

Lidia Camacho Espinosa 1º A

Mercedes Muñoz Álvarez 1º A

Lucía Sánchez Expósito 1º A

## ¿CÓMO VEMOS? EL COLOR LUZ.

*“El color es en general un medio para ejercer una influencia directa sobre el alma. El ojo es el martillo templador. El alma es un piano con muchas cuerdas. El artista es la mano que, mediante una tecla determinada, hace vibrar el alma humana.”*

*Wasily Kandinsky.*

Uno de los objetivos de esta asignatura es conocer distintos sistemas de percepción y generación cromática. En este sentido planteamos este trabajo, con el que pretendemos reflexionar sobre qué es el color luz, qué vemos y cómo vemos el color. Lo exploramos a continuación.

### 1. ¿Qué es el color?

#### 1.1. Definición de color y diferencia entre color pigmento y color luz.

El **color** es una sensación que producen los rayos luminosos en los órganos visuales y que es interpretada en el cerebro.

Ahora bien, ¿existe tan solo un significado de color?

La respuesta es no. Podemos encontrar dos significados totalmente diferentes para el concepto de color.



**Figura 1**

La primera definición es la de **color pigmento**, es decir, sustancias coloreadas o lo que realmente deberíamos llamar como pigmentos cromáticos. Los pigmentos cromáticos se obtienen mediante la unión química de pigmentos, o lo que es lo mismo, mediante la **sustracción (mezcla sustractiva)** de pigmentos, a diferencia del color luz que se produce mediante la **adición de luces**.

La segunda definición correspondería al ya mencionado anteriormente, **color luz**. Es un conjunto de percepciones del ojo estimuladas por diferentes longitudes de onda luminosas, específicas de cualquier materia. Se produce mediante la **adición** y la mezcla de luces.



**Figura 2 ->**

Todo lo que no es luz directa, es luz reflejada en un objeto. Para el pintor y para el físico, hay tres colores básicos o primarios, que sirven para designar el resto de los colores. Según esto, podemos diferenciar dos síntesis distintas que atienden a los dos tipos de color explicados anteriormente. La síntesis aditiva y la síntesis sustractiva.

La **síntesis sustractiva** se corresponde con el color pigmento. Se basa en la teoría de que al mezclar los tres colores primarios (cian, magenta y amarillo), se pueden obtener el resto de colores. Si mezclamos los pigmentos atendiendo al modelo CYMK (cian, amarillo, magenta y negro) podemos obtener el color negro.



**Figura 3**

La **síntesis aditiva** pertenece al color luz. Se basa en la teoría de que a partir de una variación de intensidad de las luces de color azul, color verde y color rojo (RGB), se puede obtener por mezcla una diversidad de colores y el blanco.

El principio de síntesis aditiva lo vemos aplicado en las pantallas de televisores, monitores y programas de diseño.

## 2. ¿Qué vemos?

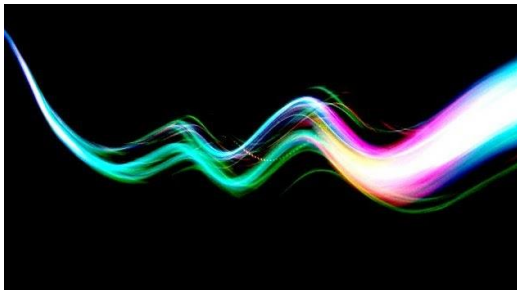
Sencillamente, es luz todo lo que vemos. Vemos objetos en determinadas condiciones de iluminación. Lo que vemos es la luz que desprenden esos objetos. Así es que si un objeto no tiene luz, no lo vemos. Por tanto, pueden existir cosas que no sean vistas y tengan existencia real.



Figura 4

### 2.1 Definición de luz.

Se llama **luz** (*del latín lux, lucis*) a la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano. En física, el término luz se usa en un sentido más



amplio e incluye todo el campo de la radiación conocido como “espectro electromagnético”, mientras que la expresión luz visible se refiere específicamente a la radiación en el espectro visible.

