



Modulo 1

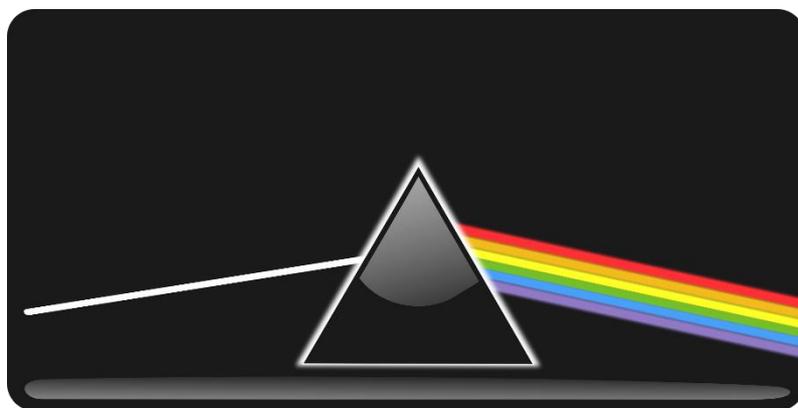
Unidad 1

Conociendo la luz

1.1.1 Principios de la luz

La luz ha sido objeto de estudio tanto de científicos como de filósofos desde tiempos remotos es indiscutible el papel fundamental que juega la luz para el desarrollo de la vida. Como siempre se ha dicho. Sin luz no hay vida, nuestra mente necesita luz para procesar el mundo que nos rodea entonces no es de extrañar que nos: ¿qué es la luz?, y que esto sea una pregunta fundamental. En este módulo y para contestar que es la luz vamos a hacer un pequeño recorrido histórico a lo largo del cual vamos a ir desarrollando y también construyendo juntos algunos conceptos que necesitamos.

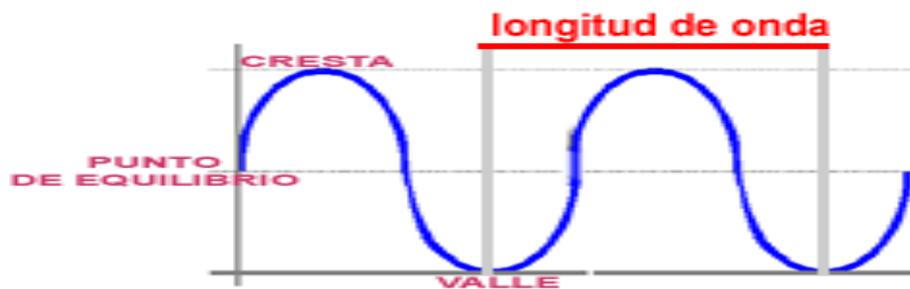
¿Qué es la luz? El primer investigador de la luz, Isaac Newton (1642-1727) consideraba que era un conjunto de partículas que llamó corpúsculos que viajaban en línea recta y a gran velocidad y cuando chocaban contra una superficie transparente podían traspasarla; chocaban contra una superficie opaca rebotaban. Newton fue el padre de la mecánica clásica, y se refería a todo el universo en términos de fuerzas y de las acciones que generan estas fuerzas. Por lo tanto, también explicaba la interacción de la luz con la materia, usando un enfoque mecanicista. Newton descubre el componente de la luz al hacer atravesar un haz de luz por un prisma de cristal y observar cómo se descompone en los 7 colores de su espectro; rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta.



Prisma de Newton

Fuente: <https://pixabay.com/es/vectors/refracci%C3%B3n-prisma-%C3%B3ptica-150853/>

Contemporáneo de Newton estaba Christian Huygens (1629-1695), para él la luz no se trataba de una partícula, sino que se trataba de un movimiento ondulatorio de cierto tipo; decía que era una onda que se propagaba a través de un medio material. En una onda no hay transporte neto de materia lo que se está transportando es energía; se propaga un estado de perturbación de la materia. Qué características tiene una onda: las principales son tres es la amplitud, la longitud de onda y la frecuencia. La onda también tiene valores máximos que se llaman crestas y los puntos mínimos se llaman valles. La altura de una cresta o la profundidad de un valle es lo que se denomina amplitud y la distancia que hay entre cresta y cresta o que hay entre valle y valle, o sea entre dos puntos equivalentes de la onda es lo que se llama longitud de onda.



Onda electromagnética

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Longitud_de_onda.png#file

Las ondas están definidas por las características siguientes:

- *Amplitud*: es la máxima distancia que existe entre la onda y la posición de reposo.
- *Periodo*: tiempo que tarda un punto en realizar una oscilación. Se expresa en segundos .
- *Longitud de onda*: distancia que existe entre dos crestas o dos valles consecutivos, es una propiedad variable de las ondas. Se expresa en metros (m) recorridos.
- *Frecuencia*: cantidad de periodos en una unidad de tiempo.
- *Velocidad de propagación*: velocidad de la onda, que depende del medio por el que se propaga. Es la causante de la variabilidad de la longitud de onda.

