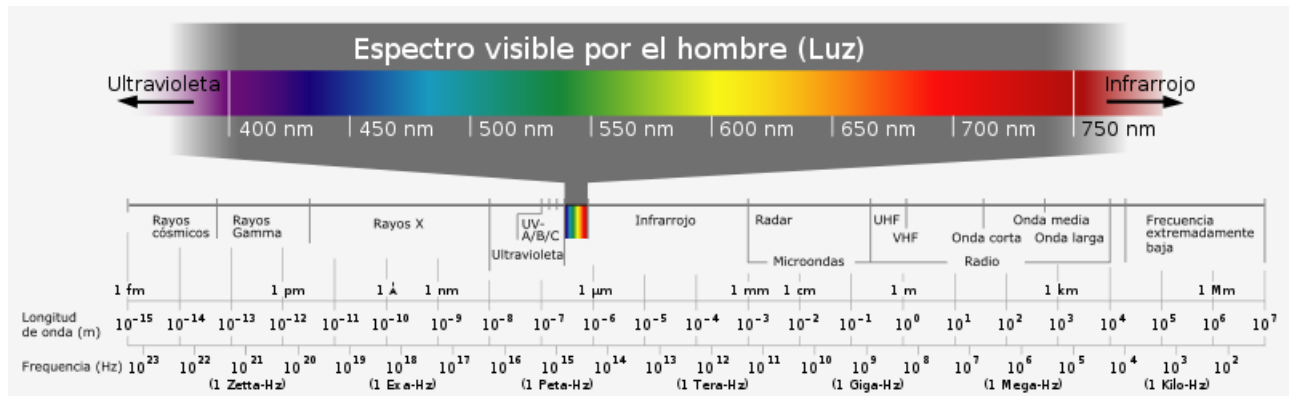


# Espectro visible



Se denomina **espectro visible** a la región del **espectro electromagnético** que el **ojo humano** es capaz de percibir. A la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama **luz visible** o simplemente **luz**. No hay límites exactos en el espectro visible; un típico ojo humano responderá a **longitudes de onda** desde 400 a 700 **nm** aunque algunas personas pueden ser capaces de percibir longitudes de onda desde 380 a 780 **nm**.

## Generalidades

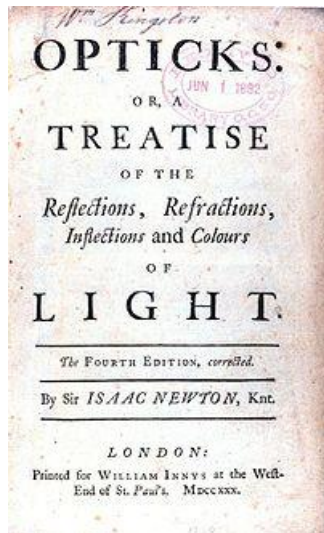
La correspondiente longitud de onda en el **agua** y en otros medios esta reducida por un factor igual al **índice de refracción**. En términos de frecuencia, ésta corresponde a una banda en el campo de valores entre 450 y 750 **terahertz**. Un ojo adaptado a la luz generalmente tiene como máxima sensibilidad un valor de 555 **nm**, en la región **verde** del espectro visible. El espectro sin embargo no contiene todos los **colores** que los ojos humanos y el cerebro puedan distinguir. **Café, rosado y magenta** están ausentes, por ejemplo, porque se necesita la mezcla de múltiples longitudes de onda, preferiblemente rojos oscuros.



**Luz blanca** se dispersa por un **prisma** triangular en los colores del espectro visible.

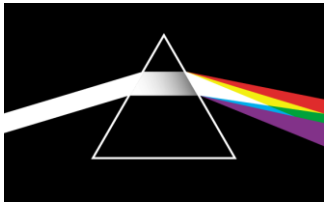
La longitud de onda visible al ojo también se pasa a través de una **ventana óptica**, la región del espectro electromagnético que pasa muy atenuada a través de la **atmósfera terrestre** (a pesar de que la luz azul es más dispersa que la luz roja, que es la razón del color del cielo). La respuesta del ojo humano esta definido por una prueba subjetiva, pero las ventanas atmosféricas están definidas por medidas físicas. La **ventana visible** se la llama así porque ésta superpone la respuesta humana visible al espectro; la ventana infrarroja está ligada a la ventana de respuesta humana y la longitud de onda media infrarroja, la longitud de onda infrarroja lejana están muy lejos de la región de respuesta humana. Los ojos de muchas **especies** perciben longitudes de onda diferentes de las del espectro visible del ojo humano. Por ejemplo, muchos **insectos**, tales como las **abejas** pueden ver la luz **ultravioleta** que es útil para encontrar el **néctar** en las **flores**. Por esta razón, los éxitos reproductivos de las especies de plantas cuyos ciclos de vida están vinculados con la polinización de los insectos, dependen de que produzcan emisión ultravioleta, más bien que del colorido aparente a los ojos humanos.

# Historia



Trabajo de Newton sobre Óptica.

Dos de las primeras explicaciones del espectro visible vienen de [Isaac Newton](#), que escribió su *óptica* y de [Johann Wolfgang Goethe](#) en su *Teoría de los colores*, a pesar de sus tempranas observaciones que fueron hechas por [Roger Bacon](#) que por primera vez reconoció el espectro visible en un vaso de agua, cuatro siglos antes de los descubrimientos de Newton con prismas permitieran estudiar la dispersión y agrupación de la luz blanca. Newton uso por primera vez la palabra *espectro* (del [latín](#), "aparición" o "aparición") en 1671 al describir sus experimentos en *óptica*. Newton observó que cuando un estrecho haz de [luz solar](#) incide sobre un [prisma](#) de [vidrio](#) triangular con un [ángulo](#), una parte se [refleja](#) y otra pasa a través del vidrio, mostrando diferentes bandas de colores. La hipótesis de Newton era que la luz estaba hecha por [corpúsculos](#) (partículas) de diferentes colores y que la diferencia en los colores era debido a la diferencia de velocidades de cada uno de ellos, de modo que en un medio transparente, la luz roja era más veloz que la luz violeta. El resultado es que la luz roja se *doblab*a (*refractaba*) menos que la luz violeta cuando pasaban a través del prisma, creando el espectro de colores. Newton dividió el espectro en siete colores llamados [rojo](#), [anaranjado](#), [amarillo](#), [verde](#), [azul](#), [añil](#) y [violeta](#). Imaginó que eran siete colores por una creencia procedente de la antigua Grecia, de los [sofistas](#), que decían que había una conexión entre los colores, las notas musicales, los días de la semana y los objetos conocidos del [sistema solar](#).<sup>1 2</sup> El ojo humano es relativamente insensible a las frecuencias índigo y algunas personas no pueden distinguir del añil al azul y al violeta. Por esta razón algunos comentarios, incluidos el de [Isaac Asimov](#), han sugerido que el añil debería dejar de ser tomado como un color entre el azul y el violeta.