Figura 5

La óptica es la rama de la física que estudia el comportamiento de la luz, sus características y sus manifestaciones.

En definitiva, la luz está formada por energía electromagnética en forma de ondas y de carácter ondulatoria, que produce determinados efectos que son percibidos de manera distinta por nuestros ojos, o más concretamente retina.

### 2.2 Experiencia de Isaac Newton: descomposición de luz blanca en los colores del espectro solar.

La naturaleza de la luz ha fascinado siempre a los científicos. **Isaac Newton**, el científico más creativo y completo que ha dado la Historia, en **1667** presentó ante la *Royal Society* su experimento sobre la descomposición de la luz solar.

En aquella época dominaba la idea de Descartes de que la luz estaba compuesta por pequeños corpúsculos. Los colores eran la mezcla de luz y oscuridad, en distintas proporciones. Antes que Newton, Descartes ya intentó descomponer la luz, pero sólo logró obtener los colores rojo y azul.

Newton empleó un par de **prismas de vidrio**. Preparó una estancia en total oscuridad. Sólo a través de un agujero en la ventana entraba un rayo de luz solar. Colocó el prisma delante del rayo de luz, de modo que lo atravesara y reflejara la luz en la pared opuesta, a 7 metros de distancia. En la pared aparecían los colores del arco iris de forma alargada, uno sobre otro.

Figura 6 ->

Isaac Newton  
(1666)



Cabían entonces dos posibilidades. O bien el prisma daba color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores y el prisma se limitaba a descomponerla. Para comprobarlo, utilizó el **segundo prisma**. Tras la luz descompuesta en colores colocó otra pantalla con un agujero, a unos 3 metros. Por este agujero fue haciendo pasar los colores de uno en uno. De modo que, detrás de la pantalla, sólo podía verse el color elegido. Por ejemplo, el rojo. Una vez aislado un color, lo hacía pasar a través del segundo prisma y lo reflejaba en otra pared.



Figura 7

- **Como curiosidad...** El artista George Hardie diseñó la cubierta del álbum de Pink Floyd "The dark side of the moon" en 1973 basándose en el experimento de Newton para crear expectación e incertidumbre.

### 2.3 Relación entre colores y tipos de ondas electromagnéticas.

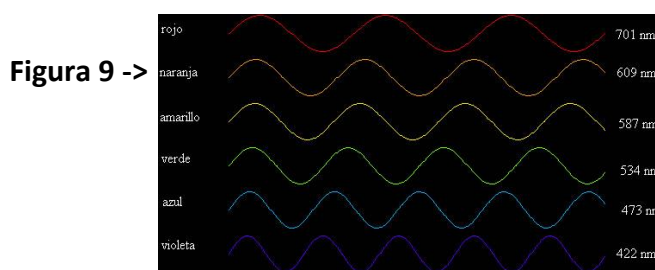
Existen distintos tipos de ondas electromagnéticas. Las ondas radio, las microondas, las infrarrojas, la luz visible, la ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma.

La luz visible es la pequeña parte del espectro electromagnético a la que es sensible el ojo humano. Las longitudes de onda que corresponden a los colores básicos expresadas en nanómetros (nm) son:

LONGITUD DE ONDA	MATIZ
400- 450 nm	violeta
450- 500 nm	azul
500- 570 nm	verde
570- 590 nm	amarillo
590- 620 nm	anaranjado
620- 700 nm	rojo

Figura 8

De esta manera, las ondas tendrían un aspecto esquemático parecido al siguiente:



### 2.3.1 Partes de una onda.

Cada onda se propaga de manera diferente y tiene una altura y amplitud distinta. Esto no significa que las ondas tengan color sino que están representadas así para que las podamos comprender.

Una onda está compuesta de dos partes. La amplitud de onda y la longitud de onda

La **longitud de onda ( $\lambda$ )** es la distancia que recorre el pulso mientras un punto realiza una oscilación completa. Es la distancia que separa dos puntos máximos de una onda.

