

## *Visión de Color*

### COLOR

**Podemos distinguir e identificar objetos**

**Esta “característica” del objeto es estable?**

**¿Le “pertenece” al objeto?**

**¿Cómo pueden ser representadas en forma eficiente en el cerebro??**

## ¿QUÉ SERÍA DE NOSOTROS SIN EL COLOR?



Imagen  
acromática

## ¿QUÉ SERÍA DE NOSOTROS SIN EL COLOR?



Imagen  
cromática



Imagen  
acromática

Podríamos vivir sin él, con el contraste de luminancias  
relación entre claridades- seria suficiente pero... mas difícil

De hecho el color, no es una experiencia universal, los seres del mundo animal tienen sistemas visuales diferentes a los nuestros, inclusive hay personas con deficiencias cromáticas

Un color puede tener diferentes significados para diferentes personas.



## *¿Para qué sirve el color?*

En general es un elemento de segregación de objetos:

- en el mundo natural, es necesario para la supervivencia, camuflaje, alimentación, indicación de peligro, cuando el contraste de claridad no es suficiente o, para llevar a cabo tareas de búsqueda.
- en el hábitat construido es un elemento de segregación con fines diferentes, señalización, separación de espacios, decoración, envío de mensajes.





Monet, 1873

El color **solo** se percibe a través del sistema visual, a diferencia de otras características de un objeto como la forma y el tamaño.

## DEFINICIÓN DE COLOR

Aspecto de la radiación visible que permite a un observador distinguir entre dos campos que tienen el mismo tamaño y la misma forma.

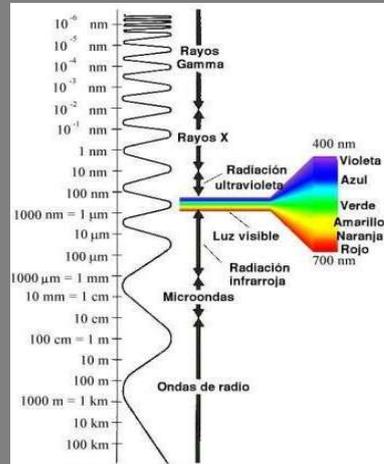
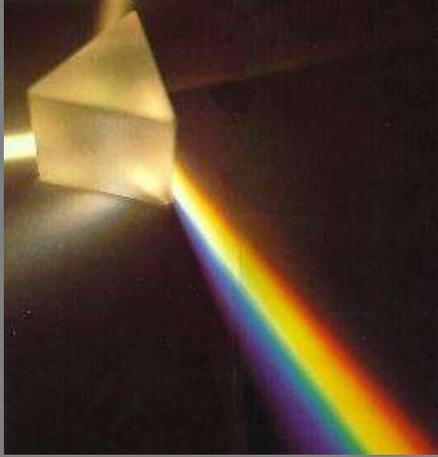


### Veamos estas afirmaciones...

En general se asocia el color a la longitud de onda,  
¿es correcta esta asociación?

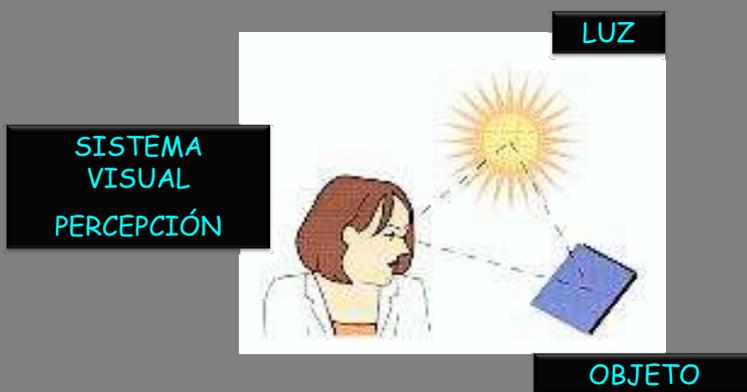
- ✓ Se puede ver un color sin la presencia de la longitud de onda,  $\lambda$ , correspondiente?
- ✓ Un color asociado a una  $\lambda$  presente puede no verse?
- ✓ Se pueden ver colores que no tienen  $\lambda$ ?
- ✓ Se puede ver un mismo objeto de distinto color?