1.1.1.1 Ondas electromagnéticas. El espectro visible.

A qué velocidad se propagan las ondas de la luz. Una onda de luz en el vacío se propaga aproximadamente a 300.000 km/segundo. En el siguiente video vemos este concepto de ondas electromagnéticas. Video 1 <https://youtu.be/5RaMCZ4p738>

Christian Huygens también refería que la luz se transmitía en un medio material porque en esa época se creía que las ondas necesitaban de un medio material para propagarse, así como el ejemplo de las ondas en

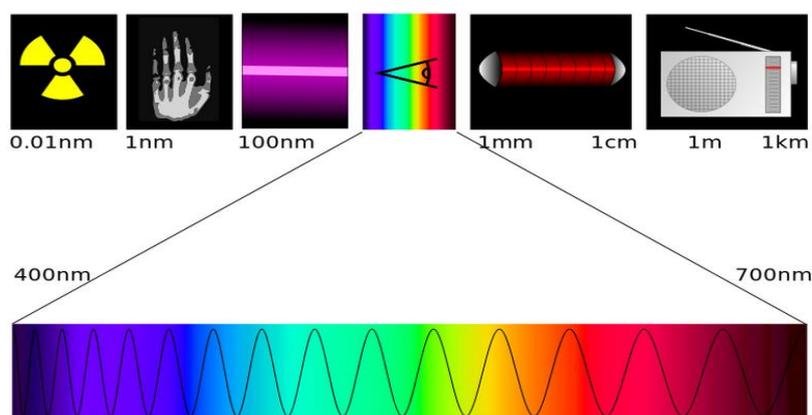
el agua. Pero que pasa a través del vacío donde por ejemplo nos llega luz del sol allí es también donde en dicha época se hablaba de una sustancia que llamaron éter, y que era una sustancia transparente en la que supuestamente estaba inmerso todo el universo. De esta forma podían explicar que la luz no llegaba desde el sol porque se estaba propagando a través de esta de esta sustancia éter que no se podía ver, sino que no se podía medir y no se podía percibir de ninguna manera. Era simplemente un artificio que se utilizó para justificar porque nos llegaba la luz del sol.

Mas tarde Thomas Young (1773 - 1829), también creía en la naturaleza ondulatoria de la luz y realizo un experimento denominado de la doble rendija con el que comprobó que la luz, por momentos se comporta como una partícula y en otros como onda. En el siguiente video vemos este el experimento de la doble rendija de Thomas Young. Video 2 En el siguiente video vemos este concepto de ondas electromagnéticas.

Video 2 <https://youtu.be/5RaMCZ4p738>.

James Clerk Maxwell (1831-1879) desarrolla la teoría del electromagnetismo de la luz afirmando que no se trata de cualquier onda, en realidad es una onda electromagnética y aclara un poco en qué consistían estas ondas luminosas. Estableció que la luz está hecha de campos magnéticos y eléctricos que se propagan tanto en el vacío como en el interior de ciertas sustancias. Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material se pueden propagar también a través de la materia. La teoría de Maxwell llevó a la predicción de que las ondas electromagnéticas en realidad abarcan un espectro súper amplio en longitudes de onda que incluyen ondas de radio, microondas, ondas infrarrojas y ultravioletas.

La zona que podemos percibir por medio de la vista en realidad un pequeño intervalo que va más o menos desde los 380 nanómetros hasta los 780 nanómetros



Espectro electromagnético

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salamandr.PNG>

Resumiendo, entonces ¿qué es la luz?. Por lo visto podríamos decir que es una onda. Albert Einstein (1879 -1955), definió el efecto fotoeléctrico explicando que si uno hace incidir luz sobre una superficie metálica y esta luz tiene una frecuencia suficientemente alta se van a desprender electrones de esta superficie metálica. Einstein concluyó que la luz a veces está comportando como partícula, pero reemplazó los corpúsculos estos de los que hablaba Newton por cuántos de luz, que llamaremos fotones. Los fotones son pequeñas porciones de energía que viajan por el espacio a la velocidad de la Luz. Einstein tomó algo que todos estaban mirando, pero vio algo que nadie había visto y es que la luz tiene un comportamiento dual que se puede comportar tanto como una onda como una partícula, pero cómo interactúa la luz con la materia vamos a ver distintos fenómenos.

1.1.1.2. La luz y los materiales

La luz se propaga por un medio y si encuentra otro en su trayectoria experimenta una serie de alteraciones:

- Cuando choca contra una superficie opaca parte de la luz se refleja y el resto de la luz será absorbida.
- En el caso que el medio que encuentra sea transparente o translúcido la luz se transmitirá a través del mismo.

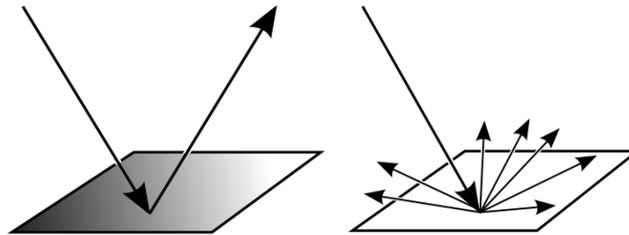
Por lo tanto, la luz puede experimentar los siguientes fenómenos:

- **Reflexión**
- **Trasmisión**
- **Refracción**
- **Absorción**

1.1.1.3. La reflexión es el cambio en la dirección que experimenta un rayo cuando incide sobre una superficie. O sea, cuando la luz rebota sobre su superficie. Existen básicamente dos tipos de reflexión

La reflexión regular o especular. Es aquella donde el rayo incidente y el reflejado son iguales. Se dan más superficies brillantes. por ejemplo, el reflejo sobre un espejo. De allí el nombre de este tipo de transmisión (especular). También en una superficie de agua tranquila uno puede a modo de espejo también ver el reflejo del paisaje.