La **amplitud de onda ( $A$ )** es la máxima altura que alcanza la onda.

El **ciclo u oscilación** es el recorrido de cada partícula desde que inicia una vibración hasta que vuelve a la posición inicial.

El **periodo ( $T$ )** es el tiempo en el que una partícula realiza una vibración (oscilación) completa.



Figura 10

La **frecuencia (f)** es el número de oscilaciones de la partícula vibrante por segundo.

### 2.3.2 Relación entre la longitud de onda y la amplitud de onda con los conceptos de brillo y matiz de un color (ejemplos visuales).

Existe una relación entre la **longitud de onda** con el **matiz de un color** y entre la **amplitud de onda** con el **brillo de un color**, de tal manera que a mayor amplitud de onda mayor brillo. Si la amplitud de onda disminuye, el color tiene menos luz o brillo, es más oscuro y pierde saturación. Dependiendo de la longitud de onda, obtendremos un matiz u otro. Esto se explica a continuación con estas imágenes esquemáticas.

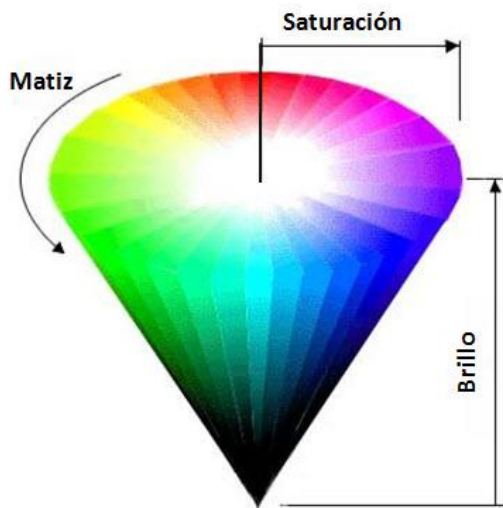


Figura 11



Figura 12

### 3. ¿Cómo vemos?



Figura 13

#### 3.1. Luces saturadas e insaturadas

¿Qué entendemos por luces saturadas? Pues bien, hemos visto anteriormente que la luz al pasar por un prisma se descompone en diferentes luces y dichas luces desprenden ondas electromagnéticas con distintas longitudes de onda.

Cuando una luz tiene una gran longitud de onda estamos hablando de luces saturadas. Son la luz roja, verde y azul (RGB)

Figura 14 ->



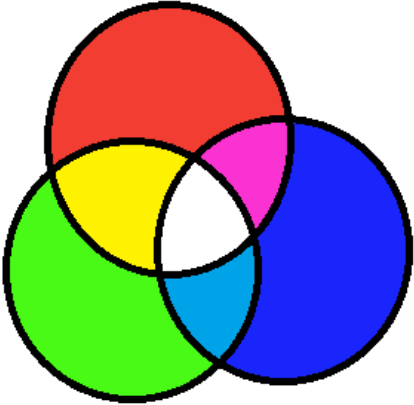
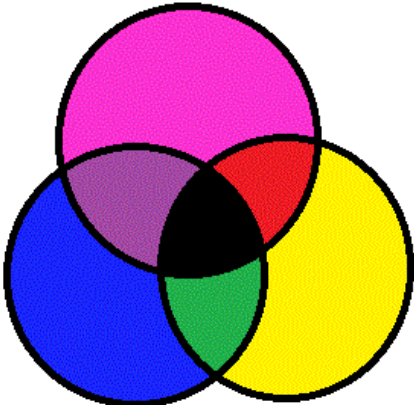


Mientras que cuando tiene una baja amplitud de onda estamos hablando de “luces insaturadas”. Comprendería toda la gama de grises hasta el negro.

¿Qué pasa con la luz blanca? El blanco es el resultado de la mezcla de luces con gran amplitud de onda.

