

VI-DEC (Vídeos Didácticos de Experimentos Científicos)

Física

El color

Objetivo

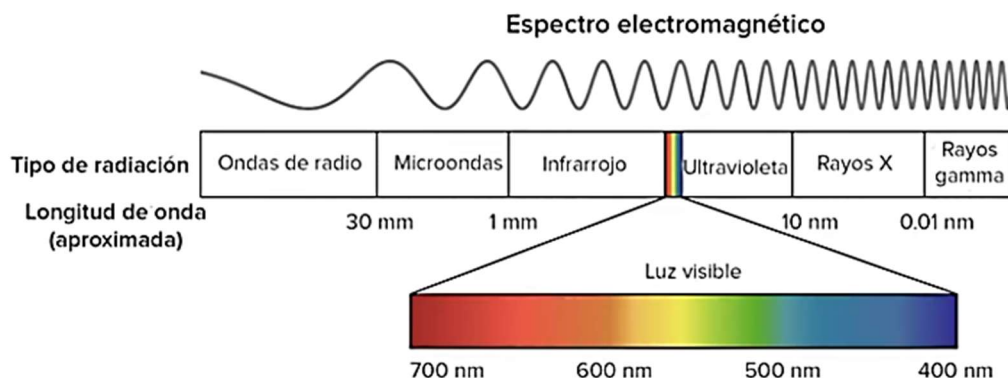
Comprender de manera sencilla los principios físicos del color con algunos experimentos.

Material

Focos de colores, prismas, filtros, linterna potente, red de difracción, disco de Newton, lupa, Paint de Windows, linterna, vaso de agua, leche, polarizadores, celofán.

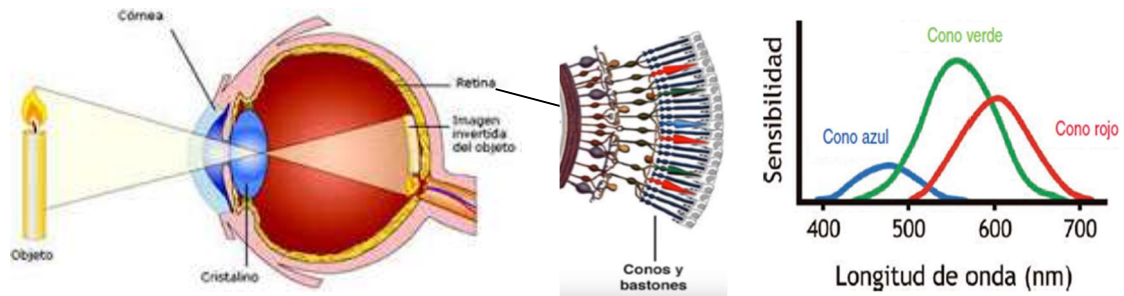
El ojo humano

La sensación que se tiene del color depende de las longitudes de onda de la radiación luminosa que impresiona el sentido de la vista. La luz blanca es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda entre 400 y 700 nm, son los llamados colores espectrales.



El ojo regula la intensidad de la luz que le llega a través de un diafragma (iris) y enfoca el objeto con una lente ajustable (cristalino) para formar una imagen invertida sobre la retina. Los conos y los bastones de la retina captan la energía de estas radiaciones y la envían al cerebro, a través del nervio óptico, donde tiene lugar la visión. Los bastones se activan en la oscuridad, se encuentran en el centro de la retina, y sólo permiten distinguir el negro, el blanco y los distintos grises. Los conos hacen posible la visión de los colores y se

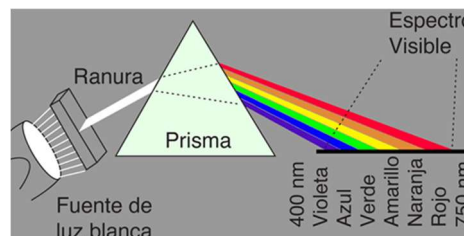
encuentran por toda la retina. En el ojo humano hay tres tipos de conos, sensibles a luz en franjas de longitudes de onda alrededor de los colores rojo, verde, y azul. La máxima sensibilidad del ojo está alrededor del amarillo-verde y corresponde a las longitudes de onda donde la radiación del Sol es máxima.