Prisma de Goethe

[Johann Wolfgang von Goethe](#) sostuvo que el espectro continuo era un fenómeno compuesto. Mientras que Newton redujo a haces de luz para aislar el fenómeno, Goethe observaba que con una apertura más amplia no había en el espectro bordes amarillos ni del azul-cíjan con [blanco](#) entre ellos y el espectro solo aparecía cuando esos bordes eran muy cercanos al solapamiento. Ahora se acepta generalmente que la luz esta compuesta de [fotones](#) (que tienen algunas de las propiedades de una [onda](#) y algunas de [partícula](#)) y que toda la luz viaja a la misma velocidad en el vacío ([velocidad de la luz](#)). La velocidad de la luz en un material es menor a la misma en el vacío y la proporción de velocidad es conocida como el [Índice de refracción](#) de un material. En algunos materiales, conocidos como [no dispersivos](#), la velocidad de diferentes [frecuencias](#) (correspondientes a los diferentes colores) no varía y así el índice refractario es constante. Sin embargo, en otros materiales (dispersos), el índice de refracción (y así su velocidad) depende de la frecuencia acorde con una [relación de dispersión](#). Los [arco iris](#) son un ejemplo ideal de refracción natural del espectro visible.

## Colores del espectro

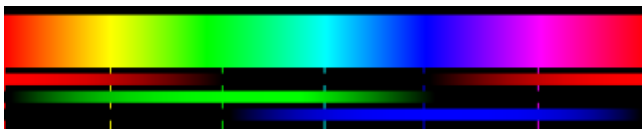
Los colores del [arco iris](#) en el espectro visible incluye todos esos colores que pueden ser producidos por la luz visible de una simple longitud de onda, los colores del espectro *puro o monocromáticos*. A pesar que el espectro es continuo y por lo tanto no hay cantidades vacías entre uno y otro color, los rangos anteriores podrían ser usados como una aproximación.<sup>3</sup>

<a href="#">violeta</a>	380–450 nm
<a href="#">azul</a>	450–495 nm
<a href="#">verde</a>	495–570 nm
<a href="#">amarillo</a>	570–590 nm
<a href="#">anaranjado</a>	590–620 nm
<a href="#">rojo</a>	620–750 nm

## Espectroscopia

Los estudios científicos de objetos basados en el espectro de luz que emiten es llamado [espectroscopia](#). Una aplicación particularmente importante de éste estudio es en la [astronomía](#) donde los espectroscopios son esenciales para analizar propiedades de objetos distantes. La [espectroscopía astronómica](#) utiliza difracción de alta dispersión para observar espectros a muy altas resoluciones espectrales. El [helio](#) fue lo primero que se detectó en el análisis del espectro del [sol](#); los [elementos químicos](#) pueden ser detectados en objetos astronómicos por las [líneas espectrales](#) y las [líneas de absorción](#); la medida de líneas espectrales puede ser usada como medidas de [corrimiento al rojo](#) o [corrimiento al azul](#) de objetos distantes que se mueven a altas velocidades. El primer [exoplaneta](#) en ser descubierto fue el encontrado por el análisis de [efecto Doppler](#) de estrellas a las que su alta resolución que variaba su [velocidad radial](#) tan pequeñas como unos pocos metros por segundo podrían ser detectadas: la presencia de planetas fue revelada por su influencia [gravitacional](#) en las estrellas analizadas.

# Espectro de los dispositivos de visualización en color



*Espectro de color generado en un dispositivo de visualización.*

Los dispositivos de visualización en color (como la [televisión](#) o la [pantalla de ordenador](#)) mezclan los colores [rojo](#), [verde](#) y [azul](#) para generar el espectro de color. En la ilustración, las barras estrechas inferiores de rojo, azul y verde muestran las mezclas relativas de estos tres colores usados para producir el color que se enseña arriba.

Teoría del color

**Espectro visible.**

Predecesor: <b>Radiación infrarroja</b>	<b>Luz visible</b> <b>Lon. de onda:</b> $7,8 \times 10^{-7} \text{ m}$ – $3,8 \times 10^{-7} \text{ m}$ <b>Frecuencia:</b> $3,84 \times 10^{14} \text{ Hz}$ – $7,89 \times 10^{14} \text{ Hz}$	Sucesor: <b>Radiación ultravioleta</b>
--	--	---

- En el [arte](#) de la [pintura](#), el [diseño gráfico](#), la [fotografía](#), la [imprenta](#) y en la [televisión](#), la **teoría del color** es un grupo de reglas básicas en la mezcla de colores para conseguir el efecto deseado combinando colores de [luz](#) o [pigmento](#). La luz blanca se puede producir combinando el [rojo](#), el [verde](#) y el [azul](#), mientras que combinando pigmentos cian, magenta y amarillo se produce el color neutro

## 1 Modelos de color

- 1.1 Teoría de Ostwald
- 1.2 Modelo RYB
- 1.3 Modelo de color RGB
- 1.4 Modelo CMY
- 1.5 El círculo cromático
- 2 Armonías de color
- 3 Espacios de colores
  - 3.1 Espacio RGB
  - 3.2 Espacio CMY
  - 3.3 Espacio YIQ
  - 3.4 Espacio HSV

## Modelos de color

En su teoría del color, [Goethe](#) propuso un círculo de color simétrico, el cual comprende el de [Newton](#) y los espectros complementarios. En contraste, el círculo de color de Newton, con siete ángulos de color desiguales y subtendidos, no exponía la simetría y la complementariedad que Goethe consideró como característica esencial del [color](#). Para Newton, sólo los colores espectrales pueden considerarse como fundamentales. El enfoque más empírico de Goethe le permitió admitir el papel esencial del [magenta](#) (no espectral) en un círculo de color. Impresión que produce en el ojo la luz emitida por los focos luminosos o difundidos por los cuerpos.