### 3.1.1. Mezclas aditivas y mezclas sustractivas.

A continuación vamos a exponer las principales diferencias entre:

Mezcla aditiva	Mezcla sustractiva
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclamos luz</li><li>• Las luces primarias son el rojo, verde y azul.</li></ul>  <p data-bbox="229 1420 778 1509">La mezcla de todas las luces nos da la luz blanca.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclamos pigmentos</li><li>• Los colores primarios son el magenta, cian y amarillo.</li></ul>  <p data-bbox="807 1447 1394 1536">Con la mezcla de todos los pigmentos obtenemos el negro.</p>

Por lo tanto no hay que confundirlas ya que cuando hablamos de mezcla aditiva estamos hablando de una “unión lumínica” y cuando hablamos de mezcla sustractiva nos referimos a una “unión química”.



### 3.2. ¿Qué ocurre cuando llega la luz al objeto?

Vamos ahora con algo de física. Un objeto, está formado por átomos y cada átomo contiene electrones, neutrones y protones. Cuando la luz llega al objeto, esta intenta llegar al núcleo atravesando sus diversas capas de electrones. Algunas luces pueden llegar al núcleo, pero otras no; son reflejadas porque no pueden atravesar todas las capas de electrones.

Por tanto, el color que vemos es, en realidad, el la luz que refleja ese objeto -luz que no ha podido ser absorbida por él.



**Figura 15**

Pongamos un ejemplo. Cuando la luz llega a la naranja, esta refleja la luz que no ha podido absorber.

¿Qué pasa con el negro?

**Figura 16 ->**



El negro es el resultado de mezclar todos los pigmentos primarios en igual proporción, la luz es absorbida en su totalidad.

Es por eso que cuando vestimos de negro en un día soleado la ropa negra se calienta más ya que absorbe todos los rayos del sol.

Vamos a poner otro ejemplo, si la luz se proyecta sobre un espejo, toda la luz es reflejada, ya que las capas de los electrones son muy densas.

Pero si estamos hablando de un objeto transparente como puede ser una pompa de jabón, un trozo de vidrio o una lente curvada pasará lo mismo que le pasó a Newton, la luz se fragmentará en colores.

#### 4. ¿Qué mecanismos seguimos para determinar el color?

Sabemos que nuestro ojo no puede percibir todos los colores existentes.

**¿Sabías que?** si existe un animal que puede percibirlos en su mayoría, es el camarón-mantis o **stomatopodo** que puede percibir entre **11 y 12 colores primarios**.



Figura 17 ->

**4.1 Breve descripción de las partes del ojo que intervienen en la captación de luz: los conos y los bastones y su funcionamiento.**

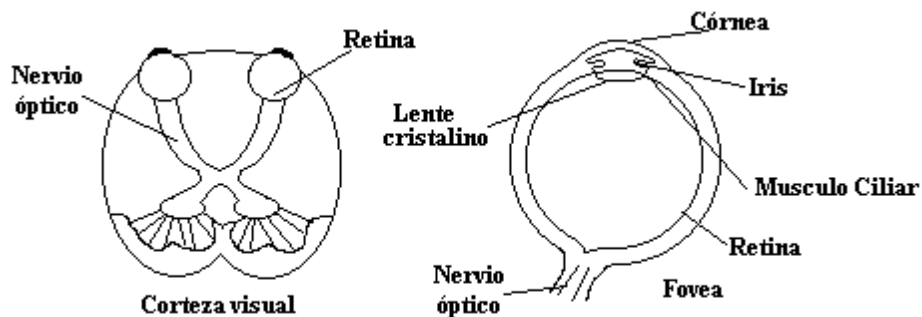


Figura 18.