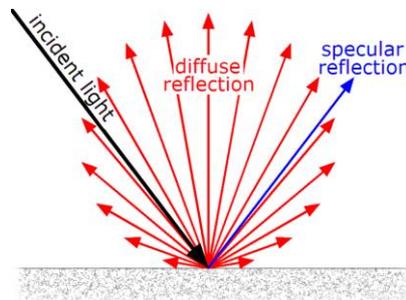
La reflexión difusa se produce cuando la luz incide también en una superficie opaca, pero no brillante sino rústica con textura propia y presenta una serie de irregularidades que hacen que la luz se refleje en distintas direcciones. Es lo que denominamos reflexión difusa.



Reflexión especular y difusa

Fuentes : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Light_matter_reflection.svg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Light_matter_scattering.svg

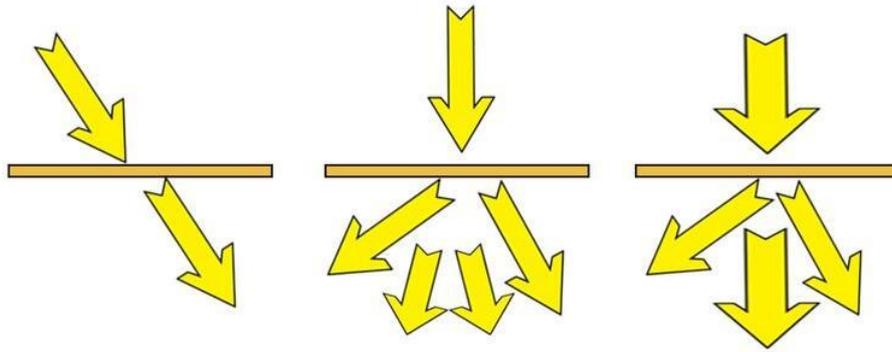
Por último tenemos la reflexión mixta que es aquella que tiene componentes de las dos anteriores, los rayos inciden sobre una superficie con parte regular o especular y parte difusa, como resultado se produce una reflexión irregular.



Reflexión mixta

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lambert2.gif>

1.1.1.4. La Trasmisión se da cuando los haces de luz traspasan el material. El hecho de traspasar otro material según sus características transparentes o translúcidas también nos da tres tipos de transmisión:



Trasmisión regular, difusa y mixta

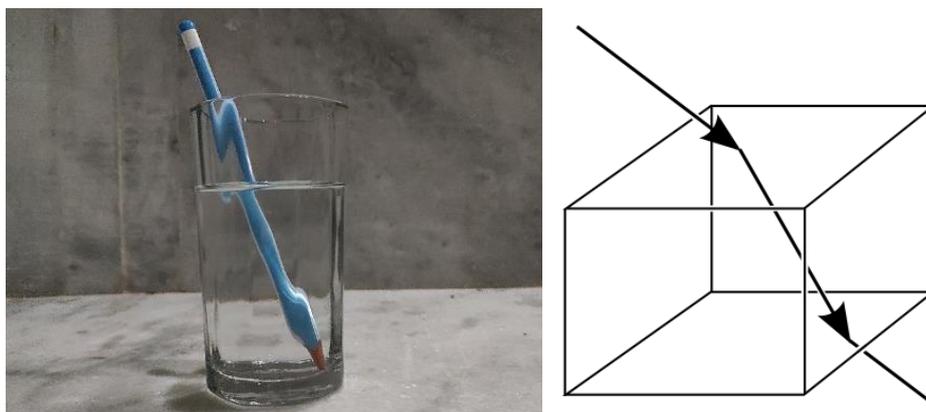
Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trasmision_de_la_luz.jpg

Transmisión regular: Se da cuando el haz incide sobre una superficie transparente y al atravesar, sale al siguiente medio con las mismas propiedades. Por ejemplo, la luz atravesando un vidrio transparente.

Transmisión difusa: Se da cuando el haz incide sobre una superficie translúcida y se difunde por el medio saliendo en distintas direcciones. Es el caso de los vidrios translúcidos.

Transmisión mixta: Se da por combinación de las dos anteriores. Es el caso de los vitraux armados con vidrios transparentes y difusos.

1.1.1.5. La refracción. Este fenómeno nos refiere a la luz atravesando otro medio con otra densidad. Por ejemplo, atravesando el agua, más densa que el aire. Allí el rayo incidente cambia de dirección o sea tiene una desviación, pero siempre en el mismo plano.



Refracción de la luz.