## Teoría de Ostwald

La Teoría del color que propone [Wilhelm Ostwald](#) consta de cuatro sensaciones cromáticas elementales (amarillo, rojo, azul y verde) y dos sensaciones acromáticas con sus variaciones intermedias.

### Modelo RYB



Círculo cromático RYB

En el [modelo de color RYB](#), el [rojo](#), el [amarillo](#) y el [azul](#) son los [colores primarios](#), y en teoría, el resto de colores puros (color materia) puede ser creado mezclando pintura roja, amarilla y azul. Mucha gente aprende algo sobre color en los estudios de educación primaria, mezclando pintura o lápices de colores con estos colores primarios.

El modelo RYB es utilizado en general en conceptos de arte y pintura tradicionales, y en raras ocasiones usado en exteriores en la mezcla de pigmentos de pintura. Aún siendo usado como guía para la mezcla de pigmentos, el modelo RYB no representa con precisión los colores que deberían resultar de mezclar los 3 colores RYB primarios. En el [2004](#), se reconoció mediante la ciencia que este modelo es incorrecto, pero continúa siendo utilizado habitualmente en arte.

### Modelo de color RGB



Modelo de color RGB

La mezcla de colores luz, normalmente [rojo](#), [verde](#) y [azul](#) (RGB), se realiza utilizando el [sistema de color aditivo](#), también referido como el [modelo RGB](#) o el [espacio de color RGB](#). Todos los colores posibles que pueden ser creados por la mezcla de estas tres luces de color son aludidos como el espectro de color de estas luces en concreto. Cuando ningún color luz está presente, uno percibe el negro. Los colores luz tienen aplicación en los [monitores](#) de un ordenador, [televisores](#), [proyectores](#) de vídeo y todos aquellos sistemas que utilizan combinaciones de materiales que fosforecen en el rojo, verde y azul.

## Modelo CMY



Círculo cromático **CMY**

Para impresión, los colores usados son **cian**, **magenta** y **amarillo**; este sistema es denominado **modelo CMY**. En el modelo CMY, el negro es creado por mezcla de todos los colores, y el blanco es la ausencia de cualquier color (asumiendo que el papel sea blanco). Como la mezcla de los colores es substractiva, también es llamado **modelo de color sustractivo**. Una mezcla de cian, magenta y amarillo en realidad resulta en un color negro turbio por lo que normalmente se utiliza tinta negra de verdad. Cuando el negro es añadido, este modelo de color es denominado **modelo CMYK**. Recientemente, se ha demostrado que el modelo de color CMY es también más preciso para las mezclas de pigmento.

Se debe tener en cuenta que sólo con unos colores "primarios" ficticios se puede llegar a conseguir todos los colores posibles. Estos primarios son conceptos arbitrarios utilizados en modelos de color **matemáticos** que no representan las sensaciones de color reales o incluso los impulsos nerviosos reales o procesos **cerebrales**. En otras palabras, todos los colores "primarios" perfectos son completamente imaginarios, lo que implica que todos los colores primarios que se utilizan en las mezclas son incompletos o imperfectos.

## El círculo cromático

Tradicionalmente los colores se han representado en una rueda de 12 colores: tres colores primarios, tres **colores secundarios** (creados por la mezcla de dos primarios), y seis **colores terciarios** (la mezcla de los colores primarios y los secundarios). Los artistas utilizan un círculo cromático basado en el modelo RYB (rojo, amarillo y azul) con los colores secundarios naranja, verde y violeta. Para todos los colores basados en un ordenador, se utiliza la rueda RGB; ésta engloba el modelo CMY ya que el cian, el magenta y el amarillo son colores secundarios del rojo, verde y azul (a su vez, éstos son los colores secundarios en el modelo CMY). En la rueda RGB/CMY, el naranja es un color terciario entre el rojo y el amarillo, y el violeta es otro terciario entre el magenta y el azul.

## Armonías de color

Los colores armónicos son aquellos que funcionan bien juntos, es decir, que producen un esquema de color atractivo a la vista. El círculo cromático es una valiosa herramienta para determinar armonías de color. Los **colores complementarios** son aquellos que se contraponen en dicho círculo y que producen un fuerte contraste. Así, por ejemplo, en el modelo RYB, el verde es complementario del rojo, y en el modelo CMY, el verde es el complementario del magenta

## Espacios de colores

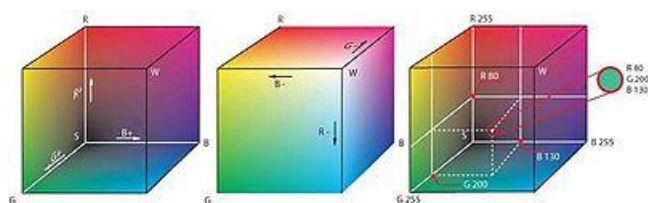
Un espacio de color define un modelo de composición del color. Por lo general un espacio de color lo define una base de  $N$  **vectores** (por ejemplo, el espacio RGB lo forman 3 vectores: Rojo, Verde y Azul), cuya **combinación lineal** genera todo el espacio de color. Los espacios de color más generales intentan englobar la mayor cantidad posible de los colores visibles por el ojo humano, aunque existen espacios de color que intentan aislar tan solo un subconjunto de ellos.

Existen espacios de color de:

- Una **dimensión**: escala de grises, escala Jet, etc.
- Dos dimensiones: sub-espacio rg, sub-espacio xy, etc.
- Tres dimensiones: espacio RGB, HSV, YCbCr, YUV, Y'I'Q', etc.
- Cuatro dimensiones: espacio CMYK.