La imagen anterior nos señala las partes básicas del proceso de visión. Algunas de las funciones de sus partes son importantísimas a la hora de captar el color. El iris controla la cantidad de luz que entra en el ojo. La lente o cristalino enfoca la imagen sobre la retina. La retina contiene unas células llamadas conos y bastones, los cuales realizan la transformación de energía luminosa a impulsos eléctricos. Los conos son altamente sensibles al color por lo que se usan para captar el tono de las cosas o matiz. Los bastones proporcionan una imagen general del campo de visión, son sensitivos a niveles bajos de iluminación por lo que se dedican a captar el brillo del color. (M.A. Fischler, 1987). Por eso para ver mejor en sitios de poca iluminación es mejor no fijar la

vista, si fijamos la vista el ojo enfoca la luz, donde hay más concentración de conos teniendo menos sensibilidad que los bastones. Sin embargo si no fijamos la vista, el mecanismo de visión capta de manera periférica formada por los bastones, estos más sensibles a la luz y por ello percibimos una mejor imagen.

Resumiendo, los bastones son más numerosos que los conos, más concretamente son responsables de la visión del brillo. Los conos no responden a la luz tenue pero son responsables de nuestra capacidad para observar el tono o matiz del color. (*Ojo, cerebro y vision/David H.Hubel, 2000*).

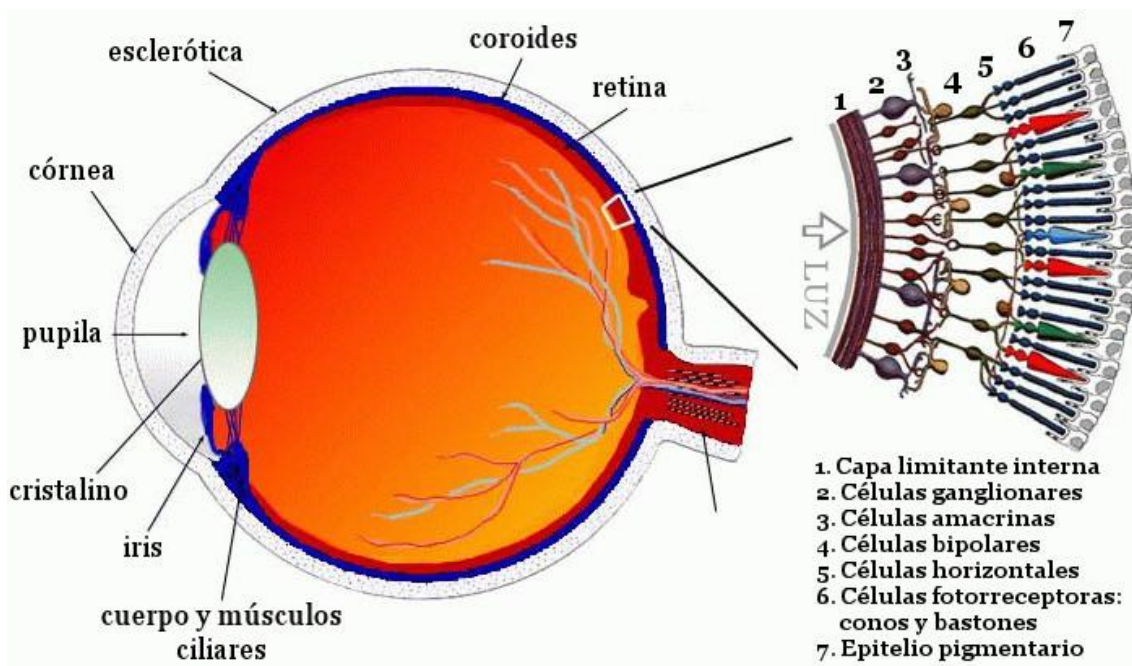


Figura 19

Los bastones y los conos tienen una estructura básica similar, los fotorreceptores son alargados tienen un cuerpo celular donde se encuentra el núcleo, y dos expansiones externa e interna con varios dominios morfológicos para realizar las funciones específicas.

