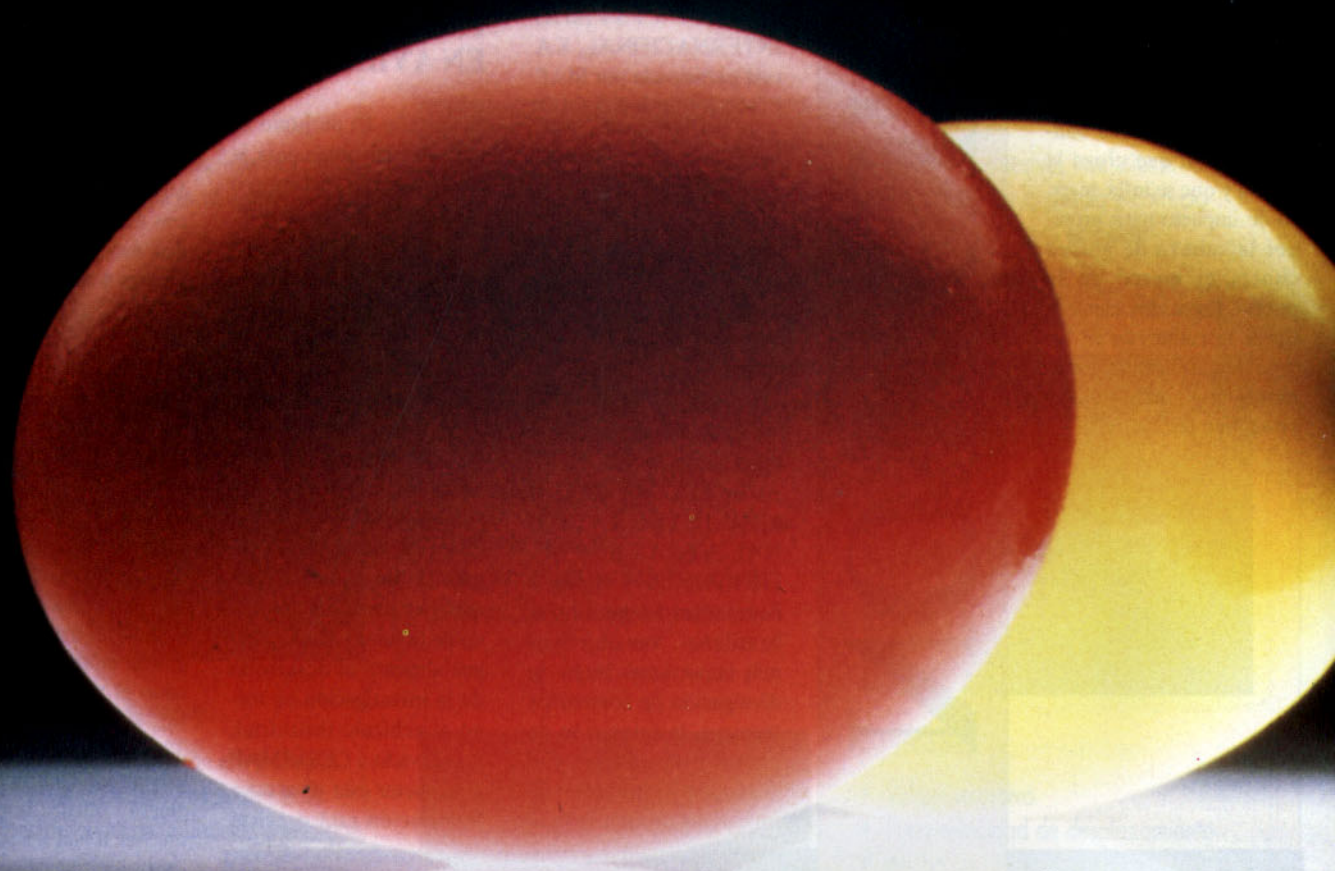
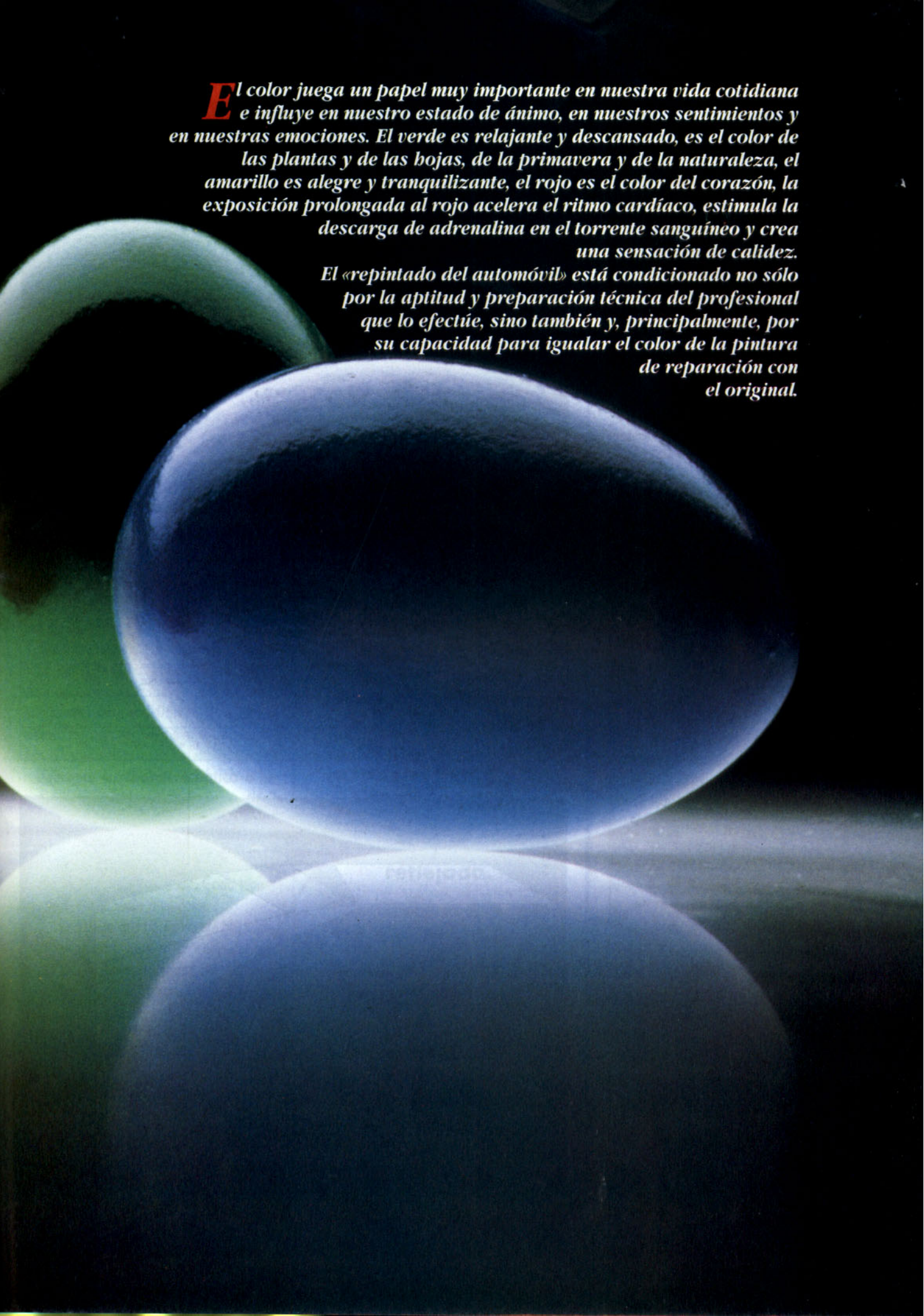