De los cuales, los espacios de color de tres dimensiones son los más extendidos y los más utilizados. Entonces, un color se especifica usando tres coordenadas, o atributos, que representan su posición dentro de un espacio de color específico. Estas coordenadas no nos dicen cuál es el color, sino que muestran dónde se encuentra un color dentro de un espacio de color en particular.

## Espacio RGB

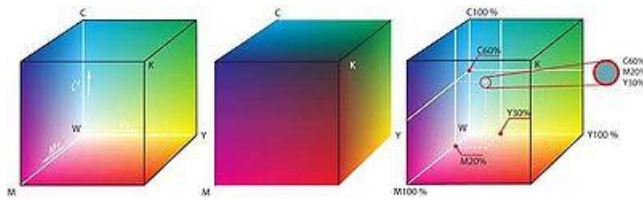


Cubo de color RGB

RGB es conocido como un espacio de color aditivo (colores primarios) porque cuando la **luz** de dos diferentes **frecuencias** viaja junta, desde el punto de vista del observador, estos colores son sumados para crear nuevos tipos de colores. Los colores **rojo**, **verde** y **azul** fueron escogidos porque cada uno corresponde aproximadamente con uno de los tres tipos de conos sensitivos al color en el **ojo** humano (65% sensibles al rojo, 33% sensibles al verde y 2% sensibles al azul). Con la combinación apropiada de rojo, verde y azul se pueden reproducir muchos de los colores que pueden percibir los humanos. Por ejemplo, rojo puro y verde claro producen amarillo, rojo y azul producen magenta, verde y azul combinados crean cian y los tres juntos mezclados a máxima intensidad, crean el blanco.

Existe también el espacio derivado **RGBA**, que añade el canal *alpha* (de transparencia) al espacio RGB original.

## Espacio CMY



Representación de los colores CMYK

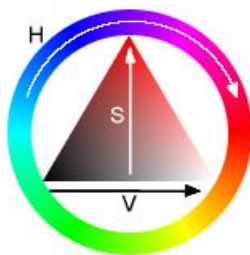
CMY trabaja mediante la absorción de la **luz** (colores secundarios).

Los **colores** que se ven son la parte de luz que no es absorbida. En CMY, magenta más amarillo producen rojo, magenta más cian producen azul, cian más amarillo generan verde y la combinación de cian, magenta y amarillo forman negro. El negro generado por la mezcla de colores primarios sustractivos no es tan denso como el color negro puro (uno que absorbe todo el espectro visible). Es por esto que al CMY original se ha añadido un canal clave (key), que normalmente es el canal negro (black), para formar el espacio **CMYK** o **CMYB**. Actualmente las impresoras de cuatro colores utilizan un cartucho negro además de los colores primarios de este espacio, lo cual genera un mejor contraste. Sin embargo el color que una persona ve en una pantalla de computador difiere del mismo color en una impresora, debido a que los modelos RGB y CMY son distintos. El color en RGB está hecho por la reflexión o emisión de luz, mientras que el CMY, mediante la absorción de ésta.

## Espacio YIQ

Fue una recodificación realizada para la televisión americana (**NTSC**), que tenía que ser compatible con la televisión en blanco y negro, que solamente requiere del componente de iluminación. Los nombres de los componentes de este modelo son Y por luminancia (*luminance*), I fase (*in-phase*) y Q cuadratura (*quadrature*). Estas últimas generan la cromaticidad del color. Los parámetros I y Q son nombrados en relación al método de modulación utilizada para codificar la señal portadora. Los valores de RGB, son sumados para producir una única señal Y' que representa la iluminación o brillo general de un punto en particular. La señal I luego es creada al restar el Y' de la señal azul de los valores RGB originales y luego el Q se realiza restando la señal Y' del rojo.

## Espacio HSV



Ejes HSV

Es un espacio cilíndrico, pero normalmente asociado a un cono o cono hexagonal, debido a que es un subconjunto visible del espacio original con valores válidos de RGB.



## Espectro Visible

- **Tonalidad (Hue):** Se refiere a la **frecuencia** dominante del color dentro del **espectro visible**. Es la percepción de un tipo de color, normalmente la que uno distingue en un arcoiris, es decir, es la sensación humana de acuerdo a la cual un área parece similar a otra o cuando existe un tipo de longitud de onda dominante. Incrementa su valor mientras nos movemos de forma antihoraria en el cono, con el rojo en el ángulo 0.
- **Saturación (Saturation):** Se refiere a la cantidad del color o a la "pureza" de éste. Va de un color "claro" a un color más vivo (azul cielo – azul oscuro). También se puede considerar como la mezcla de un color con blanco o gris.
- **Valor (Value):** Es la intensidad de luz de un color. Dicho de otra manera, es la cantidad de blanco o de negro que posee un color.

## Percepción del color

En la **retina** del ojo existen millones de células especializadas en detectar las **longitudes de onda** procedentes de nuestro entorno. Estas células fotorreceptoras, **conos** y los **bastoncillos**, recogen parte del **espectro** de la luz y, gracias al **Efecto fotoeléctrico**, lo transforman en impulsos eléctricos, que son enviados al cerebro a través de los nervios ópticos, para crear la sensación del color.

Existen grupos de conos especializados en detectar y procesar un color determinado, siendo diferente el total de ellos dedicados a un color y a otro. Por ejemplo, existen más células especializadas en trabajar con las longitudes de onda correspondientes al rojo que a ningún otro color, por lo que cuando el entorno en que nos encontramos nos envía demasiado rojo se produce una saturación de información en el cerebro de este color, originando una sensación de irritación en las personas.

Cuando el sistema de conos y bastoncillos de una persona no es el correcto se pueden producir una serie de irregularidades en la apreciación del color, al igual que cuando las partes del cerebro encargadas de procesar estos datos están dañadas. Esta es la explicación de fenómenos como el **Daltonismo**. Una persona daltónica no aprecia las gamas de colores en su justa medida, confundiendo los rojos con los verdes.

Debido a que el proceso de identificación de colores depende del cerebro y del sistema ocular de cada persona en concreto, podemos medir con toda exactitud el **espectro** de un color determinado, pero el concepto del color producido es totalmente subjetivo, dependiendo de la persona en sí. Dos personas diferentes pueden interpretar un color dado de forma diferente, y puede haber tantas interpretaciones de un color como personas hay.