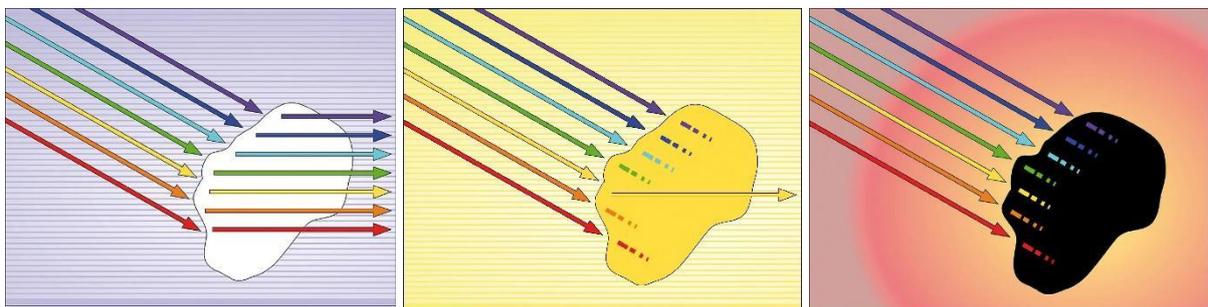
Fuentes: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_pencil_in_water.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Light_matter_refraction.svg

Esto es porque la velocidad de propagación de la luz disminuye a medida que aumenta el índice de refracción. La refracción se define con las Leyes de Snell:

- El rayo incidente, el rayo reflejado y el refractado están en el mismo plano.
- El ángulo de incidencia y el ángulo de refracción se relacionan mediante una constante denominada índice de refracción que varía según la temperatura y la longitud de onda de la luz.

En este video vamos a ver el principio de la refracción. Video 3 <https://youtu.be/d6tgWThdySY>

1.1.1.6 La absorción de la luz en relación a los materiales donde impacte. Este fenómeno está directamente relacionado por lo tanto con la reflexión de los materiales y de los componentes de color de los mismos. Según nuestra percepción de los objetos, vamos a recibir una respuesta de color que no es más que la devolución de ondas del espectro que esos materiales reflejen. ¿Cómo tenemos conocimiento de cuanto absorben de luz los materiales?. Ello además de los colores también está referido a la calidad de dichos materiales más lisos o rústicos, por ejemplo. Para ello hay tablas de niveles de reflexión de los materiales según sus características.



Absorción de los objetos.

Fuentes: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorci%C3%B3n-blanco> -

[I%C3%B1aki Otsoa. CC. By Sha \\$no-.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorci%C3%B3n-blanco)

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorci%C3%B3n-negro> -

[I%C3%B1aki Otsoa Etxeberria. CC. By Sha \\$no-.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorci%C3%B3n-negro)

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorci%C3%B3n-amarillo> -

[I%C3%B1aki Otsoa. CC. By Sha \\$no-.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorci%C3%B3n-amarillo)

Como vemos en las imágenes un objeto que absorbe todas las ondas del espectro visible lo veremos blanco, uno que absorbe solo alguna como el amarillo lo veremos amarillo y los que no absorben ninguna onda los veremos negro.

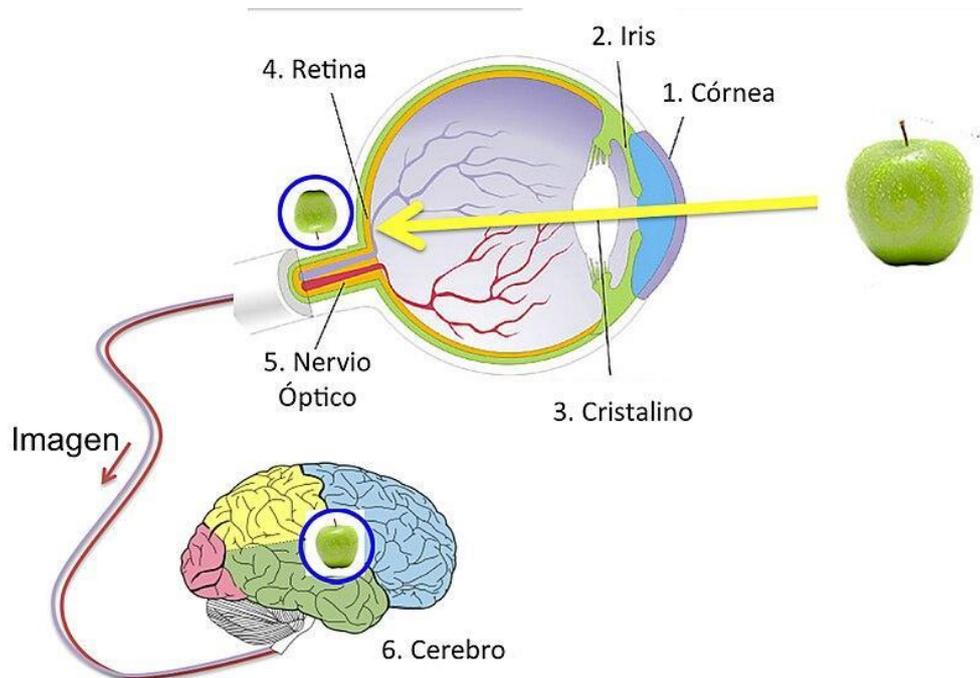
En este video vemos la interacción de la reflexión con la absorción. Video 4 <https://youtu.be/op2cbBNLgDw>

1.1.2. Percepción de la luz.

1.1.2.1. La visión

De forma sencilla podemos describir que el sentido de la visión trabaja de la siguiente manera: La luz atraviesa la córnea que refractada llega al cristalino aquí es enfocada y proyectada del revés en la retina donde se encuentran las células fotorreceptoras que traducen la luz en impulsos eléctricos y a través del nervio óptico llegan al cerebro.