Principios básicos de colorimetría

iOjo con el color!



Por Francisco Livianos González



El color juega un papel muy importante en nuestra vida cotidiana e influye en nuestro estado de ánimo, en nuestros sentimientos y en nuestras emociones. El verde es relajante y descansado, es el color de las plantas y de las hojas, de la primavera y de la naturaleza, el amarillo es alegre y tranquilizante, el rojo es el color del corazón, la exposición prolongada al rojo acelera el ritmo cardíaco, estimula la descarga de adrenalina en el torrente sanguíneo y crea una sensación de calidez.

El «repintado del automóvil» está condicionado no sólo por la aptitud y preparación técnica del profesional que lo efectúe, sino también y, principalmente, por su capacidad para igualar el color de la pintura de reparación con el original.

Desde que nacemos aprendemos a reaccionar ante determinados colores, nos detenemos ante el rojo y seguimos andando al ver el verde. El color nos ayuda a identificar los objetos, un coche de bomberos o un taxi en Nueva York.

Sin embargo, un jardín con flores de los colores más variados, por la noche, se vuelve gris.

El color no es una propiedad física inherente a los propios cuerpos. El color de un objeto está también determinado por otros factores: las características de la fuente de luz que lo ilumina, la constitución del objeto o la forma en la que absorba o transmita la luz recibida y por las propias condiciones físicas del receptor.

Por tanto, para la apreciación de colores son necesarios tres factores que es preciso determinar:

- Una fuente luminosa.
- Un objeto que refleje la luz incidente.
- Un receptor que «absorba» e interprete la luz reflejada.

LA LUZ

La luz es una manifestación de energía en forma de radiación, que se propaga a una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo.

El ojo humano es sensible a la luz, constituida por un conjunto de radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda entre 380 y 780 nanómetros (nm), lo que significa un intervalo muy pequeño dentro del espectro de las radiaciones electromagnéticas (cuadro 1).

La luz se transmite a distancia a través del espacio por medio de ondas, similares a las que se forman en un estanque cuando se tira una piedra, con la diferencia de que las ondas luminosas no necesitan de ningún medio material para propagarse.

Experimentalmente se observa que un rayo de luz blanca, al atravesar un prisma triangular de vidrio transparente, se descompone en una banda continua de tonalidades cromáticas, formando varias bandas de colores y constituyendo así el denominado espectro de la luz solar.



El color está presente en los objetos físicos que nos rodean.