El mecanismo de mezcla y producción de colores producido por la reflexión de la luz sobre un cuerpo no es el mismo al de la obtención de colores por mezcla directa de rayos de luz.

# COLORES en los pigmentos y en la Luz

Alejandra León Castellá, Fundación CIENTEC  
con la colaboración de Paul Doherty, Exploratorium

---

## Pigmentos



Exhibición "Pigmentos a través de la historia" (*inglés*)

Los pigmentos son sustancias que poseen color propio y son añadidos a pinturas, tintes, crayolas...

La clorofila de las plantas es un pigmento verde.

Los pigmentos absorben ciertas longitudes de onda de la luz y difunden otras. Las que difunden son las que vemos.

---

## Colores primarios

**Definición:** Los colores primarios son aquellos que pueden producir la mayor gama de colores, al mezclados entre sí.

Tradicionalmente, el rojo, el amarillo y el azul se han promovido como los colores primarios (y hasta 1950 eso era lo que la ciencia creía). A partir de la mezcla de estos tres, supuestamente, se producen los demás. El rojo y el amarillo generan naranjas; el azul y el rojo producen tonalidades de morado. Y si sumamos los tres primarios, en buenas concentraciones, se obtiene un color oscuro... morado cafesusco y, finalmente, negro. El blanco, en el caso de los pigmentos, es ausencia de color.

Bajo la definición de primario, que mezclados entre sí producen la mayor gama de colores, hoy se reconocen otros colores primarios: magenta (rojizo), cian (azul verdoso) y amarillo. Por eso se usan en el área de la producción de materiales impresos, junto con el negro, para oscurecer. (CMYK - Cyan, Magenta, Yellow, Black).

---

## La luz

La luz que pasa por un prisma o por gotitas de agua se distribuye en diferentes longitudes de onda, componentes de la luz. Cada una es percibida como un color. El espectro visible es el arcoiris tiene 7 colores: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta.



## El espectro visible



Rojo

Violeta

Longitud de onda larga

Longitud de onda corta

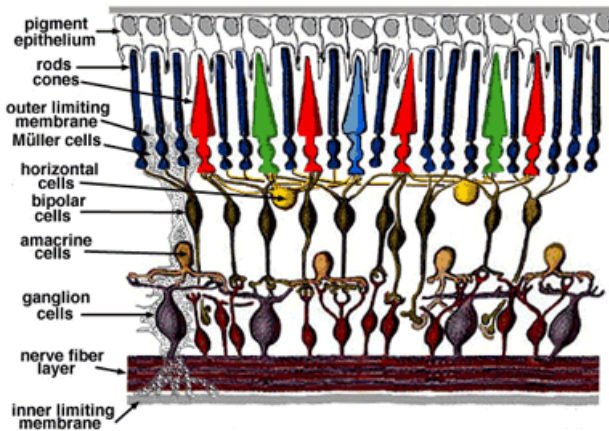
Baja frecuencia

Alta frecuencia



## Colores primarios de la luz

Se definen los colores primarios en la luz a partir de los sensores en el [ojo humano](#).



La retina tiene básicamente dos tipos de células sensitivas a la luz, los conos y los bastos. Los bastos son células que permiten ver en la oscuridad, funcionan aún con baja intensidad, pero no ven color. Los conos perciben color, pero requieren de un nivel alto de iluminación para funcionar. Tenemos tres tipos de conos, que perciben el rojo, el verde y el azul. La estimulación de estos tres sensores, permite generar toda la gama.

En los televisores y pantallas de computadoras, los pixeles también son de estos tres colores (RGB=Red, Green, Blue).

## Experimente

### Sume los colores de luz



Descubra que el blanco no es un color de la luz

Con estos simple elementos, usted puede experimentar fácilmente con los colores primarios de la luz.

#### Requerimientos:

- Ambiente oscuro
- Un bombillo rojo, uno azul y uno verde de 100 watt o mayor
- 3 enchufes y extensiones para los bombillos.
- Pantalla blanca (puede ser una pared o una sábana)

**Procedimiento:** Coloque el bombillo verde en el centro. Vaya probando la suma de las diferentes fuentes de luz, hasta prender las tres: R-rojo, V-verde, A-azul.

¿Cuál es la suma de los tres colores?  $R+V+A=$  ?  
¿Le sorprende?

**No lo crea: ¡experimentelo!**

#### Juegue con las sombras

Experimente con los colores primarios de la luz, (rojo, verde, azul) y descubra sombras de colores.

Puede empezar prendiendo sólo dos bombillos y creando sombras. ¿De qué color resultan? Pues si tiene sólo dos colores y tapa uno, obtendrá el otro.

El experimento se torna más interesante con los tres focos primarios encendidos. Ahora piense en las sombras. ¿Qué color está tapando? ¿Qué resultado obtiene? ¿Cuál suma de colores produce amarillo?

Los otros colores secundarios que obtiene son magenta y cian.



Los pigmentos son sustancias que poseen color propio y son añadidos a pinturas, tintes, crayolas...

La clorofila de las plantas es un pigmento verde.

Los pigmentos absorben ciertas longitudes de onda de la luz y difunden otras. Las que difunden son las que vemos.



**¡Cuidado con el calentamiento de los bombillos!**



**Luna eclipsada: pantalla**

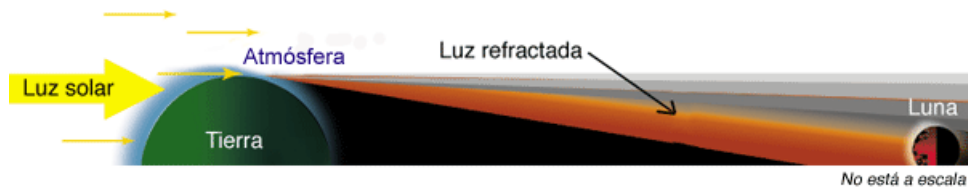


Diagrama: Refracción de luz solar

En los [Eclipses Totales de Luna de este año](#), 15 de mayo y 8 de noviembre, la luna se tornará roja como consecuencia de dos situaciones:

1. El paso de la luz a través de la atmósfera terrestre, que como un prisma difunde las diversas longitudes de onda a diferentes ángulos.
2. La luna no recibirá todos los colores de la luz (blanco), al estar en la sombra de la Tierra. Al adentrarse en la sombra, recibirá mayoritariamente la longitud de onda roja.