## Composición espectral de la luz

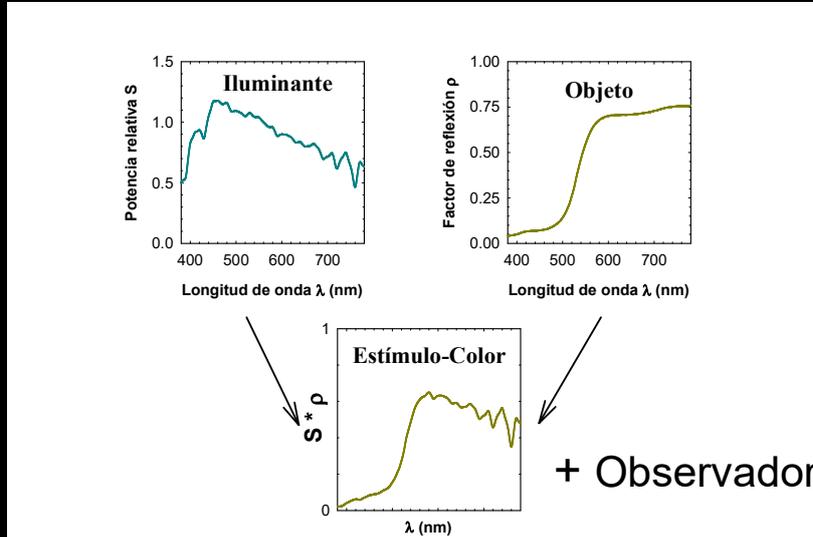


## ELEMENTOS CONDICIONANTES DEL COLOR

### Percepción del color

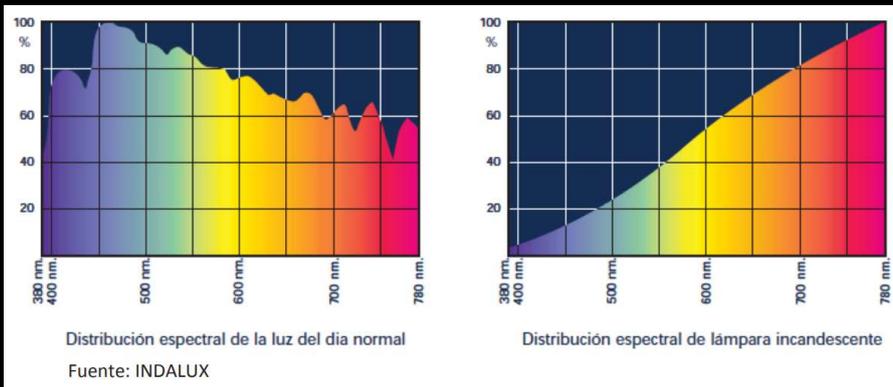


## ELEMENTOS CONDICIONANTES DEL COLOR



## ELEMENTOS CONDICIONANTES DEL COLOR

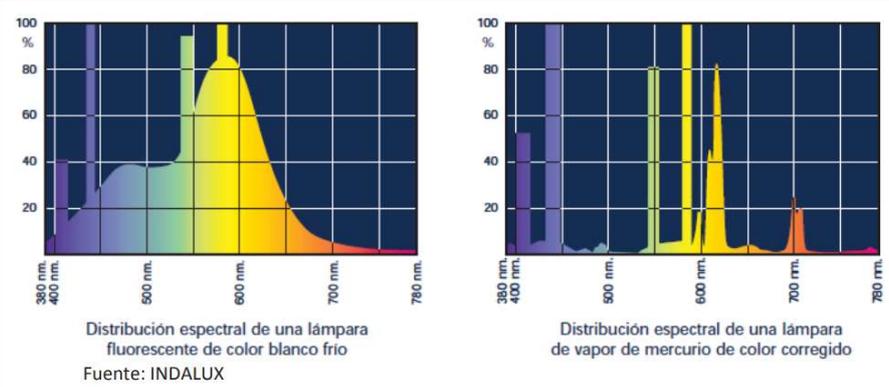
### FUENTES DE LUZ



# ELEMENTOS CONDICIONANTES DEL COLOR

## Fuentes de luz

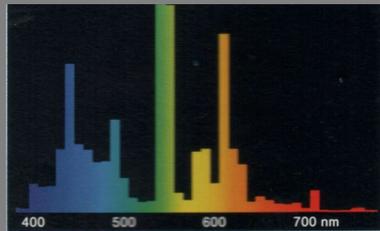
Espectro de emisión (Distribución de Potencia Espectral, SPD)



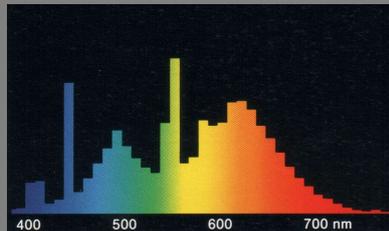
# COMPOSICIÓN ESPECTRAL DE FUENTES DE LUZ



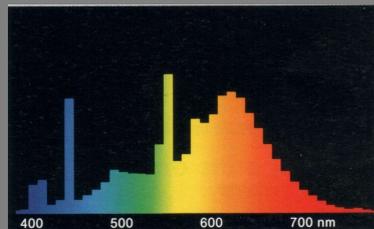
TFL tri-banda luz día



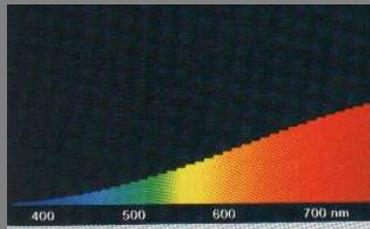
TFL tri-banda blanco cálido

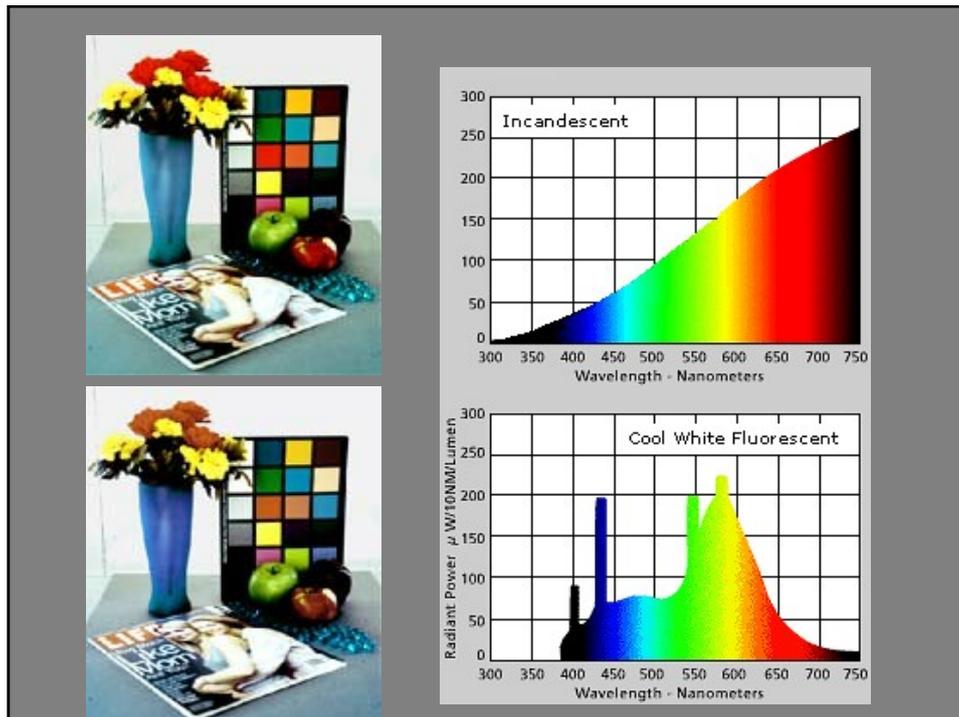


TFL tri-banda blanco neutro



Lámpara incandescente





## EL COLOR DEPENDE DE:

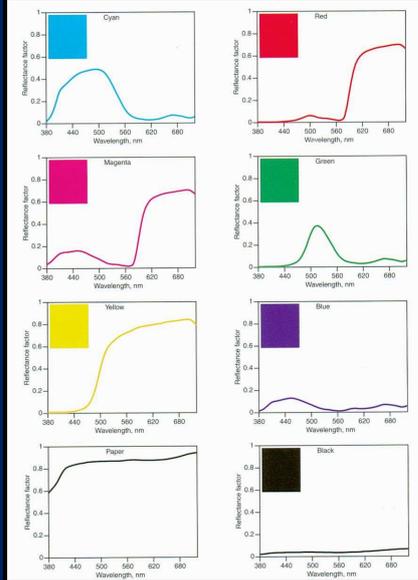
- La distribución espectral de la fuente de luz que ilumina el objeto
- La distribución espectral de la reflectancia de la superficie iluminada o de la transmitancia en caso de un filtro
- Del procesamiento que hace el sistema visual humano de la información que llega