CUADRO 1. Unidades y equivalencias para la medida de longitudes de onda y radiaciones electromagnéticas

Unidad	Símbolo	Equivalencias
Micra	μ	$1 \mu = 10^{-6} \text{ m} = 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-9} \text{ mm}$
Nanómetro	nm	$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10^{-11} \text{ cm} = 10^{-12} \text{ mm}$
Angstrom	\AA	$1 \text{\AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-12} \text{ cm} = 10^{-13} \text{ m}$

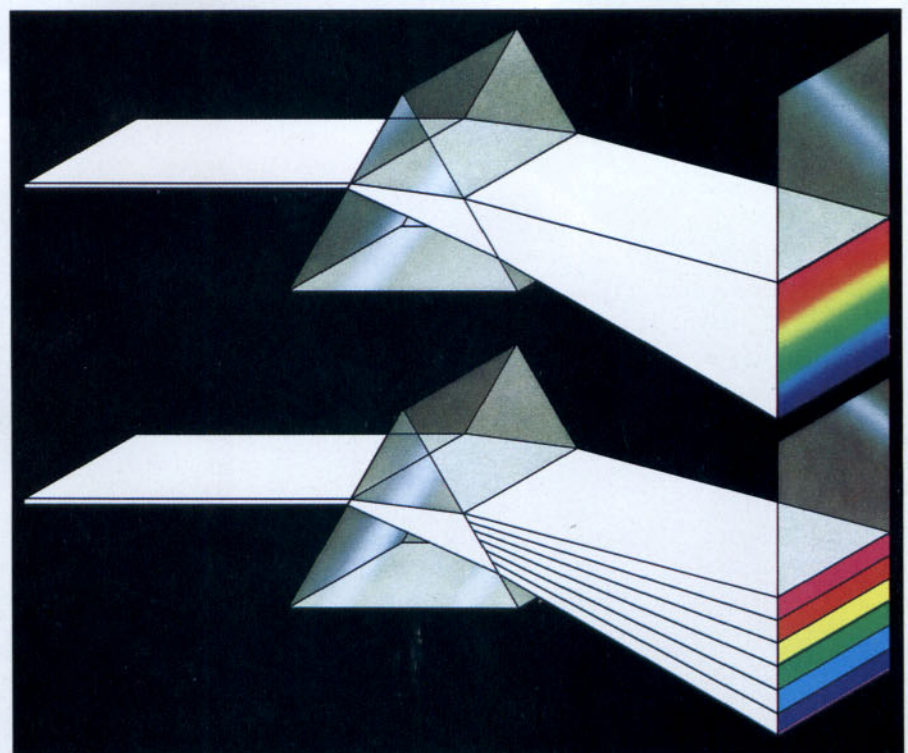


Figura 1. La luz se descompone constituyendo el espectro de la luz solar.



El color es una propiedad de la luz que no puede existir sin ésta.

Los colores del espectro poseen, asimismo, diferentes longitudes de onda visibles todas ellas por el ojo humano.

El color violeta posee la longitud más corta y el rojo la más larga. La zona infrarroja del espectro, invisible al ojo humano, está situada por debajo del rojo y la zona ultravioleta, también invisible, se encuentra más allá del violeta.

Llamamos luz **monocromática** a la que está constituida por radiaciones electromagnéticas de una sola longitud de onda, y luz **policromática** a aquella que contiene radiaciones electromagnéticas de diferentes longitudes de onda. Cada longitud de onda equivale a un color.

La luz bajo la que normalmente observamos los objetos, tanto si procede del sol como de cualquier lámpara, es siempre policromática y su composición varía según la naturaleza de la fuente de iluminación.

EL OBJETO

La mayor parte de los objetos que vemos no tienen luz propia sino que tienen la característica de reflejar, transmitir o absorber la luz que reciben.

La reflexión de un rayo de luz que incide sobre una superficie coloreada y es

Para la apreciación de colores son necesarios tres factores que es preciso determinar: una fuente luminosa, un objeto que refleje la luz incidente y un receptor que «absorba» e interprete la luz reflejada.

percibida por la retina de nuestro ojo, se transmite por el nervio óptico a nuestro cerebro, dándonos la sensación de «ver» un determinado color.

El color suele emplearse para señalar una cualidad de los cuerpos y, así, decimos que un cuerpo tiene un determinado color, pero esto no es cierto, pues el color como tal no existe ni se produce en ellos. Los cuerpos sólo tienen las propiedades de reflejar, transmitir y absorber los colores de la luz que reciben.

La impresión del color de un cuerpo depende, por lo tanto, de la composición espectral de la luz con que se ilumina y de las propiedades que posea de reflejarla, transmitirla o absorberla.

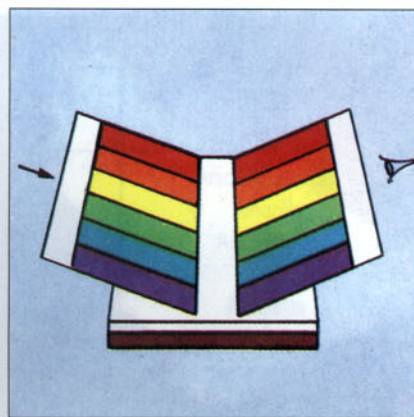


Figura 2. Color blanco.