### Más información:

- [Energía luminosa – Luz y color](#)

### Más experimentos

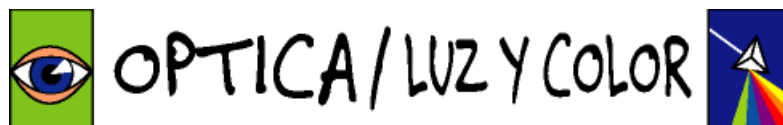
- [Construcción de un prisma](#)
- [Los colores del televisor](#)
- [Atardeceres caseros](#)
- [Arco iris personal](#)

Fuente: Algebra de colores, Paul Doherty, Exploratorium

© Fundación CIENTEC 2002  
página actualizada el 8 de mayo, 2003

Fundación CIENTEC

--> [índice de ciencias](#)



¿Qué es la Física?

[Acústica](#) | [Biología](#) | [Cajas](#) | [Física](#) | [Instrumentos](#) | [Modelos](#) | [Óptica](#) | [Percepción](#) | [Química](#) | [Índice](#)

Los experimentos en esta sección le ayudarán a investigar el mundo de la luz, el color y la óptica.

- [Construcción de una lente de aumento](#)
- [Construcción de un prisma](#)
- [Una moneda que desaparece](#)
- [Los colores del televisor](#)
- [Visión aumentada](#)
- [Atardeceres caseros](#)
- [Arco Iris personal](#)
- [Más experimentos](#)

- La luz se propaga en línea recta
- Cascada de luz
- Lentes de aumento



## Instrumentos para investigar la luz

### Construcción de una lente de aumento

#### Necesita:

- Un frasco transparente con tapa.
- Agua
- Objetos para observar.

#### Montaje:

- Llene el frasco completamente con agua y tápelo bien.
- Colóquelo en posición horizontal.
- Observe objetos a su alrededor a través del frasco transparente.



#### ¿Qué está pasando?

Al pasar la luz por el frasco con agua se refracta. Los rayos se desvían igual que una lente de aumento. Esta lente tiene una distancia focal muy pequeña, por lo que presenta las imágenes invertidas de los objetos que se encuentran un poco alejados del frasco.

¿Qué ocurre si aleja o acerca los objetos al frasco?

#### Contribución de:

Licda. Leda Roldán S.  
Universidad de Costa Rica



### Prisma de agua

#### Necesitas:

- Un espejo
- Una cubeta llena de agua
- Una ventana o rendija por la que entre un rayo de sol
- Una pared blanca o una hoja de papel
- Algún objeto para sostener el espejo inclinado

#### Montaje:

Pon la cubeta con agua frente a la ventana para que entre un rayo de sol dentro de ella. Coloca un espejo inclinado en la cubeta, formando una cuña (prisma) de agua. Busca la proyección del rayo de sol, sobre la pared (figura).

#### ¿Qué sucede?

El rayo de luz incidente se rompe en los colores componentes de la luz blanca al atravesar el prisma de agua encima del espejo. Se refleja en éste atraviesa de nuevo el prisma y sufre una segunda descomposición.

El prisma de agua desvía cada longitud de onda en un ángulo diferente. El rojo posee la longitud de onda más larga y es el que menos se desvía, mientras que el violeta sufre la máxima

desviación. Los colores siempre aparecen en el mismo orden que en un arco iris.

---

## Una moneda que desaparece

### Necesita:

- Una moneda, un vaso y agua

### Montaje:

Se coloca la moneda en el fondo del vaso vacío tal como se indica en la figura A. La luz que sale de la moneda se transmite en línea recta e incide en el ojo. Al bajar un poco la posición del ojo, la moneda desaparece. Al llenar el vaso con agua, la moneda aparece de nuevo (figura B).



### ¿Qué sucede?

Cuando el rayo de luz que proviene de la moneda llega a la superficie que separa el agua del aire, se produce un cambio en la dirección en que se propaga. Como consecuencia de este cambio de dirección, se vuelve a ver la moneda. Este fenómeno se llama refracción de la luz.

### Contribución de:

MBA. Randall Figueroa  
Universidad de Costa Rica

[Menú](#)

---



## La luz se propaga en línea recta

### Necesita:

- 1 lata con una de sus tapas completamente abierta.
- 1 clavo fino y 1 martillo.
- 1 pedazo de papel seda blanco.
- 1 liga de hule pequeña.
- 1 vela encendida.

### Montaje:

Con el clavo y el martillo abra un pequeño agujero en el centro de la tapa que quedó en la lata. Cubra el lado abierto con el papel seda y asegúrelo con la liga. Observe la imagen de la llama a través del papel seda, orientando el agujerito de la tapa hacia la vela. (Lo verá mejor en un cuarto oscuro).

### ¿Qué está pasando?

La imagen de la vela que se forma en papel seda aparece invertida demostrando que la luz viaja en línea recta. Además, podremos ver la imagen de la vela más pequeña o más grande según separemos o aproximemos el agujero a la vela, demostrando que este actúa como una lupa.

---

## Cascada de luz

### Necesita:

- Una botella plástica vacía y limpia
- Clavo y martillo para hacer hueco lateral
- Una linterna
- Agua y un recipiente para recogerla



### Montaje

Hágale el hueco lateral a la botella vacía. Llénela de agua y póngale la tapa. Busque un lugar oscuro. Ilumine la botella desde la posición opuesta al hueco, quítele la tapa, ponga su mano debajo del chorro saliente y disfrute de la "cascada de luz". Usted puede ver la luz en su palma.

### ¿Qué está pasando?

Una parte de la luz emitida es atrapada por el flujo de agua saliente y sigue las curvas de caída. Se ha creado un canal para transmitir luz.

La fibra óptica es otro canal, muy eficiente, de transmisión de luz y datos, por eso en los sistemas modernos de internet se le utiliza en vez del cobre.