# Elementos condicionantes del color

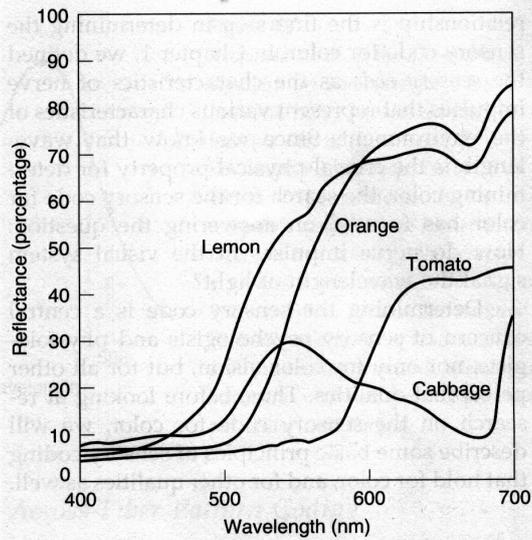
## Objeto

Curvas de reflectancia y transmitancia espectral:

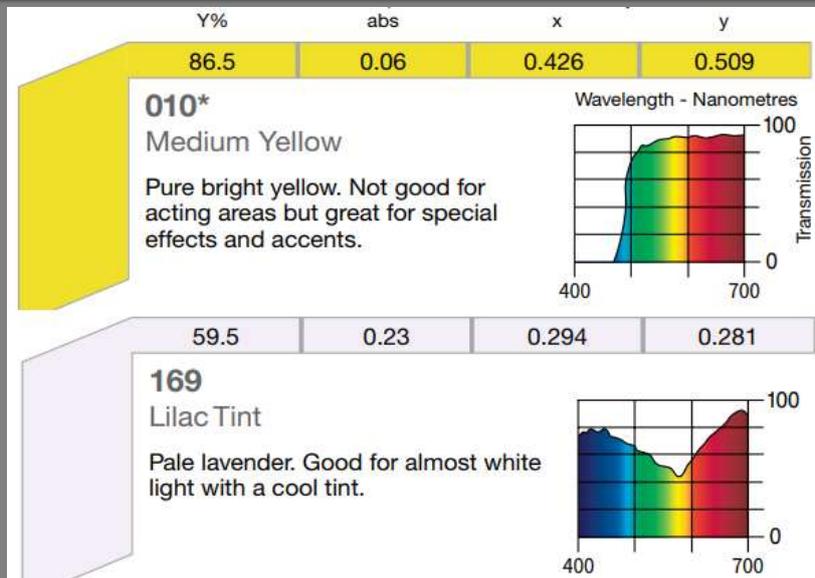
Describen el efecto de un objeto sobre la luz



## EL COLOR DEPENDE DE LA REFLECTANCIA ESPECTRAL DEL OBJETO



## EN UN FILTRO DE COLOR INTERESAN LAS CURVAS DE TRANSMITANCIA ESPECTRAL



El color depende de:

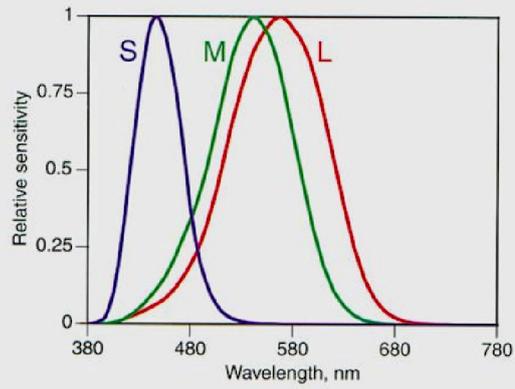
- La distribución espectral de la fuente de luz que ilumina la imagen
- La distribución espectral de reflectancia de la superficie iluminada o de transmitancia en caso de un filtro
- Del procesamiento que hace el sistema visual humano de la información que llega

# Elementos condicionantes del color

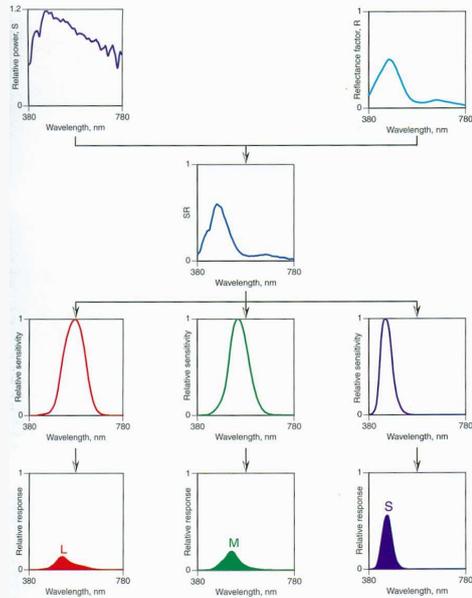
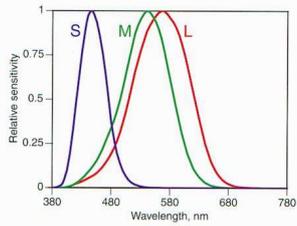
## Observador