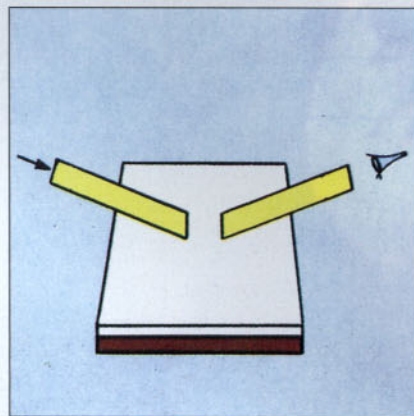


Figura 3. Color blanco.

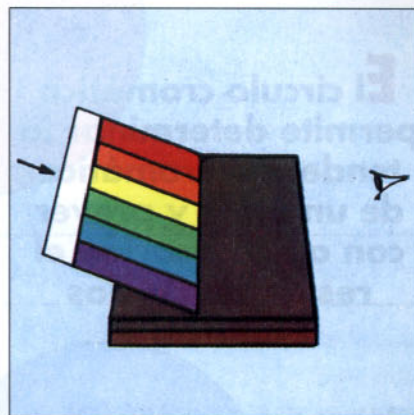


Figura 4. Color negro.

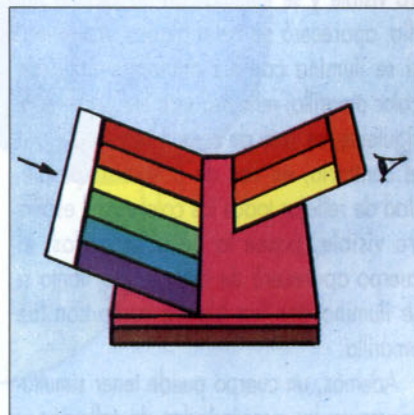
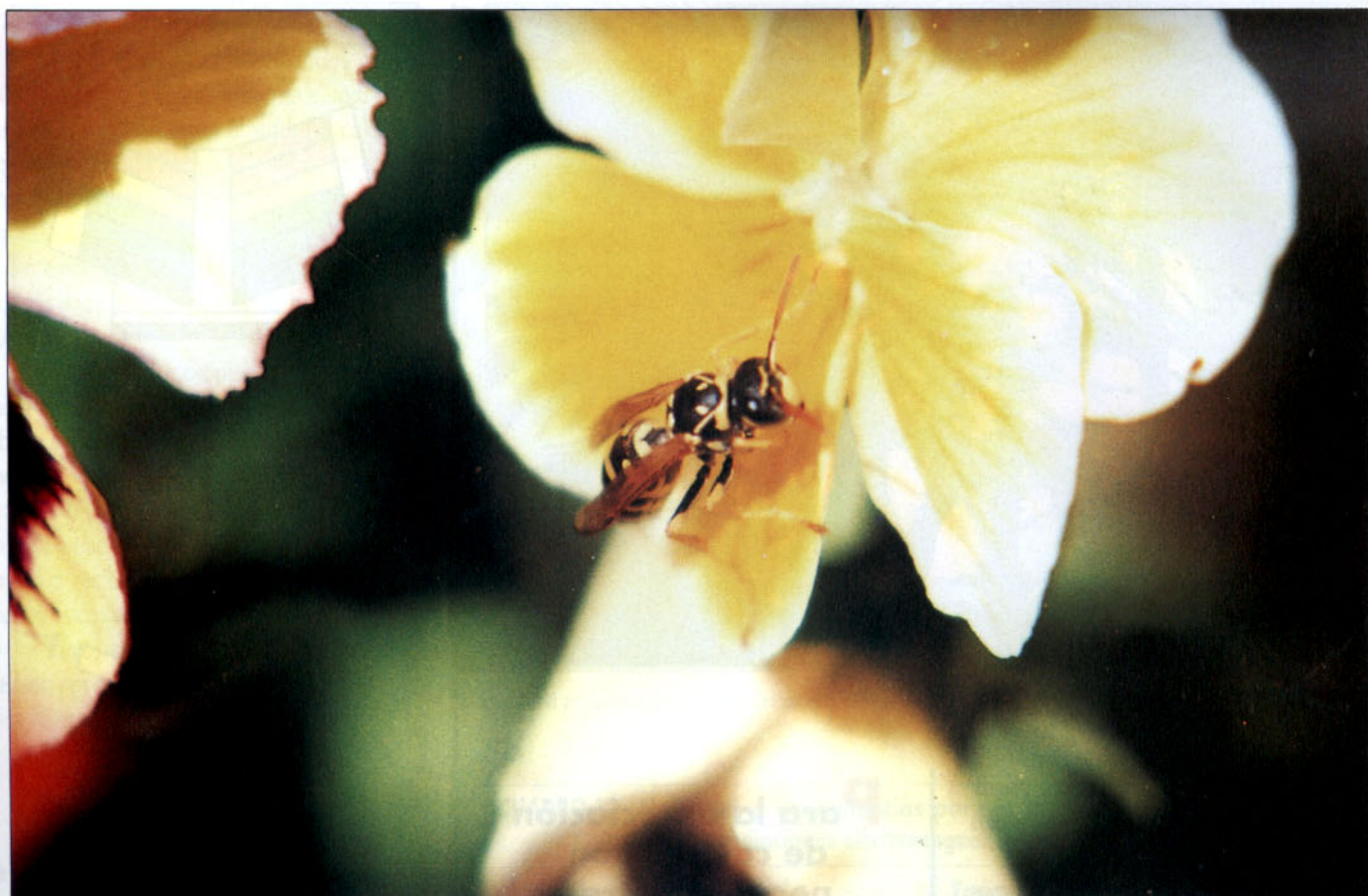


Figura 5. Color rojo.