## Lentes de aumento

### Necesita:

- Gotas de agua
- Plástico transparente
- Revista o libro
- Gotero (opcional)

### Montaje:

Cubra la revista o libro con lámina plástica o una bolsa transparente estirada y coloque unas gotas de agua sobre la superficie.

Observe que las letras pequeñas vistas a través de la gota se ven aumentadas.

### ¿Qué está pasando?

La gota de agua tiene una superficie redondeada que refracta los rayos de luz, como también lo hacen los lentes de aumento.



## Los colores del televisor

### Ingredientes:

- Gotas de agua
- Un Televisor o un monitor de computadora
- Servilletas u otro material absorbente

### Montaje:

Ponga unas gotitas de agua en la parte superior de



la pantalla y observe la magnificación detallada de los puntos que conforman la imagen. Encontrará puntos de color verde, rojo y azul organizados en algún patrón. La gotita irá cayendo. Atrápela al final con una servilleta.

¿Qué está pasando?

Las gotas funcionan como un lente de aumento. En el caso del televisor podrá ver los puntitos de diferentes colores que juntos componen la imagen. Estos puntos se llaman píxeles. Puede averiguar cómo están organizados los píxeles, si en líneas verticales de colores u otras maneras. En la mayoría de los monitores modernos los puntitos están ordenados en filas por color.



### Visión aumentada

#### Necesita:

- Una tarjeta
- Un alfiler para perforar
- Una lámpara con un bombillo

#### Montaje:

Haga un hueco pequeño en el centro de la tarjeta. Colóquelo frente a su ojo y observe el bombillo a través del huequito. Acérquese y aléjese hasta que pueda apreciar el aumento. Podrá enfocar sobre objetos muy cercanos, pero se reduce mucho la cantidad de la luz que recibe el ojo.

Pruebe examinar otros objetos iluminados, como la pantalla del televisor o la computadora.

#### ¿Qué está pasando?

Con suficiente luz, usted podrá acercarse a los objetos y enfocarlos, cosa imposible normalmente. Esto se debe a que sólo se está usando la parte central del lente del ojo. La reducción de rayos luminosos permite enfocar.

Pruebe el experimento con personas que no pueden enfocar de lejos (miopes) o de cerca. A través de un huequito pequeño sí lo lograrán.

---

## Atardeceres caseros

#### Necesita:

- Un vaso de vidrio grande
- Agua
- Una pared blanca
- Una linterna
- 1 cucharadita de leche

#### Montaje:

Llene 3/4 partes del vaso con agua y colóquelo frente a una pared blanca. Tome la

linterna y dirija el foco de luz a través del vaso.

¿De qué color se ve la luz que llega a la pared?

Ahora agréguele la leche al agua. Mezcle bien y vuelva a dirigir el foco de luz a través de este líquido.

¿Qué color observa en la pared ahora?

### ¿Qué está pasando?

La leche sirve de filtro y no permite que todos los colores presentes en la luz blanca pasen, sólo los anaranjados y rojos llegan a la pared. De manera semejante, la atmósfera de la tierra, con sus humos y partículas de polvo filtra la luz del sol, cuando esta entra de manera inclinada, al atardecer. Esto permite que se vean los celajes.



## Arco iris personal

### Necesita:

- Una manguera con rociador
- Un día soleado

### ¿Qué hacer?

Póngale un rociador a la manguera o sujétela con la mano, de tal manera que el chorro se distribuya en uniformemente.

Párese dando su espalda al sol.

Rocíe el agua hacia el frente y trate de ver el arco iris que se forma en el agua.

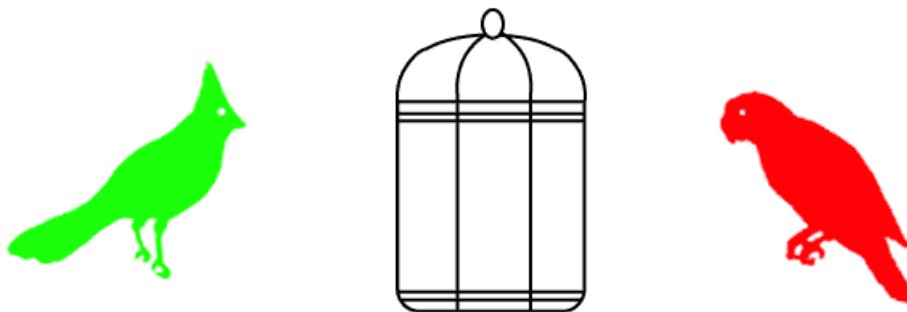
### ¿Que está pasando?

La luz del sol está compuesta por muchos colores. Al pasar la luz por el agua, cada color es refractado de manera diferente, entonces aparecen como colores separados.

**Observe:** Cuando ve un arco iris en el cielo, este siempre se encuentra en dirección opuesta al sol.

# Pájaro en una Jaula

Cuando se cansa su visión cromática, usted puede ver colores que no están realmente allí.



## Para Hacer y Observar

Mire fijamente el ojo del papagayo rojo mientras cuenta lentamente hasta 20, luego mire inmediatamente un solo punto en la jaula vacía. La imagen débil y fantasmal del pájaro azul verdoso aparecerá en la jaula.

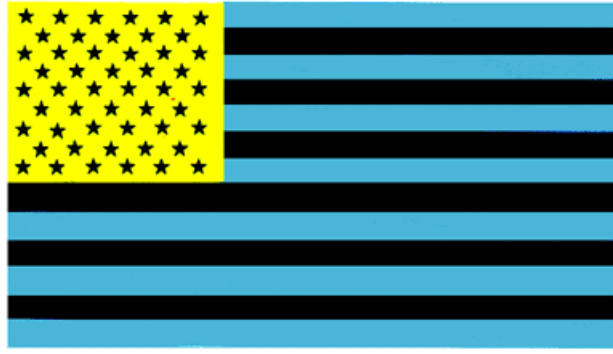
Intente hacer lo mismo con el cardenal verde. En la jaula aparecerá la figura débil de un pájaro color magenta.