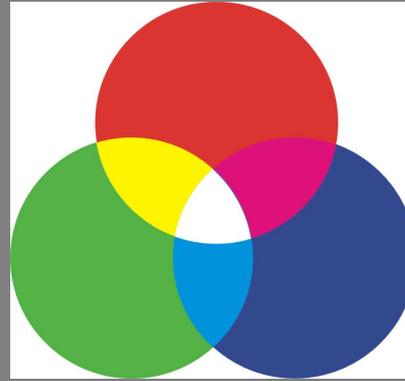
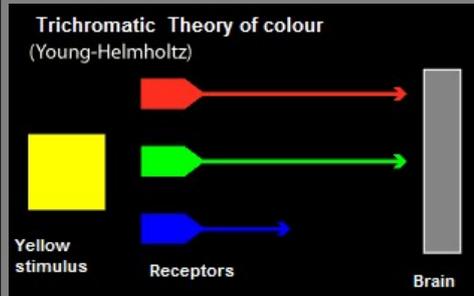
## Observador estándar (Colorimetría)



# Elementos condicionantes del color



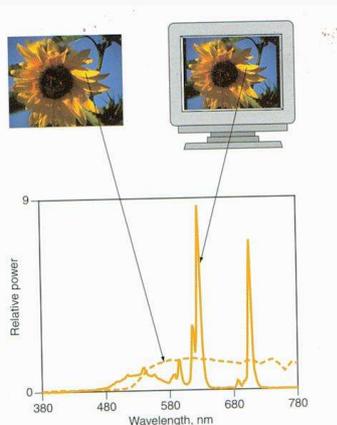
## Teoría Tricromática de la Percepción del Color



## METAMERISMO

Estímulos de color metámeros: corresponden distribuciones espectrales diferentes que se ven iguales para un observador determinado

Luz día      Monitor TV



Gracias a la existencia de metamerismo podemos percibir como semejantes la escena natural con luz día y la escena en el monitor de televisión.

A partir de la percepción de un color no puede reproducirse la distribución espectral que lo conforma.

## EL SISTEMA VISUAL NO ES ANALÍTICO

Dos fuentes con diferente curva de distribución espectral  $I(\lambda)$  pueden parecer iguales

## TEORÍA TRICROMÁTICA

- **MARIOTTE** (1681) y **NEWTON** (1704) sugirieron que todos los colores podían ser discriminados por la combinación de otros tres, por lo que a ésta teoría se le llamo **TEORÍA TRICROMÁTICA**.
- **THOMAS YOUNG** fue el primero en sugerir que la tricromacia era una propiedad del ojo (retina).
- **Von Hemholtz** (1866): sugirió que esta tricromacia era propiedad específica de los conos, por esto la teoría tricromática es conocida también como **TEORÍA YOUNG-Hemholtz**

## Atributos del color

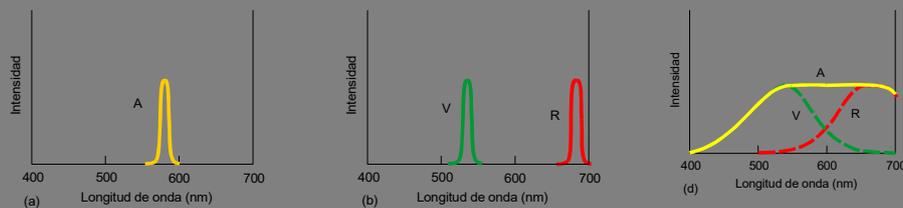
A partir de la percepción del color de una fuente de luz NO podemos determinar su composición espectral

A partir de la percepción del color de una superficie NO podemos inferir cómo es su curva de reflectancia espectral

Por lo tanto debemos buscar una forma de clasificar los colores en base a los atributos que sí podemos distinguir: tono, saturación y claridad

## TONO / MATIZ

### Colores metámeros

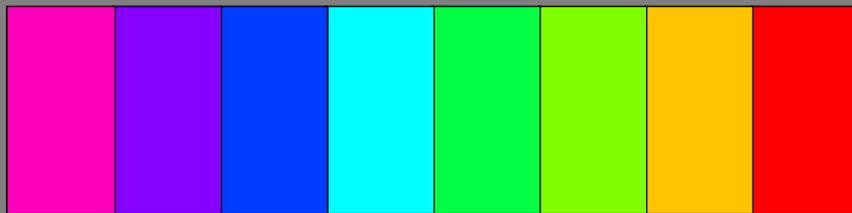


### Curvas de distribución de intensidad

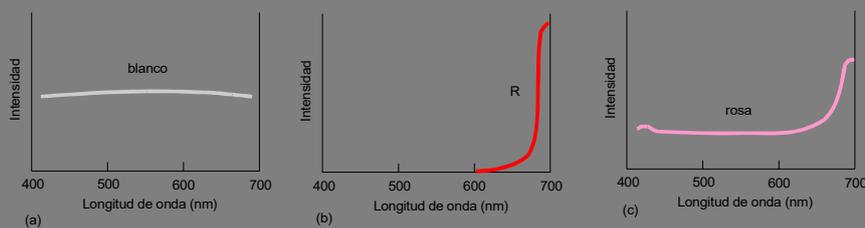
- a) *fente amarilla monocromática*
- b) *mezcla aditiva de dos fuentes monocromáticas, una verde y otra roja*
- c) *mezcla aditiva de dos fuentes no monocromáticas, verde y roja*

## MATIZ (Tono)

Parámetro que permite clasificar un color como rojo, azul, etc. Relación entre la longitud de onda predominante (o la complementaria) y la sensación de color. Un gris neutro no tiene matiz, o mejor, su matiz es indeterminado.