El color nos ayuda a identificar los objetos.

El círculo cromático permite determinar la tendencia cromática de un color y prever con aproximación el resultado de dos colores.

Así pues, si un cuerpo posee la propiedad de reflejar todos los colores del espectro visible y se ilumina con luz blanca del día, aparecerá de color blanco. Asimismo, si se ilumina con luz monocromática de color amarillo, reflejará esta luz y, por consiguiente, se verá de color amarillo. Si, por el contrario, en vez de poseer la propiedad de reflejar todos los colores del espectro visible, posee la de absorberlos, el cuerpo aparecerá de color negro, tanto si se ilumina con luz blanca como con luz amarilla.

Además, un cuerpo puede tener simultáneamente las propiedades de reflexión y absorción, en cuyo caso presentará un de-

terminado color, al igual que ocurre con los cuerpos translúcidos.

El negro ideal absorberá la totalidad de la luz recibida y el blanco ideal reflejará toda la luz recibida a lo largo de todo el espectro visible; en consecuencia, veremos el objeto de uno u otro color, según sea la absorción de las distintas tonalidades monocromáticas que componen el espectro visible.

EL OJO: ÓRGANO RECEPTOR DE LA LUZ

El ojo es el órgano mediante el cual se experimentan las sensaciones de luz y color. Está compuesto por la córnea, el humor acuoso, el cristalino, el iris y la retina.

La retina está dotada de elementos fotorreceptores que cumplen distintas funciones. Estos elementos, por su forma, reciben el nombre de **conos** y **bastoncillos**.

Los conos y los bastoncillos son los órganos realmente sensibles a los estímulos luminosos, siendo en ellos donde se realiza la transformación de la energía luminosa en sensación o energía nerviosa.

Los bastoncillos son muy sensibles a la luz y casi insensibles al color; únicamente perciben colores acromáticos o neutros (blanco, gris y negro), mientras que los conos, muy sensibles a los colores y casi insensibles a la luz, son los responsables de la percepción cromática. De aquí que la misión de los bastoncillos sea la de percibir la mayor o menor claridad con la que están iluminados los objetos, y la función de los conos la de apreciar los colores de éstos.

En la visión de la luz del día o con suficiente luz artificial (llamada visión **fotópica**) intervienen los bastoncillos y los conos, mientras que en la visión nocturna, o con muy poca luz, (llamada visión **escotópica**) intervienen esencialmente los bastoncillos.

La percepción del color depende de la presencia de tres pigmentos (fotopsinas) en

los conos retinianos; cada uno de éstos es sensible a una parte del espectro visible, que se extiende entre longitudes de onda de 380 nm (violeta) y 780 nm (rojo).

COLORES ADITIVOS Y COLORES SUSTRATIVOS

Existen dos posibilidades de mezclar colores, como la suma de diferentes luces o como suma de tintas o pinturas.

En fuentes luminosas los colores primarios aditivos son el rojo, el verde y el azul y pueden mezclarse para producir por **adición** los colores secundarios magenta, cian y amarillo. Por tanto, donde se unen dos colores primarios aditivos se forman siempre colores más claros que los que los forman.

La suma de estos tres colores primarios produce la luz blanca si se mezclan en proporciones iguales.

En mezclas de tintas o colorantes sin embargo, el color primario sustractivo se define como aquel que absorbe uno de los colores aditivos y refleja o transmite los otros (ver cuadro 2)

Los colores primarios sustractivos son el magenta, el cian y el amarillo y el color negro es el resultante de sustraer a la luz los tres colores.

La mezcla sustractiva forma la base del método de mezcla de colores en el taller.

CARACTERÍSTICAS DE UN COLOR

Un color puede ser definido por tres características: tonalidad, intensidad y saturación.

La tonalidad o matiz: indica el color puro más próximo al color de que se trate y queda determinado por la **longitud de onda dominante**.

Según esta característica, se dice que un color es, por ejemplo, violeta, azul, verde, amarillo o rojo. Esta característica no es aplicable a los grises, ya que no tienen una longitud de onda dominante, sino que pueden considerarse como neutros, pues en ellos están compensadas todas las longitudes de onda de luz visibles.

CUADRO 2. Colores absorbidos y colores percibidos.

Longitud de onda absorbida	Color de la luz absorbida	Color que percibe el ojo
380-435	Violeta	Amarillo verdoso
435-480	Azul	Amarillo
480-490	Verde-azulado	Anaranjado
490-500	Azul-verdoso	Rojo
500-560	Verde	Magenta
560-580	Verde-amarillento	Violeta
580-595	Amarillo	Azul
595-605	Anaranjado	Verde-azulado
605-750	Rojo	Cian

Se ve un objeto de uno u otro color, según sea la absorción de las distintas luces monocromáticas que componen el espectro visible.