Las partes del ojo humano y sus funciones son las siguientes



Funcionamiento de la visión

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Funcionamiento_del_Ojo.jpg

Vemos porque nuestros ojos reciben la luz que reflejan los objetos que nos rodean. Nuestros ojos funcionan igual que una cámara fotográfica. Para conseguir un buen enfoque, los ojos cuentan con un perfecto sistema de funcionamiento a través de las distintas partes componentes del ojo humano. Ellas son:

1. La córnea: Recibe los rayos de luz en el ojo. Actúa como lente convexo para remitirlos a la retina.
2. El iris define el color de nuestros ojos y es el marco de la pupila, esta última actúa como un obturador de cámara de fotos permite el ingreso de la cantidad apropiada de luz en el ojo.
3. El cristalino normalmente es transparente y está detrás del iris. Es quien permite que el ojo se enfoque en objetos cercanos o lejanos.
4. La retina es el tejido nervioso que recubre la parte posterior del ojo. La integran sus *células fotorreceptoras*: los conos y los bastones. Estos detectan la luz que entra al ojo y la convierten en impulsos

eléctricos. Están compuestos por diversos fotopigmentos sensibles a la luz. Recientemente se descubrió otro de estos fotopigmentos llamado melanopsina, que por su importancia se le denomina el “tercer fotorreceptor”. Los conos están especializados para trabajar con altos niveles de luz y con ellos percibimos los colores. Los bastones funcionan en condiciones de bajos niveles de luz y se activan fundamentalmente en la oscuridad distinguiendo formas y contrastes en las noches. La melanopsina reacciona a ciertos tipos de luz, en particular la azul. En la retina los estímulos provenientes del medio ambiente y las imágenes ópticas que se forman en ella las capta de forma invertida.

5. El nervio óptico conduce lo registrado por la retina al cerebro.

6. El cerebro interpreta los impulsos, restableciendo el orden visual; o sea dando vuelta las imágenes que las retinas invirtieron en su captación y se restablece el sentido del objeto percibido. En este video vamos a ver el funcionamiento del sentido de la visión. Video 5 <https://youtu.be/1I03kYN5YW8>

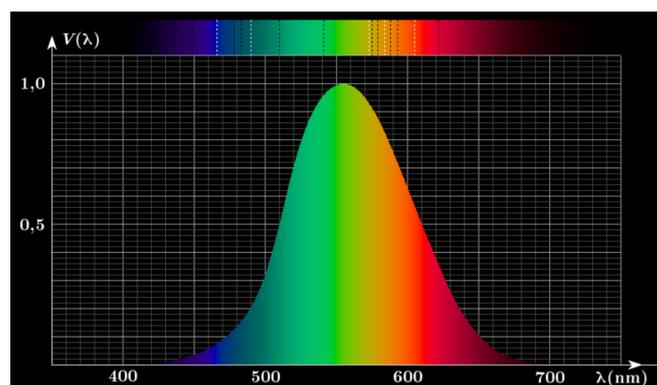
La percepción de la luz es subjetiva, depende de la fisiología del ojo y de la percepción del color de cada persona. En la visión, la cantidad de luz es un factor fundamental, y de ello se definen los tipos de visión de acuerdo a la exposición a la luz en se vea expuesta:

- Visión fotópica: Nivel de iluminación bueno. Visión de día. Visión nítida, detallada y excelente distinción de los colores.
- Visión escotópica: Nivel de iluminación malo de noche. Pérdida de percepción del color, sensibilidad a los tonos azules e intensidad de la luz
- Visión mesiotópica: Niveles de iluminación intermedios. Visión intermedia.

El ojo posee distintos tipos de sensibilidad a ciertas ondas, las curvas de sensibilidad del ojo se definen para:

La luz diurna (amarillo verdoso; 555 nm para visión fotópica) produce la máxima sensación luminosa en el ojo.

Luz nocturna (azul verdoso, 480 nm, para visión escotópica). La percepción del color disminuye a medida que disminuye la cantidad de luz.



Curva de sensibilidad del ojo humano.