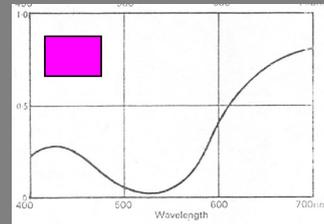
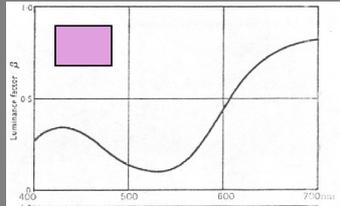
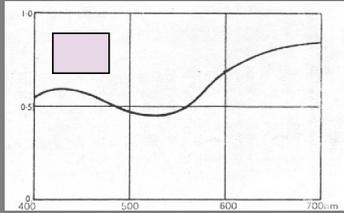


## SATURACIÓN



- a) luz blanca, completamente no saturada,
- b) luz roja saturada
- c) luz roja menos saturada (rosa)

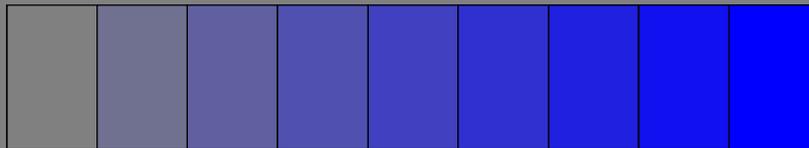
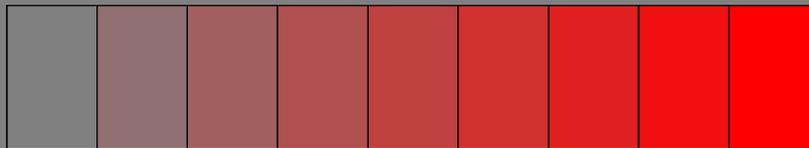
## SATURACIÓN



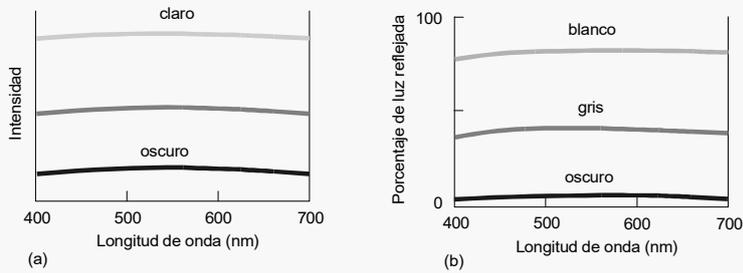
+

## SATURACIÓN (Croma)

Grado en que el color se separa del gris neutro y se aproxima a un color puro del espectro. Un gris neutro es totalmente no saturado y un color espectral puro es totalmente saturado.



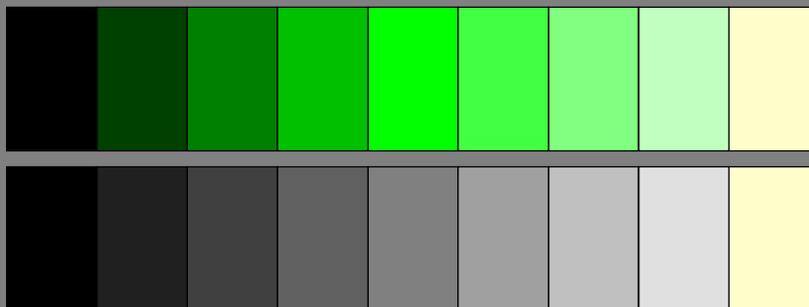
## LUMINOSIDAD



- a) Curvas de distribución de intensidad de una fuente para tres niveles distintos
- b) curvas que representan el porcentaje de luz reflejada por tres objetos distintos, en función de la longitud de onda.

## LUMINOSIDAD: Valor

Equivale a la sensación de claridad producida por un elemento de una escala de grises neutros. La máxima sensación es evocada por el blanco y la mínima por el negro.



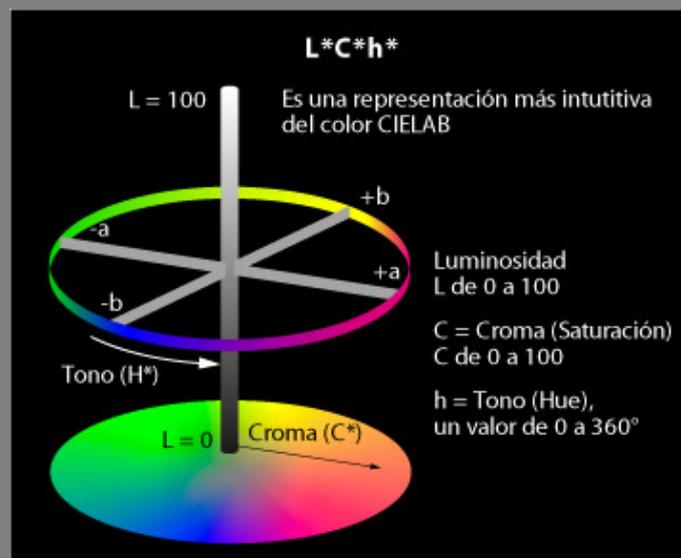
## CROMATICIDAD

MATIZ + SATURACIÓN = CROMATICIDAD

Un gris neutro no tiene ni matiz ni saturación, y se denomina acromático

El matiz es determinado por la posición en el espectro de aquellas radiaciones que son notoriamente más intensas que el resto, mientras la saturación es determinada por el grado en el cual estas radiaciones predominan sobre las otras.