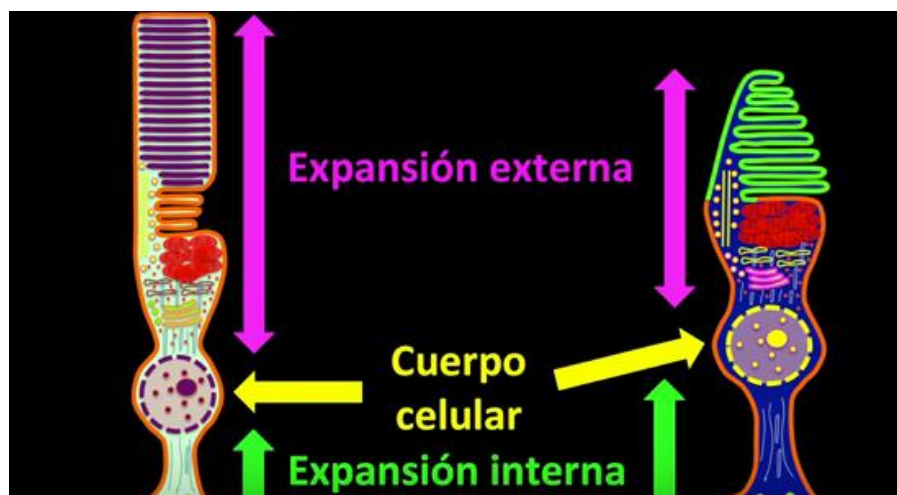


Figura 20

En el cuerpo celular se encuentra el núcleo que es más grande en los conos que en los bastones, el segmento externo es el que diferencia los conos de los bastones contiene los pigmentos visuales por ello es la porción sensible a la luz, dentro de este se encuentra una proteína llamada opsina.

En los conos la sustancia fotosensible se llama iodopsina, que se degrada en función de la longitud de la onda, por lo que detecta el matiz. En los bastones esta sustancia se llama rodopsina, y se degrada en función de la amplitud de la onda, por lo que detecta el brillo.

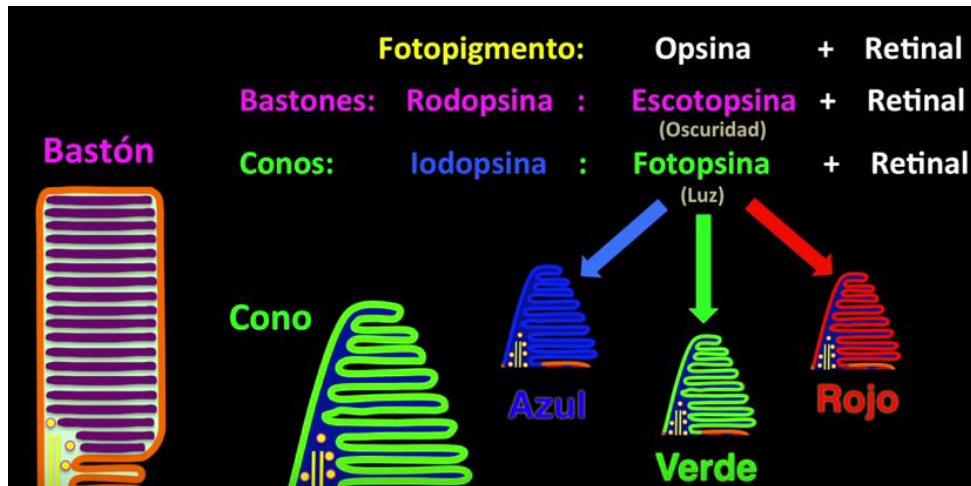


Figura 21

#### 4.1.1 Teoría tricromática del color.

### Teoría tricromática

Existen tres tipos de receptores para la percepción de los colores.

Por tanto, los colores se pueden representar en un espacio tridimensional.

Otros animales no son tricromáticos.

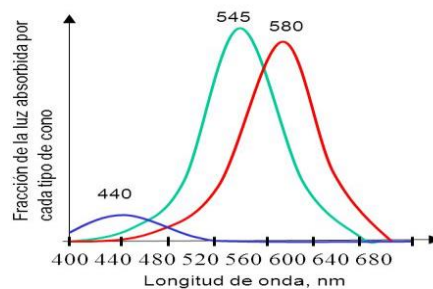


Figura 22

La **teoría tricromática** de la visión del color explica cómo los seres humanos son capaces de ver colores diferentes. La teoría tricromática explica con éxito cómo funciona la visión del color.