Fuente:

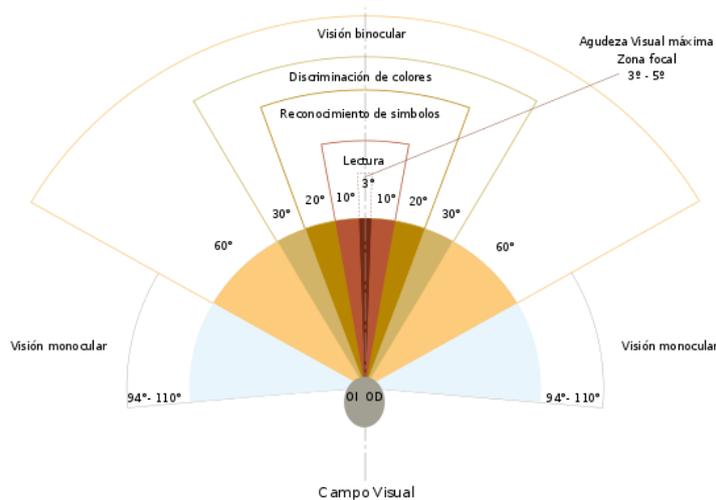
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Efficacit%C3%A9_lumineuse_spectrale_01_Luminance_XYZ.png

1.1.2.2. Factores fisiológicos de la visión

La visión es uno de nuestros sentidos más importantes y del cual dependen muchas de nuestras reacciones a ciertos factores fisiológicos y psicológicos de nuestra vida cotidiana reaccionando con determinadas respuestas afines a su funcionamiento:

Agudeza Visual

Capacidad del ojo que permite reconocer y distinguir los detalles de un objeto, situados a una distancia corta del campo de visión.

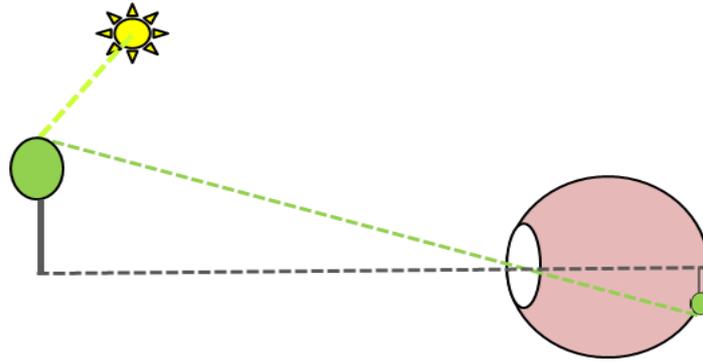


Agudeza visual.

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/07/Campo_de_vision.svg/600px-Campo_de_vision.svg.png

Acomodación

La acomodación es la habilidad del ojo para enfocar los objetos y obtener una imagen más nítida, sin importar la distancia a la que están situados.



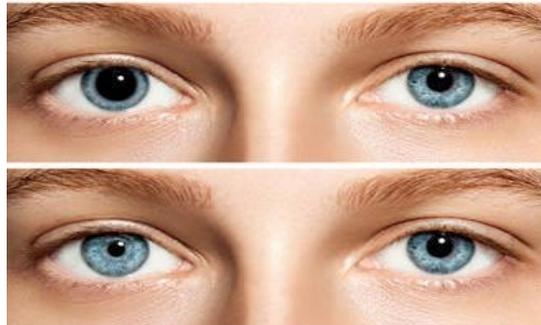
Acomodación.

Fuente:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Principe de formation de l%27image sur la r%C3%A9tine d%27un %C5%93il.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Principe_de_formation_de_l%27image_sur_la_r%C3%A9tine_d%27un_%C5%93il.png)

Adaptación

La adaptación es la habilidad del ojo para enfocar y ajustar cuando existen cambios en los niveles de iluminación.

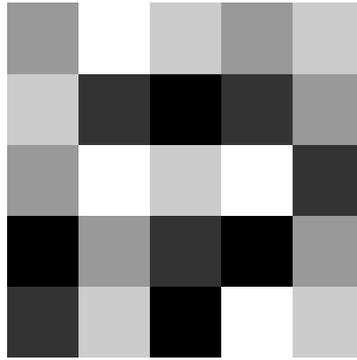


Adaptacion.

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adaptacion de la vista.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adaptacion_de_la_vista.jpg)

Contraste

El contraste es la diferencia de iluminancia que existe entre el objeto y el fondo. Los objetos se perciben por los contrastes de color de luminancia que presentan las distintas partes de su superficie entre sí y en relación al fondo en que aparece el objeto



Contraste.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ContrastiLuminosi.png>

Visión Binocular

, creando así una imagen en 3 dimensiones dando sensación de profundidad.



Vision binoculat.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vision_Binocular.jpg

Deslumbramiento

El deslumbramiento es un fenómeno que aparece cuando la diferencia de luminancias entre la tarea visual y el objeto que se observa es muy elevada. Se puede clasificar por deslumbramiento directo o por reflexión sobre una superficie o por deslumbramiento molesto.