## Representación 3D del Color



## COLOR

*El sistema visual puede distinguir:*

*200 tonos*

*20 saturaciones*

*500 niveles de luminosidad*

*2.000.000 de colores*

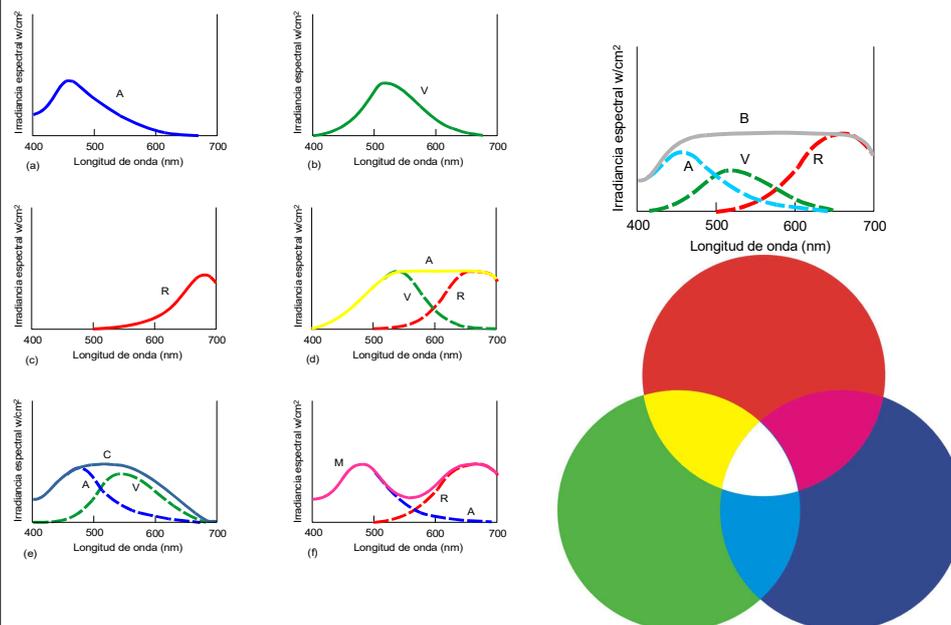
## LUCES DE COLORES

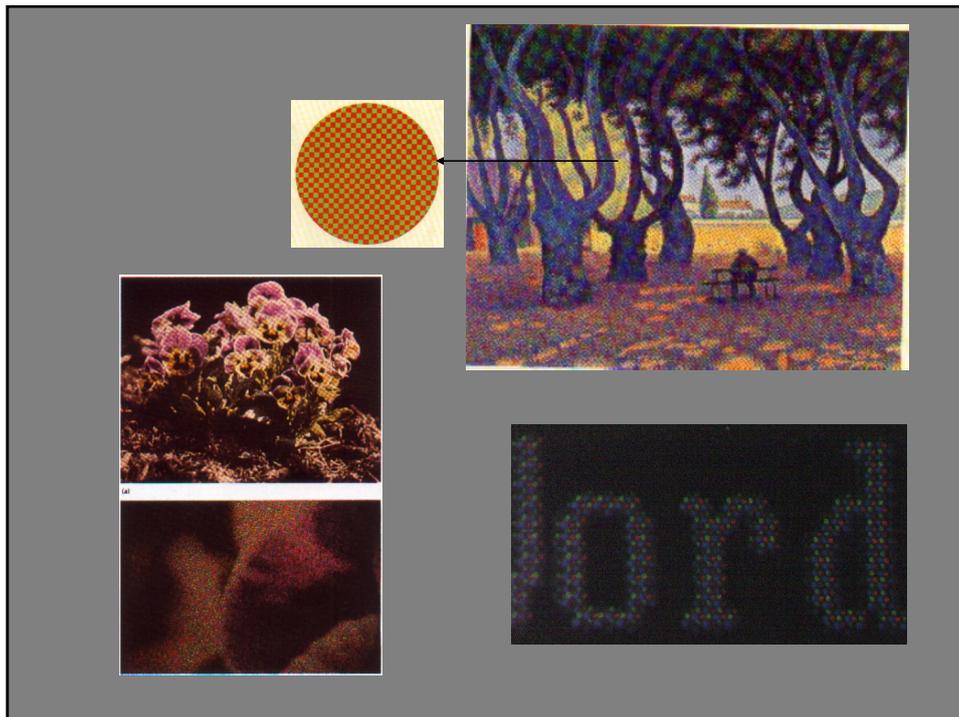
**MEZCLAS ADITIVAS DE LUCES**

**SUMA DE COLORES**

**El estudio de la mezcla de luces  
ha ayudado a conocer más sobre  
la relación entre lo que vemos y la  
señal física**

### SUMA DE LUCES DE COLORES





## *Colores complementarios*

Dos colores que, sumados dan blanco se llaman colores complementarios

azul + amarillo

rojo + cian

verde + magenta

El complementario de un color se encuentra en la línea que une ese color a través del blanco y el lado opuesto de la herradura

## Colores complementarios Luz



**Veamos estas afirmaciones:**

**En general se asocia el color a la longitud de onda, ¿es esto correcto? No.**

✓ **Se puede ver un color sin la presencia de la  $\lambda$  correspondiente? Si.**

✓ **Un color asociado a una  $\lambda$  presente puede no verse? Si.**

✓ **Se pueden ver colores que no tienen  $\lambda$ ? Si.**

✓ **Se puede ver un mismo objeto de distinto color? (fuente, sistema visual) Si.**

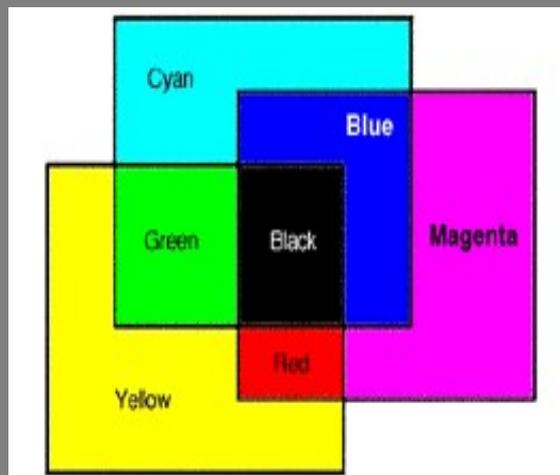
**Colores espectrales vs no-espectrales, tales como magenta, rosa, marrón, plata, rojo fluorescente, negro, gris.**

**Muchos de los colores de la naturaleza no están en el espectro**

# EL COLOR DE LOS OBJETOS

## MEZCLAS SUSTRATIVAS

Mezclas sustractivas  
primarios sustractivos: cian, amarillo y magenta

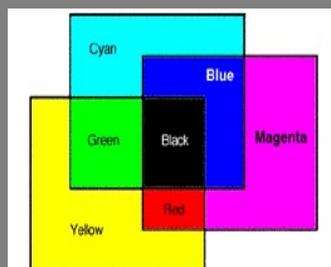
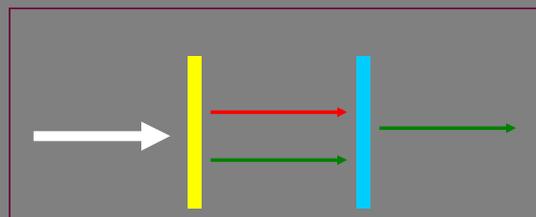


Mezclas sustractivas ocurren con los pigmentos o con filtros, ya que se trata de elementos que absorben una parte y luego reflejan o transmiten dando como resultado lo que vemos

Un filtro o un pigmento se caracteriza por su curva de transmitancia o reflectancia, respectivamente