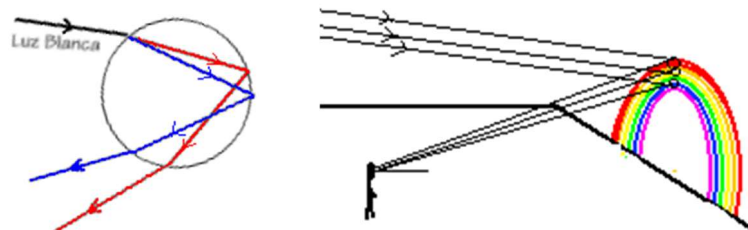
El ojo no puede analizar las distintas radiaciones que recibe, solo aprecia el color resultante de todas ellas. Así, una mezcla de luz roja y verde, la percibe como luz amarilla espectral, aunque esta mezcla no contenga las longitudes de onda asociadas al amarillo.

Descomposición de la luz

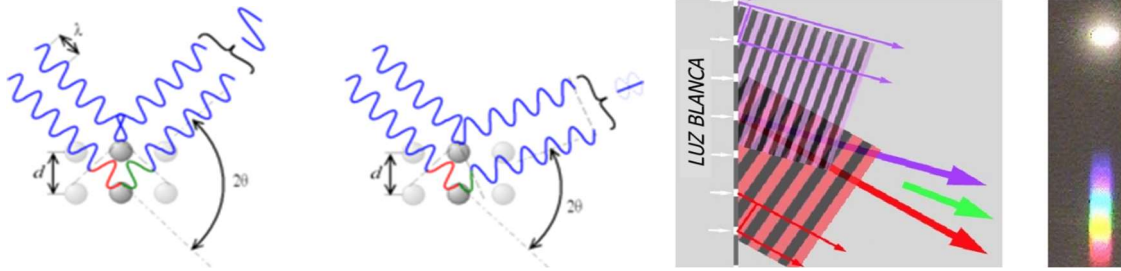
El **prisma** descompone la luz blanca por efecto de la refracción (cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro). La luz roja (longitud de onda más larga) es la que menos se desvía.



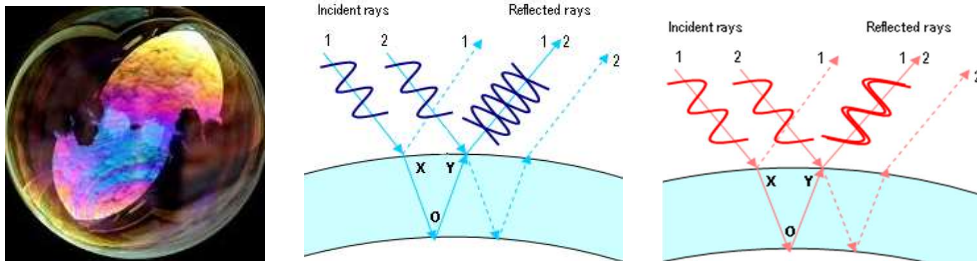
Por efecto de la refracción en las gotas de agua de la atmósfera se produce el **arco iris**.



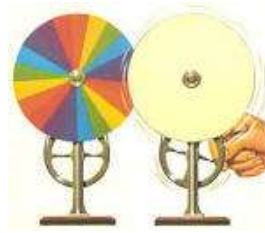
La **red de difracción** (cientos de rendijas por mm) también descompone la luz blanca por interferencias constructivas y destructivas de las distintas longitudes de onda de la luz, como en el CD o el DVD. En este caso, la luz roja es la que más se desvía.



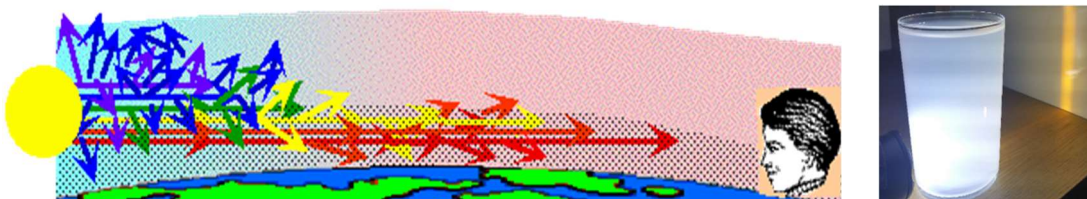
En la **pompa de jabón**, se ven sobre todo los colores cian, amarillo y magenta, complementarios del rojo, azul y verde, colores que fundamentalmente desaparecen en la reflexión de la luz en la membrana de la pompa por las interferencias destructivas.



Al hacer girar a gran velocidad el **disco de Newton** (círculo con sectores con los colores del arco iris) se ve casi blanco. Esto indica que el blanco está formado por los diferentes colores. Este fenómeno visual es debido a persistencia de la retina, donde la imagen permanece 0,1 s. En este tiempo pasan docenas de colores por la retina y el cerebro no es capaz de procesarlos por separado.