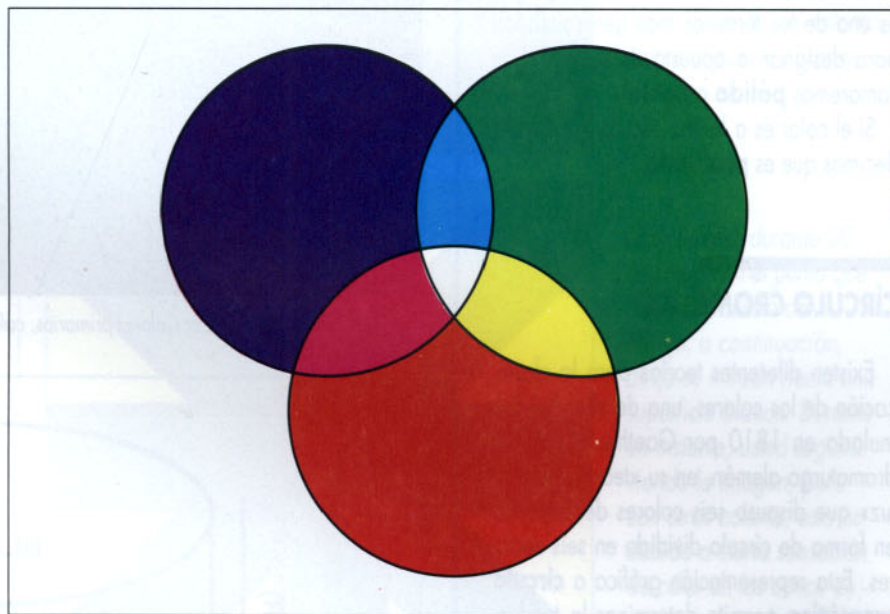


Figura 6. Colores aditivos.

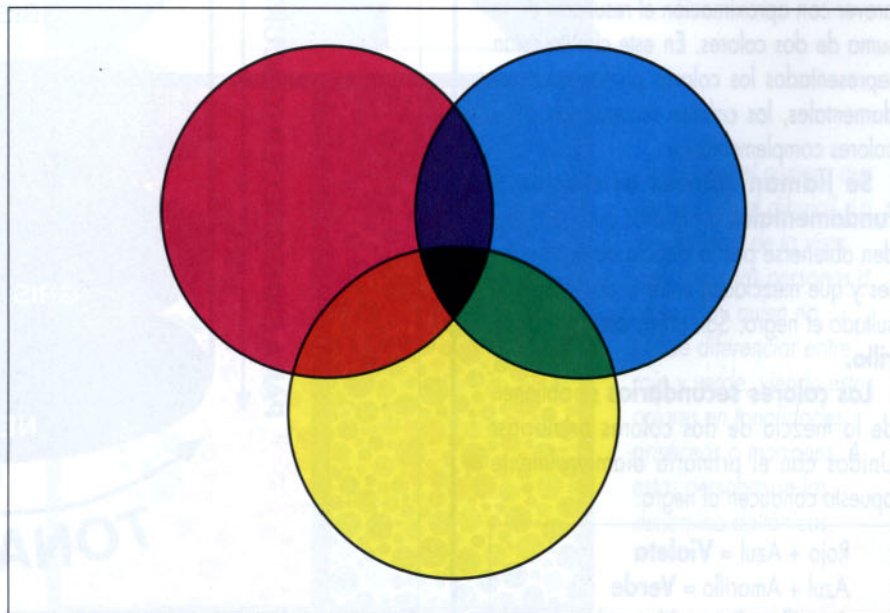


Figura 7. Colores sustractivos.

La intensidad de un color puede considerarse como una medida de su fuerza o debilidad, es decir, de la aparente proporción de blanco que contiene.

Los términos que utilizamos cuando nos referimos a los distintos grados de la intensidad de color de un objeto son «claro» y «oscuro». Estas palabras también se aplican para el gris.

La saturación indica el grado en que un color se acerca más o menos al color puro correspondiente. Normalmente se emplean los adjetivos «puro» o «saturado» o «limpio».

Así, si el color de un cuerpo es a la vez claro y saturado lo denominaremos vivo. Pero si es claro y lavado con blanco (que es uno de los términos más generalizados para designar lo opuesto de saturado) lo llamaremos **pálido** o **pastel**.

Si el color es a la vez oscuro y saturado decimos que es **profundo**.

CÍRCULO CROMÁTICO

Existen diferentes teorías para la clasificación de los colores, una de ellas fue formulada en 1810 por Goethe, el famoso dramaturgo alemán, en su «teoría sobre la luz» que dispuso seis colores del espectro en forma de círculo dividido en seis sectores. Esta representación gráfica o **círculo cromático** permite determinar la tendencia cromática de un color, su tonalidad, y prever con aproximación el resultado de la suma de dos colores. En este círculo están representados los colores primarios o fundamentales, los colores secundarios y los colores complementarios.