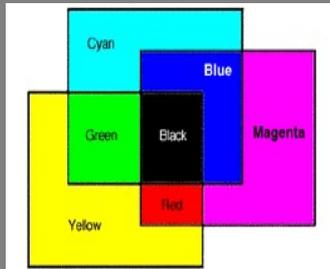
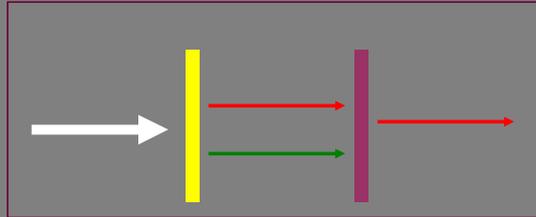
Amarillo = verde + rojo = blanco - azul

Cyan = azul + verde = blanco - rojo



**Amarillo = verde + rojo = blanco - azul**

**Magenta = azul + rojo = blanco - verde**



## *Leyes de mezclas de colores*

Si X es un color que se percibe igual a otro Y

$$X = Y$$

X e Y puede tener distribuciones espectrales diferentes (metámeros)

Si Z es otro color:

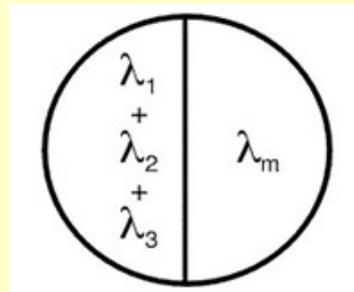
$$X + Z = Y + Z$$

Cualquier color puede obtenerse a partir de tres colores diferentes (pueden ser rojo, azul y verde) de modo que

$$X = aA + bB + cC$$

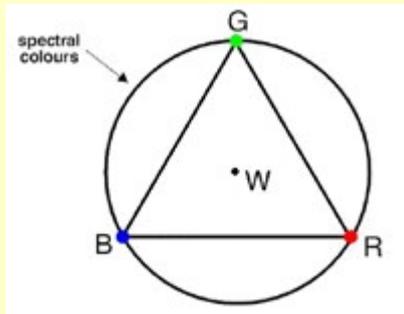
Si elegimos cualquier terna de colores, podemos formar cualquier color:

$$X_m = a A_1 + b A_2 + c A_3$$



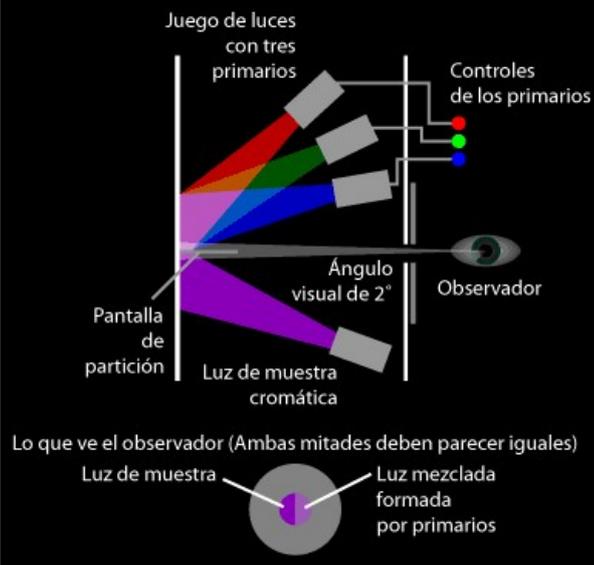
*¿Cuáles son los mejores tres primarios?*

## La CIE escogió **rojo**, **verde** y **azul**



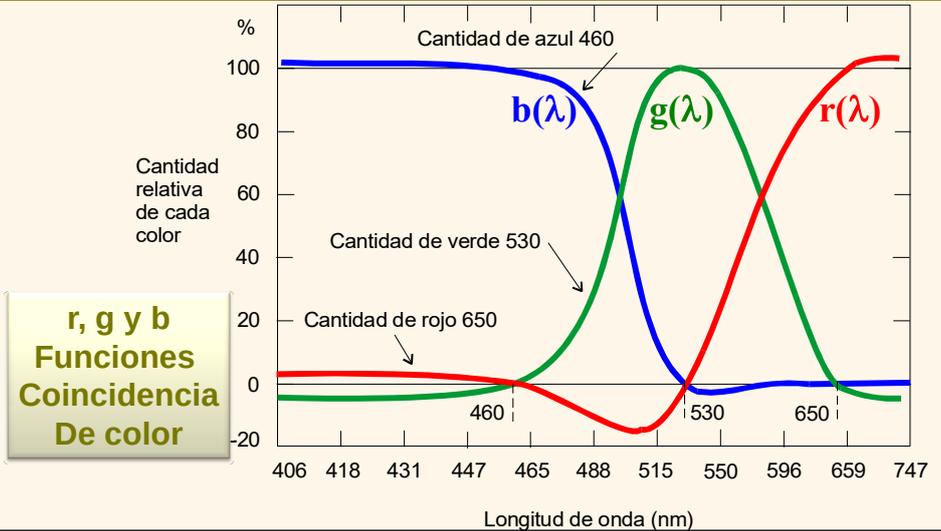
**Rojo 650 nm**  
**Verde 530 nm**  
**Azul 460 nm**

### Experimento de correspondencia de colores mediante mezcla aditiva



*% de los tres colores primarios espectrales de referencia para obtener otro color*

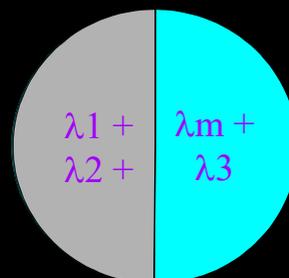
$$X = rR + bB + gG$$



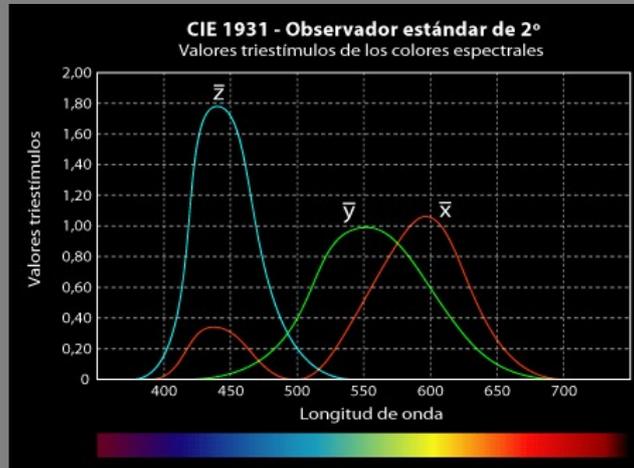
**¿por qué aparecen cantidades negativas para a, b o c?**