El **cielo** durante el día es azul (las longitudes de onda corta son las que más se dispersan en la atmosfera), y en el ocaso es rojizo (el azul no llega, ya que se ha dispersado). Este efecto se puede observar al hacer pasar luz de una linterna por un vaso de agua con gotas de leche, la luz sale rojiza y el líquido se ve con reflejos azules.

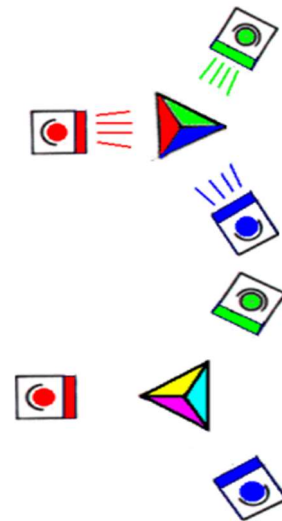
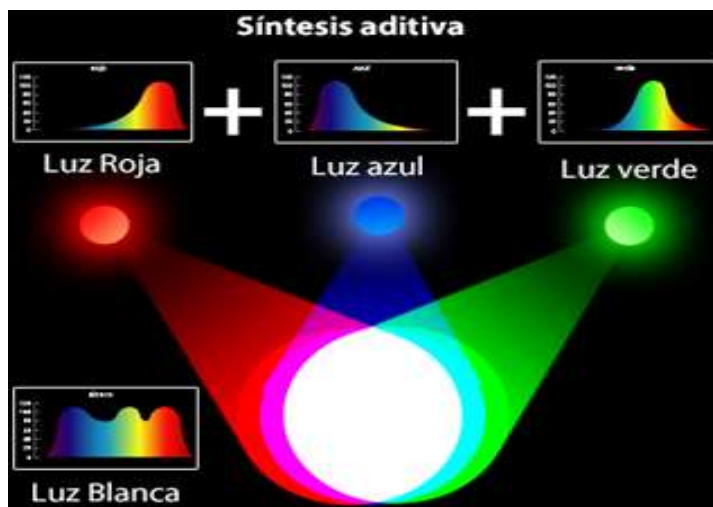


Mezcla aditiva

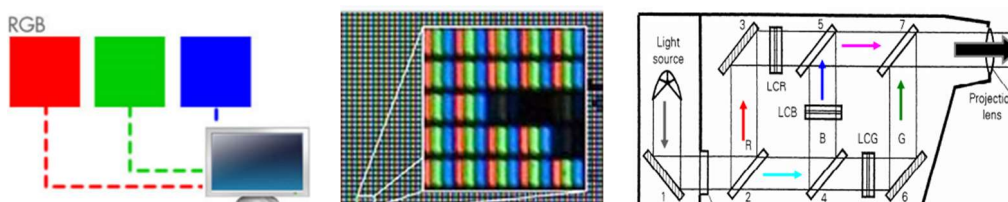
La mezcla aditiva (colores luz) se consigue con luces de color rojo, verde y azul (colores primarios) sobre una pantalla blanca. Combinando estos colores a partes iguales se obtienen los colores secundarios: cian (azul + verde), magenta (rojo + azul), amarillo (rojo + verde) y blanco (rojo + verde + azul). Variando cada una de estas luces se ven multitud de tonalidades.

Se llaman colores:

- Primarios: los que no se obtienen a partir de otros colores (pueden ser tres colores elegidos del principio, medio y final del espectro visible).
- Secundarios: los que se obtienen de mezcla de los primarios.
- Complementarios: los que al mezclarse dan luz blanca. Estos son: el cian con el rojo, el magenta con el verde y el amarillo con el azul.



La iluminación de las pantallas de TV, por ejemplo, son **aplicaciones prácticas** de la mezcla aditiva. En su mayoría trabajan con rojo, verde y azul, RGB (en inglés) o RVA (en español) en escalas de 0 a 255, para lograr una gama completa de colores ($255 \times 255 \times 255 = 16,5$ millones de colores). Mirando la pantalla con una lupa se pueden ver los píxeles con estos tres colores.