Se llaman colores primarios o fundamentales a aquellos que NO pueden obtenerse por la mezcla de otros colores y que mezclados entre sí dan como resultado el negro. Son **rojo, azul y amarillo**.

Los colores secundarios se obtienen de la mezcla de dos colores primarios. Unidos con el primario diametralmente opuesto conducen al negro.

Rojo + Azul = **Violeta**
Azul + Amarillo = **Verde**
Amarillo + Rojo = **Naranja**

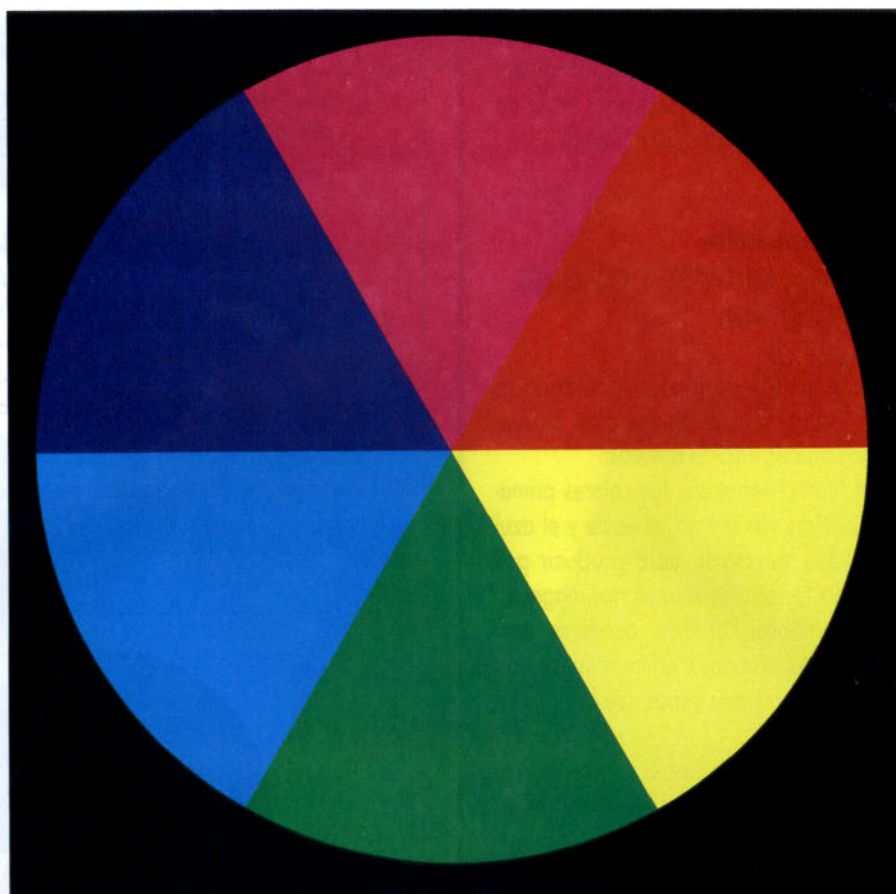


Figura 8. Círculo cromático: Colores primarios, colores secundarios y colores complementarios.

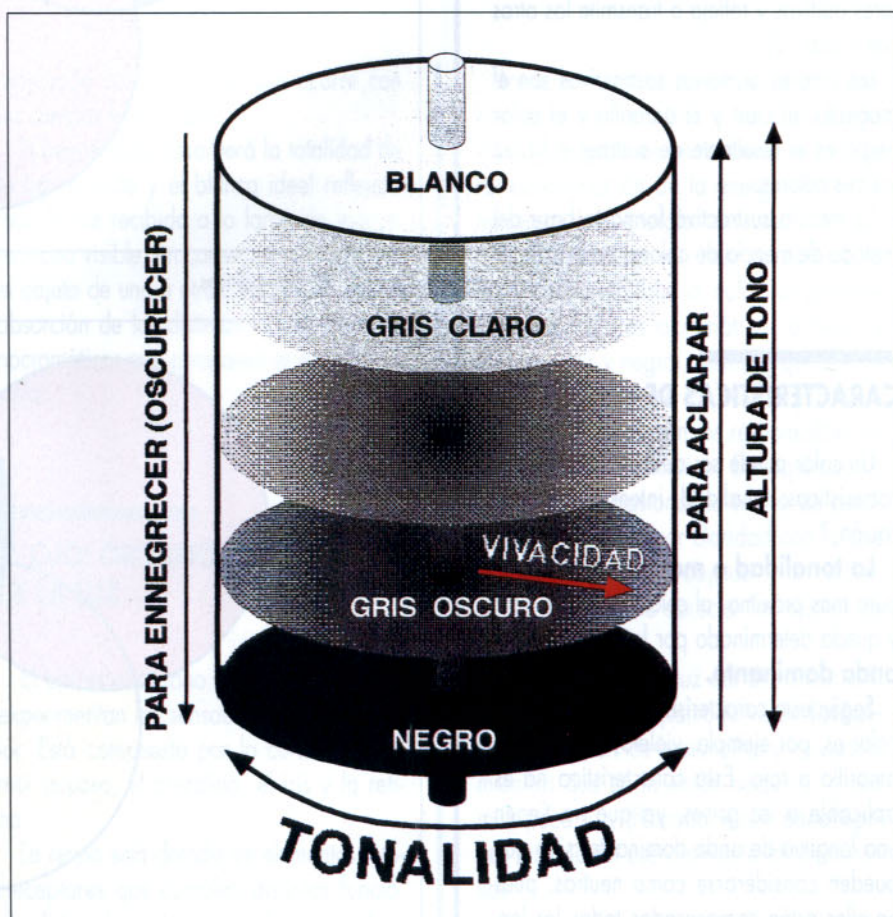


Figura 9. Cilindro de color.