$$X'_m + a' A_1 = b' A_2 + c' A_3$$

**cyan monocromático + rojo = Azul + verde**

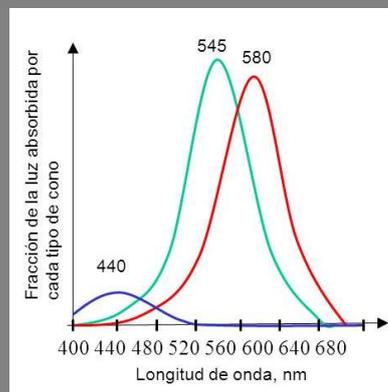
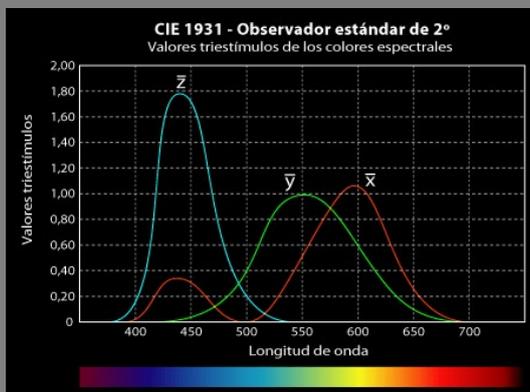


**Funciones de igualación del color:  
Cantidad de primario para igualar los colores espectrales puros.**



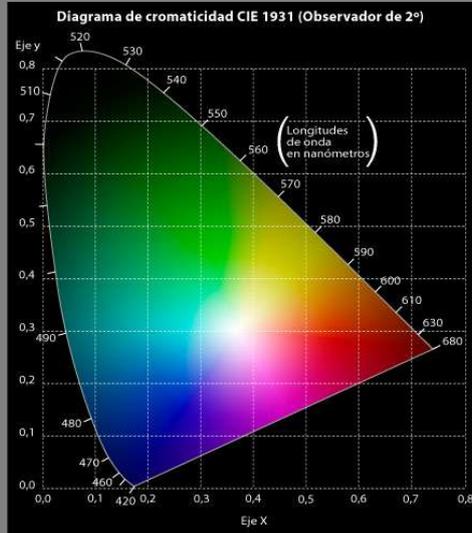
Se establecen condiciones:  
No hay valores negativos  
 $y = V(\lambda)$

**Sensibilidad espectral de conos  
vs.  
Valores Triestímulos**



# Espacio CIE XYZ 1931

## Coordenadas cromáticas y diagrama cromático



$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

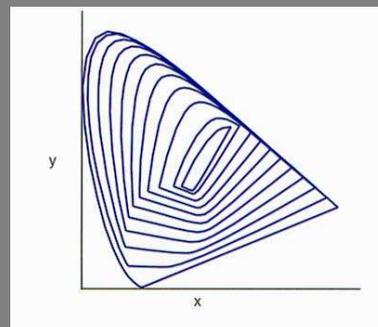
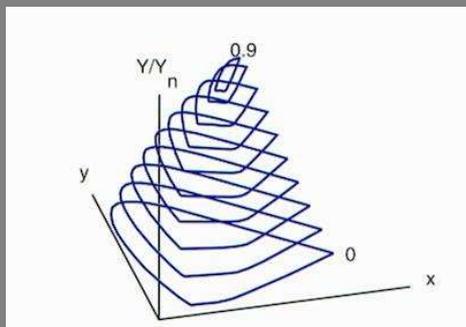
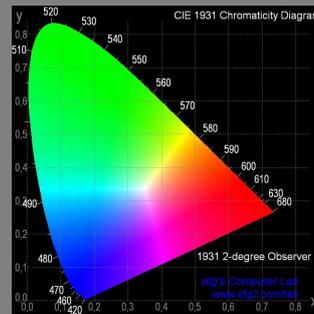
$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

$$z = 1 - x - y$$

X Y Z se calculan integrando el producto de las funciones de igualación  $x$  y  $z$  multiplicado por el espectro de emisión de una fuente luminosa  $S$  o por el espectro de reflectancia de una superficie  $R$ .

# Espacio CIE XYZ 1931

El diagrama cromático no contiene información de la luminosidad

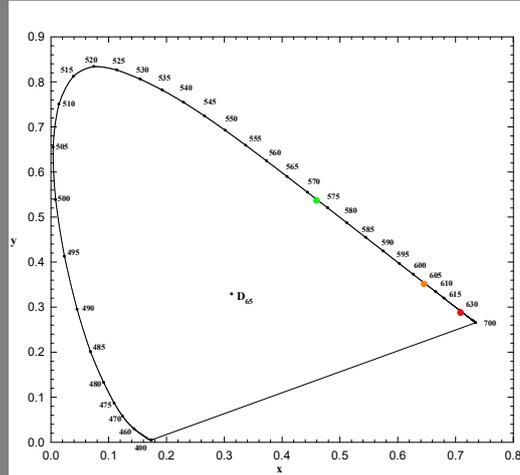


## Espacio CIE XYZ 1931

Coordenadas cromaticas y diagrama cromático

Ejemplo LEDS

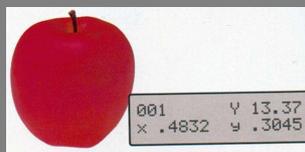
x	y
0.4598	0.5360
0.6458	0.3511
0.7088	0.2874



## Espacio CIE XYZ 1931

Coordenadas cromaticas y diagrama cromático

Ejemplo Objeto



$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

$$X+Y+Z = \frac{Y}{y} = \frac{13.37}{0.3045} = 43.91$$

$$X = x(X+Y+Z) = 0.4832 \cdot 43.91 = 21.22$$

$$Z = (X+Y+Z) - X - Y = 43.91 - 21.22 - 13.37 = 9.32$$