De acuerdo con la Enciclopedia Británica, la teoría tricromática se propuso por primera vez alrededor de 1801 por el físico inglés Thomas Young, se refina unos 50 años más tarde por el científico alemán Hermann von Helmholtz. Young propuso por primera vez que la visión del color era el resultado de la acción de 3 receptores de color diferentes. Helmholtz descubrió más tarde que se necesitan 3 **longitudes de onda** de la luz para crear diferentes colores.

De acuerdo con la Enciclopedia Británica, se realizaron experimentos que permitieron a los participantes manipular la luz. Los participantes recibieron una muestra de color para que coincidieran mediante la alteración de 3 diferentes longitudes de onda de la luz. Los resultados del experimento demostraron que cuando 2 longitudes de onda fueron utilizadas, los colores no podían ser igualados. Sin embargo, cuando se utilizaron 3 longitudes de onda, el color sí pudo ser igualado.

No fue sino hasta 1965 que la investigación innovadora reveló que hay 3 tipos de colores sensibles a las células de conos en la retina del ojo humano que corresponden a los colores **rojos, verde y azul** detectores sensibles.

Los resultados de muchos experimentos condujeron a la formación de la teoría de Young-Helmholtz de visión del color. Esta teoría concluye que existen tres tipos de conos, que degradan su iodopsina si reciben distintos tipos de ondas:

- Unos se degradan con onda larga (larga: 550 a 750nm: rojos)
- Otros con onda media (larga: entre 400 y 600nm: verdes)
- Otros con onda corta (larga: entre 350 y 500nm: azules)

En realidad estas células no responden de forma independiente unas de otras, están como "soldadas". Esto es la teoría tricromática del color: es decir: la mezcla de las respuestas que dan estos tres receptores es la que produce el resto de los colores.

**¿Sabías que?** Esta teoría allanó el camino para la comprensión de la ceguera al color...

La existencia de varios tipos de daltonismo puede explicarse como la falta de función de uno o más conjuntos de las células de conos. Si un conjunto de conos no está funcionando correctamente, se produce dicromatismo (**Daltonismo**).

## BIBLIOGRAFÍA DE LAS FIGURAS.

Figura 1. <https://pequiniski.files.wordpress.com/2014/11/los-colores7.jpg>

Figura 2. [http://www.profesorenlinea.cl/imagenartes/colorestudiodel\\_image001.jpg](http://www.profesorenlinea.cl/imagenartes/colorestudiodel_image001.jpg)

Figura 3.

[http://lucesyombras.bligoo.es/media/users/16/824981/images/public/147678/sintesis\\_aditiva\\_del\\_color.png?v=1320436559230](http://lucesyombras.bligoo.es/media/users/16/824981/images/public/147678/sintesis_aditiva_del_color.png?v=1320436559230)

Figura 4.

[https://www.google.es/search?q=QUE+VEMOS&biw=1242&bih=585&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMIzLn7h4n5yAIVCU4UCh01DQrn#tbn=isch&q=FOTOS+DE+AMANECER&imgsrc=H - bR0Z9ZyoM%3A](https://www.google.es/search?q=QUE+VEMOS&biw=1242&bih=585&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIzLn7h4n5yAIVCU4UCh01DQrn#tbn=isch&q=FOTOS+DE+AMANECER&imgsrc=H - bR0Z9ZyoM%3A)

Figura 5. [https://encrypted-](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTIB7FBCAu0qopriiXf0YbqYRjpxf APxIVQO4Fbph-xuvAP8s-)

[tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTIB7FBCAu0qopriiXf0YbqYRjpxf APxIVQO4Fbph-xuvAP8s-](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTIB7FBCAu0qopriiXf0YbqYRjpxf APxIVQO4Fbph-xuvAP8s-)

Figura 6. <https://charlespaolino.files.wordpress.com/2010/02/newton-1.jpg>

Figura 7. <https://charlespaolino.files.wordpress.com/2010/02/newton-1.jpg>

Figura 8.