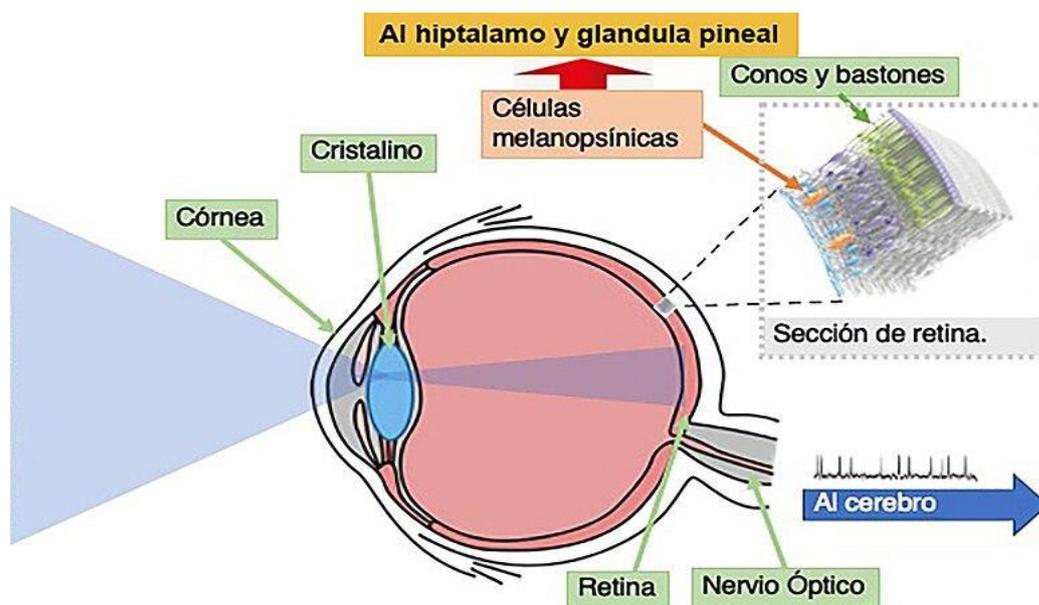
Deslumbramiento exterior

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tancha_Beach_glare_\(33044028354\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tancha_Beach_glare_(33044028354).jpg)

1.1.2.3. El tercer fotorreceptor

Como vimos, en la retina aloja una serie de células fotorreceptoras: conos y bastones. En el año 2002 David Berson (Department of Neuroscience, Brown University, USA), descubrió un tipo de fotorreceptor conocido como células retinianas denominadas “melanopsina”, sensibles a la luz y responsables del reloj circadiano de nuestro cuerpo. Al compartir la retina junto con los conos y bastones, se las conoce como el tercer fotorreceptor.

Durante mucho tiempo se pensó que la luz natural tenía un solo efecto y que era a nivel de la visión. Pero en realidad, esa misma luz activa otras funciones biológicas. Las señales de los conos y bastones van directamente al cerebro a través del nervio óptico. En cambio, las señales detectadas por la melanopsina repercuten directamente en el hipotálamo y de allí en las glándulas pineal y suprarrenal que regulan el sueño y ciertas funciones metabólicas del organismo. La exposición prolongada a ciertos tipos de iluminación (en especial la de color azul), influye en la percepción y por lo tanto en el funcionamiento cronobiológico de estas glándulas produciendo alteraciones en nuestro organismo. Esta luz dinámica natural, actúa sobre nuestro reloj interno, sobre el sueño, sobre nuestro humor, sobre nuestro proceso cognitivo, sobre nuestro sistema cardiovascular, sobre la secreción de ciertas hormonas y sobre nuestro metabolismo en general. Estos efectos se complementan con los visuales de los conos y bastones. En este nuevo fotorreceptor toma un papel relevante la exposición a las nuevas tecnologías con mayor incidencia de la luz azul, en especial pantallas de ordenadores, celulares y ciertos tipos de fuentes de luz).



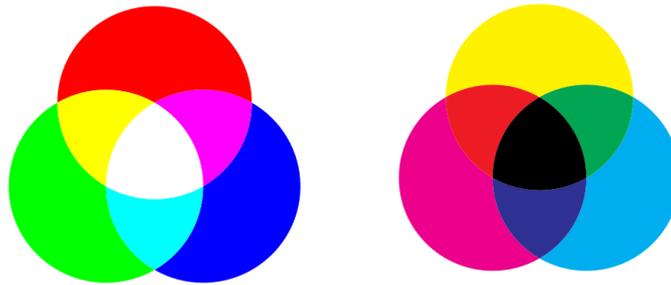
El tercer fotorreceptor la melanopsina.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Melanopsina.jpg>

El ser humano del siglo XXI lleva una vida que está cada vez más alejada de los ritmos naturales. Muchas personas trabajan de noche, en turnos rotativos o en locales sin ventanas. Aunque la iluminación sea totalmente compatible con las normas, el efecto dinámico y biológico de la luz diurna ha desaparecido. Los científicos describen esta situación como “oscuridad biológica”, lo que impacta en los seres humanos por la interrupción de su reloj interno. Los horarios irregulares, las variaciones estacionales y las condiciones del alumbrado son factores que influyen en el reloj biológico interno, verdadero director de orquesta del bienestar y la salud. El trabajo nocturno o en turnos rotativos es una actividad en constante desfase horario. El organismo expuesto a importantes cambios de ritmo puede sufrir distintos síntomas físicos y psíquicos y un debilitamiento del sueño. La cronobiología permite lograr una buena gestión del sueño y trabajo nocturno. Cada célula y cada órgano tiene su ritmo propio que necesita ser sincronizado periódicamente con el mundo exterior. El día y la noche proveen las señales más importantes. La cronobiología es la disciplina de la fisiología que estudia los ritmos biológicos. Son muchas las investigaciones en curso y nos indican que la tendencia será considerar la iluminación no solamente bajo el muy necesario concepto de la eficiencia energética, sino también en sus requerimientos tanto para una buena visión como para nuestras necesidades biológicas y emocionales. Algunos definen este nuevo tiempo como la “era de la melanopsina”. Para una amplia gama de aplicaciones, la iluminación convencional estática será reemplazada por una iluminación cronobiológica dinámica.