La mayor parte de los objetos que vemos no tienen luz propia sino que tienen la característica de reflejar, transmitir y absorber la luz que reciben.

Dos colores son **complementarios** cuando mezclados entre sí se anulan y proporcionan una tonalidad grisácea o negra.

Azul + Naranja = **Negro**
 Amarillo + Violeta = **Negro**
 Rojo + Verde = **Negro**

Otra representación gráfica de color es la formada por el **cilindro de color**; que permite describir un color con tres valores. Se trata de la representación esquemática en el espacio de la situación de los colores del espectro.

- **La tonalidad** queda representada por cada uno de los planos que forman el cilindro. Estos planos constituyen por sí solos un círculo cromático en el que vienen situados los colores primarios, los secundarios, así como sus mezclas y tendencias.

- **La intensidad** o claro-oscuro de los colores queda representado por la altura de cada uno de los planos dentro del cilindro sobre una escala central de gris neutro, que va del blanco absoluto al negro absoluto.

- **La saturación**, vivacidad o pureza corresponden a la sensación más o menos intensa del color. Los colores más vivos están situados en la parte externa de cada uno de los círculos, los colores más sucios se encuentran en los lugares centrales. Serán menos vivos a medida que se acercan al centro o escala central de gris neutro.

Hasta aquí hemos analizado los aspectos básicos acerca del color. En próximos artículos ofreceremos una información más amplia sobre clasificación, medición y corrección de colores utilizados en el mundo del automóvil.

EL GRAN MENTIROSO

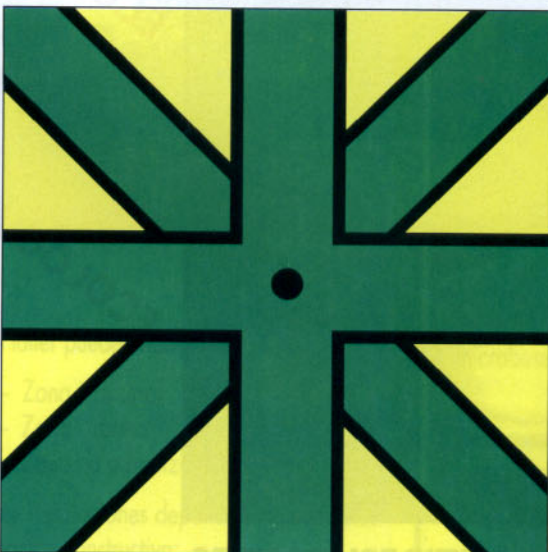
El color de los objetos que vemos no depende solamente de su pigmento, sino que influyen también ciertos aspectos como la fuente luminosa o el entorno en el que son observados.

Es, por tanto, nuestro órgano visual el elemento que juega un papel más relevante en la apreciación de los colores, ya que puede engañarnos al producirse en él diferentes sensaciones de color.

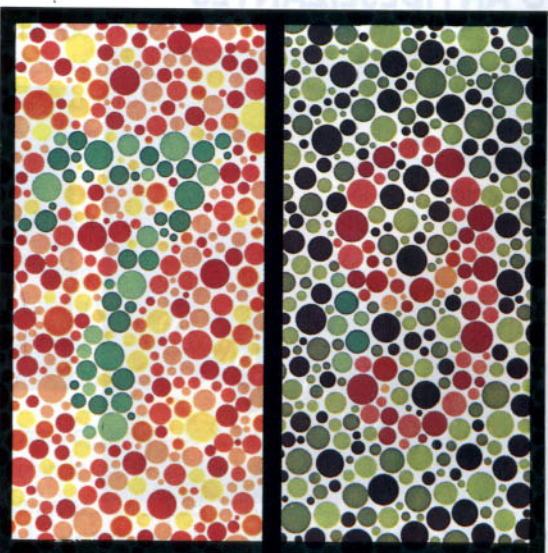
Sirvan como ejemplo estos tres casos:



¿Qué azul es más azul? Aunque los dos colores azules puedan parecer diferentes, son iguales. El color depende del entorno sobre el que se observe.



Concéntrese durante 20 segundos en el punto que hay en el centro del dibujo, a continuación, dirija su mirada hacia una superficie blanca. Durante un instante, usted seguirá viendo la imagen, pero con otros colores; esto es debido a cierta sensación de color en los conos de sus ojos cansados por la exposición.



¿Puede ver el número que aparece en el dibujo? La sensibilidad de la vista varía de unas personas a otras. Hay quien no puede diferenciar entre rojo y verde, viendo estos colores en tonalidades grisáceas o marrones. A estas personas se las denomina daltónicas.