lentes y cuidados

podemos obtener una agudeza visual más detallada, ya que podemos tener complicaciones con respecto a la acomodación del ojo.

Y en nuestra opinión, realizar esta investigación nos pareció interesante ya que pudimos comprender más sobre la visión y lo importante que es para la vida cotidiana, y como mediante la regulación de los lentes podemos mejorarla.

8. Bibliografía

<https://www.fisicalab.com/apartado/ojo-humano#contenidos>

https://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap18_optica_geometrica.php

<http://fisicoptica.blogspot.com.ar/2010/11/el-ojo-humano.html>

http://eprints.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisiol%C3%B3gica.pdf

<http://www.gasaneofisica.uns.edu.ar/tesis/neurofisica/LeoDimieri.pdf>

<https://www.fisicalab.com/apartado/fundamentos-optica-geometrica#contenidos>

<http://www.clinicaimo.com/enfermedades/refraccion.html>

Cuadernillo de teoría de clases: <http://www0.unsl.edu.ar/~cornette/teorias.html>

http://histologiaunam.mx/descargas/ensenanza/portal_recursos_linea/apuntes/1_optica.pdf

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/viewFile/62493/58712>

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/136-2015-01-29-el%20ojo%20humano%20y%20sus%20defectos..pdf>

<http://www.gasaneofisica.uns.edu.ar/tesis/neurofisica/LeoDimieri.pdf>

<http://www.clinicarementeria.es/patologias/daltonismo>