1.1.2.4. Color

Ahora nos preguntaremos: ¿qué es el color? El color no existe como tal, ya que no es un fenómeno físico sino más bien es un fenómeno fisiológico y para percibir un color es necesario tres elementos: la luz, el objeto y el observador. En los ojos recibimos la luz formada por distintas longitudes de onda. Ahora bien, que es la teoría del color; sabemos que hay dos tipos de color: los colores aditivos o colores luz y los colores sustractivos o colores pigmento. Los colores luz son los que se consiguen con la sumatoria de todos los colores; son tres primarios (rojo, verde y azul) RGB. Si sumamos todos los colores luz, nos da como resultado el blanco y si los quitamos el negro que es la ausencia de luz. En el siguiente video podrán ver el principio de color aditivo Video 6 <https://youtu.be/QsF8Vbzdsmc>. Los colores pigmentos se forman a través de la síntesis sustractiva de los colores que también tiene tres primarios (cian, magenta y amarillo), si los mezclamos todos dan como resultado el negro.



Color Aditivo – Color Sustractivo

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RGB_color_model_SVG.svg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMYK_color_model.svg

Tanto los colores luz como en el pigmento, poseen colores secundarios que se forman con su primario contrapuesto. Esto es importante porque son los colores que mejor contrastan y son los que siempre van a combinar.

Ahora bien, qué pasa con la percepción del color. En ello influye nuestra percepción el entorno donde percibamos lo que estemos viendo. Es decir, también vamos a encontrar que la percepción de un objeto de color va a depender mucho de los colores que rodean a ese objeto de color. Va a relacionarse directamente con los colores de los objetos y entorno adyacentes.

En el siguiente video veremos cómo es la mezcla aditiva de colores (color luz); y cómo lo capta nuestro cerebro a través de la visión. Video 6 <https://youtu.be/pVz1cGR-4yM>

1.1.2.5. Interacción de la luz y la materia

Los objetos por sí solos no tienen color. El color del objeto está condicionado por las propiedades de la materia absorción, reflexión, refracción y longitud de onda. La materia absorbe determinadas longitudes de onda y refleja otras. El color que percibimos es el reflejado. Una de las características más llamativas de la luz, es la rica y variada gama de colores que podemos percibir en nuestro entorno. Los colores de todos los cuerpos de la naturaleza responden sencillamente al hecho de que reflejan la luz de cierto color en mayor cantidad que la de otros colores.

Los cuerpos de los objetos tienen la capacidad propia de absorber y reflejar las distintas longitudes de onda. Esto está determinado por la estructura molecular de la materia y que tiene que ver con la química y los pigmentos. Ahora bien, qué parte es absorbida y qué parte es reflejada. Va a depender del material del objeto, lo que nos llega a nuestro sistema visual es lo que es reflejado por el material que también va a

dependen de la calidad de la luz que lo ilumina. O sea va a depender de la calidad de reproducción de los colores que pueda aportar esa fuente de luz que ilumine.

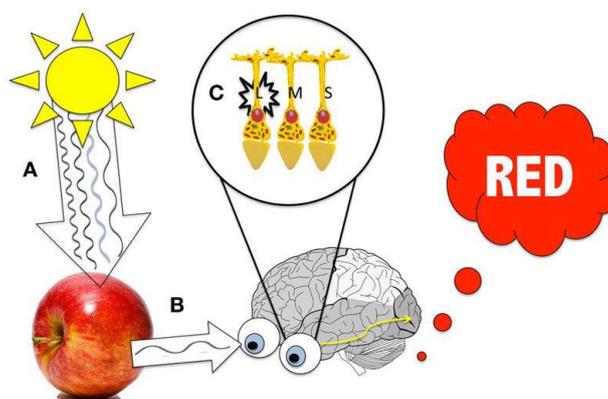
De esta forma, la mayor parte de las veces percibimos el color por reflexión. Cuando un cuerpo refleja todos los colores lo vemos “blanco” y si no refleja ninguno lo vemos “negro”. Todos los rayos de luz contienen color. Los colores tienen diferentes longitudes de onda. La mayor longitud de onda que podemos ver es de color rojo. El más corto es el violeta. El ultravioleta tiene una longitud de onda más corta, pero no lo podemos ver. La luz infrarroja tiene una longitud de onda mayor que la roja, tampoco la podemos ver, pero se puede sentir porque genera calor.



Color rojo absorbe solo las frecuencias rojas del espectro

Fuente Iluminet : <https://iluminet.com/newpress/wp-content/uploads/2019/01/absorciondestacada02.jpg>

En el caso del observador y su percepción del color ello va a depender de diversas situaciones: la calidad de vista del observador, estado emocional y psíquico, etc. Por lo tanto, podemos concluir que el color es una sensación subjetiva y que depende del observador, de la calidad de la fuente y también de la composición del material del objeto.



Interpretación del objeto y su color.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seeing_red.jpg