[http://1.bp.blogspot.com/\\_wbytmY1bcz4/TPIzNx6ROSI/AAAAAAAAAOo/jHs5HZgqiWY/s1600/Dibujo3.bmp](http://1.bp.blogspot.com/_wbytmY1bcz4/TPIzNx6ROSI/AAAAAAAAAOo/jHs5HZgqiWY/s1600/Dibujo3.bmp)

Figura 9. [http://astroverada.com/\\_/Graphics/Extras/wave.GIF](http://astroverada.com/_/Graphics/Extras/wave.GIF)

Figura 10. <http://image.slidesharecdn.com/ondas-120324215013-phpapp02/95/ondas-18-728.jpg?cb=1333511146>

Figura 11 y 12.

[http://www.desarrolloweb.com/articulos/images/disenio/5/tipos\\_4.gif](http://www.desarrolloweb.com/articulos/images/disenio/5/tipos_4.gif)

Figura 13. <http://www.personarte.com/images/colores/darkside.jpg>

Figura 14.

[https://www.google.es/search?q=imagen+prisma+de+isaac+newton&espv=2&biw=1242&bih=585&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMIs4voto75yAIVRbYUCh3NNwZ4#tbn=isch&q=colores+luz&imgsrc=I-UgVxZy3IrISM%3A](https://www.google.es/search?q=imagen+prisma+de+isaac+newton&espv=2&biw=1242&bih=585&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIs4voto75yAIVRbYUCh3NNwZ4#tbn=isch&q=colores+luz&imgsrc=I-UgVxZy3IrISM%3A)

Figura 15. Fotografía realizada por Mercedes Muñoz Álvarez, en la cocina de su casa. 20.10.2015.

Figura 16. Figura geométrica obtenida de Microsoft Word.

Figura 17. <http://durabite.net/teoria-del-color-megapost/>



Figura 18. <http://www.ub.edu/pa1/node/57>

Figura 19. <http://www.blogodisea.com/wp-content/uploads/2012/07/partes-ojo-retina-celulas.jpg>

Figuras 20 y 21. <https://www.youtube.com/watch?v=LeFvR-6kc>

Figura 22. [http://images.slideplayer.es/13/4056144/slides/slide\\_9.jpg](http://images.slideplayer.es/13/4056144/slides/slide_9.jpg)

## **BIBLIOGRAFÍA.**

<http://definicion.de/color/>

<http://www.fotonostra.com/grafico/colorluzpigmento.htm>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Luz>

<http://www.astromia.com/astronomia/newtonluz.htm>

<http://es.slideshare.net/eukenes/1-el-color-1-dimensiones-del-color>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0504-01/tipos-ondas.html#rayosgamma>

[http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasba  
chillerato/ondasCaract/ondas-Caract\\_indice.htm](http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasba<br/>chillerato/ondasCaract/ondas-Caract_indice.htm)

[http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena4/2q4\\_contenidos\\_1c.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena4/2q4_contenidos_1c.htm)

“El manual del color para el artista”, Simon Jennings, editorial BLUME, Barcelona 2003.

<http://durabite.net/teoria-del-color-megapost/>

<https://www.youtube.com/watch?v=LeFvR-6kc>

<http://www.ub.edu/pa1/node/57>

[http://www.ehowenespanol.com/teoria-tricromatica-vision-colores-sobre\\_77631/](http://www.ehowenespanol.com/teoria-tricromatica-vision-colores-sobre_77631/)

<http://durabite.net/teoria-del-color-megapost/>

<https://www.youtube.com/watch?v=LeFvR-6kc>

<http://www.ub.edu/pa1/node/57>

[http://www.ehowenespanol.com/teoria-tricromatica-vision-colores-sobre\\_77631/](http://www.ehowenespanol.com/teoria-tricromatica-vision-colores-sobre_77631/)