## ¿Qué Sucede?

Los pájaros fantasmales que ve aquí se denominan imágenes secundarias. Una imagen secundaria es una imagen que permanece incluso después que usted haya dejado de mirar el objeto. La parte posterior del ojo está cubierta por células fotosensibles, llamadas conos, que sólo son sensibles a algunos colores de la luz. Cuando se queda mirando fijamente el pájaro rojo, sus células sensibles al rojo comienzan a cansarse y pierden su sensibilidad. De esta forma, cuando cambia repentinamente la mirada al fondo blanco de la jaula, usted ve el blanco menos rojo en los lugares donde las células sensibles al rojo se han fatigado. La luz blanca menos la luz roja es luz azul verdoso. Es por esta razón que la imagen secundaria que ve es azul verdoso en la forma de un papagayo. Lo mismo sucede cuando mira fijamente el pájaro verde, sin embargo, esta vez son los sensores sensibles al verde los que se fatigan. Blanco menos luz verde es luz magenta, de modo que ve la imagen secundaria como un cardenal magenta.

## Más Para Hacer y Observar

Mire la bandera por 15 segundos, luego baje la mirada al espacio en blanco que aparece más abajo. Observe cómo aparece la imagen fantasmal de las familiares "estrellas y franjas". Al igual que el Pájaro en una jaula, esta imagen secundaria se produce debido a que el rojo, blanco y azul son los colores complementarios del cian, negro y amarillo.



Producido originalmente en 1994 por Cija Briegleb y Zach Waller, estudiantes del departamento de Diseño Conceptual y de Artes de la Información de San Francisco State University. Comuníquese con [zwaller@sfsuvox1.sfsu.edu](mailto:zwaller@sfsuvox1.sfsu.edu) para obtener mayor información.

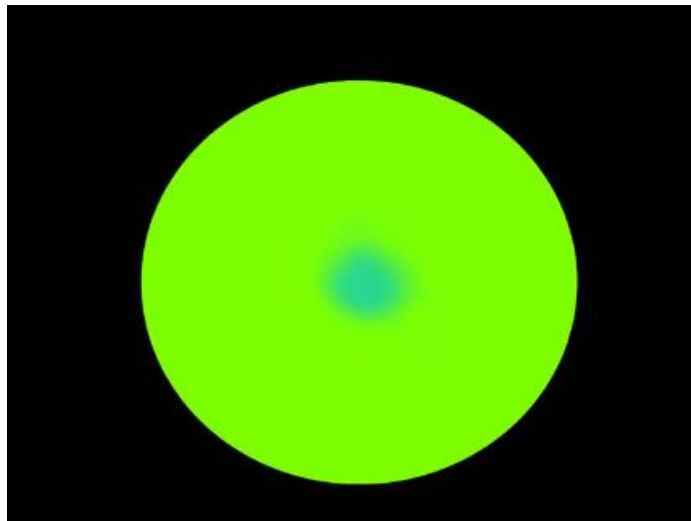
©1994-1999

exploratorium

Exposición  
en Línea

## Desvanecimiento Del Punto

Si mira fijamente este punto por algunos momentos, éste desaparece.



### Para Hacer y Observar

Ubíquese a un metro de distancia del punto y mírelo fijamente por un rato sin mover sus ojos o su cabeza. El punto se desvanecerá gradualmente en el campo verde. Algunas personas encuentran que el punto se desvanece más rápido si se quedan mirando fijamente el borde del cuadrado. Tan pronto como mueva su cabeza o sus ojos, observará que el azul reaparece.

### ¿Qué Sucede?

Aunque usted no está consciente de ello, su ojo siempre

está realizando pequeños movimientos nerviosos. Cada vez que el ojo se mueve, recibe nueva información y la envía a su cerebro. Usted necesita esta nueva información en forma constante para poder ver imágenes.

Usted puede haber notado que aunque el punto se desvanece casi todo lo demás en su campo visual permanece claro. Esto se debe a que todo lo demás que usted mira tiene bordes definidos.

Producido originalmente en 1994 por Cija Briegleb y Zach Waller, estudiantes del departamento de Diseño Conceptual y de Artes de la Información de San Francisco State University. Comuníquese con [zwaller@sfsuvax1.sfsu.edu](mailto:zwaller@sfsuvax1.sfsu.edu) para obtener mayor información.

## M o n a

### **Para Hacer y Observar**

Mire estas dos imágenes invertidas de la Mona Lisa.

Luego, mire abajo las Monas Lisas en posición correcta.



### ¿Qué Sucede?

Usted probablemente reconoció la Mona Lisa inmediatamente, incluso invertida. Las dos Monas Lisas invertidas pueden verse extrañas (una tal vez más extraña que la otra), pero al ponerlas en la posición correcta, una se ve normal y la otra grotesca. ¿Por qué se produce esta sorprendente diferencia?

Debido a que un rostro invertido no es un punto de vista familiar, usted puede no haber notado que una de estas imágenes ha sido alterada. En la foto del lado derecho, los ojos y la boca de la Mona Lisa han sido invertidos. Sólo cuando las fotos se ubican en la posición correcta, y la vista es más familiar, que es posible apreciar la verdadera distorsión.

### Hágalo Usted Mismo

Debido a que usted obviamente está usando una computadora para ver esto, es posible que tenga acceso al software de procesamiento de fotografías y hardware de captura de imágenes. Intente capturar su propio rostro e invertir los ojos y la boca.

### Película de la Mona

La exposición en el Exploratorium posee imágenes montadas en discos giratorios. (Nuestra versión también muestra imágenes de Vanna White, pero no quisimos reclamar los derechos de autor...). Se nos ha dicho que este efecto es más fácil de ver si la imagen gira en vez de ver las imágenes fijas que aparecen arriba. Si prefiere ver la imagen de la Mona girar 180 grados en una película formato QuickTime o MPEG, haga clic en el icono que aparece



Nuestras  
Leonardo  
por la  
de su obra

[Película de la Mona  
Lisa \(formato  
QuickTime\) \(260K\)](#)

[Película de la Mona Lisa  
\(formato MPEG\) \(254K\)](#)

disculpas a  
da Vinci  
profanación  
maestra.