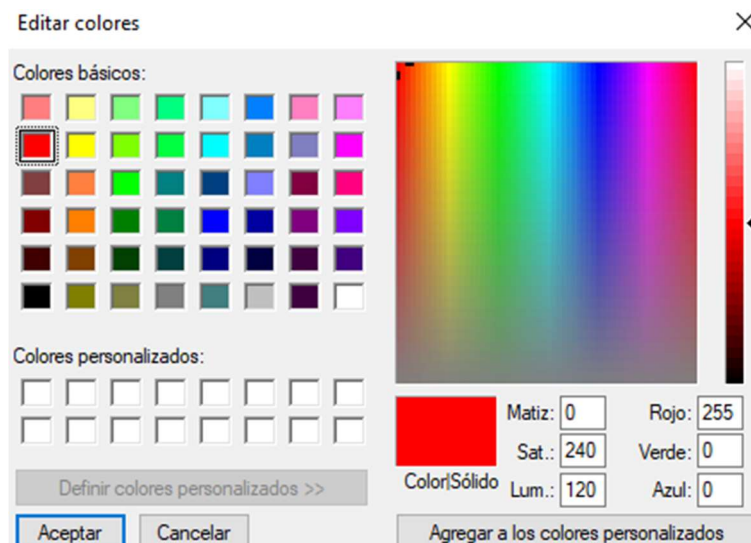


Las **características del color** son:

- Matiz, tono o tonalidad. Distingue unos colores de otros, verde, rojo, púrpura, etc.
- Saturación. Mayor (color débil) o menor (color fuerte) mezcla con el blanco.
- Luminancia o brillo. Intensidad de luz con la que vemos el color (se ven mejor los colores con una luminancia media).

El **programa Paint**, cuya licencia suele incluir Windows, es una herramienta para dibujar con el ordenador y poder colorear los objetos. Ir desde "Inicio" a "Accesorios" / "Paint" y "Editar colores". En "colores básicos" hay 48 colores distintos en 8(filas)x6(columnas). Al seleccionar uno, éste aparece en "Color Sólido" con 6 cantidades: rojo, verde, azul, matiz, saturación y luminancia. En "Agregar a los colores personalizados" y mover el puntero:

- de abajo a arriba, por la pantalla coloreada, varía la saturación de 0 a 240,
- de izquierda a derecha, varía el matiz de 0 a 239 y
- por el cursor, de abajo a arriba varía la luminosidad de 0 a 240, y el rojo, el verde y el azul de 0 a 255.



Ejemplos:

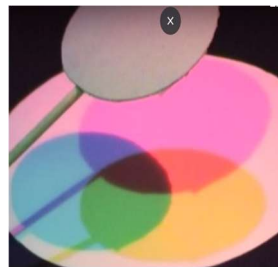
| | Matiz | Sat | Lum | Rojo | Verde | Azul |
|----------|-------|-----|-----|------|-------|------|
| Blanco | 160 | 0 | 240 | 255 | 255 | 255 |
| Gris | 160 | 0 | 181 | 192 | 192 | 192 |
| Negro | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rojo | 0 | 240 | 120 | 255 | 0 | 0 |
| Amarillo | 40 | 240 | 120 | 255 | 255 | 0 |
| Naranja | 20 | 240 | 120 | 255 | 128 | 0 |
| Rosa | 200 | 240 | 180 | 255 | 128 | 255 |
| Morado | 180 | 240 | 120 | 128 | 0 | 255 |

Mezcla sustractiva

La mezcla sustractiva (colores pigmento) se consigue con pigmentos que absorben una parte de la luz incidente, dejando pasar o reflejando el resto (luz emergente). Los colores de la mezcla sustractiva se pueden observar al interponer un obstáculo a la luz procedente de los focos rojo, verde, y azul.

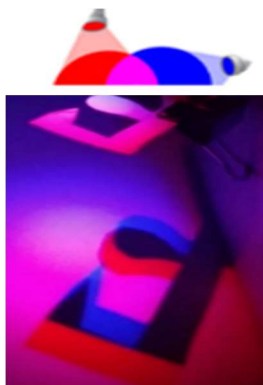
Las **sombras** que se producen sobre la luz blanca central pueden ser de:

- Sombra de un solo foco. La ausencia de luz de este foco es la mezcla aditiva de los otros dos. Se obtienen los complementarios: el cian (azul + verde) en la ausencia del rojo, magenta (rojo + azul) en la ausencia del verde y el amarillo (rojo + verde) en ausencia del azul.
- Sombras de dos focos. La ausencia de luz de estos focos permite ver la luz del tercer foco, el verde complementario del magenta, el azul del amarillo y el rojo del cian.
- Sombra de los tres focos. La ausencia de luz produce el negro.



En la siguiente figura se ve:

- Luces roja y azul dan magenta. La sombra de la luz roja es azul, la de la azul es roja y la de las dos es negra.
- Luces verde y azul dan cian. La sombra de la luz verde es azul y la de la azul es verde.
- Luces roja y verde dan amarillo. La sombra de la luz roja es verde y la de la verde es roja.



a)

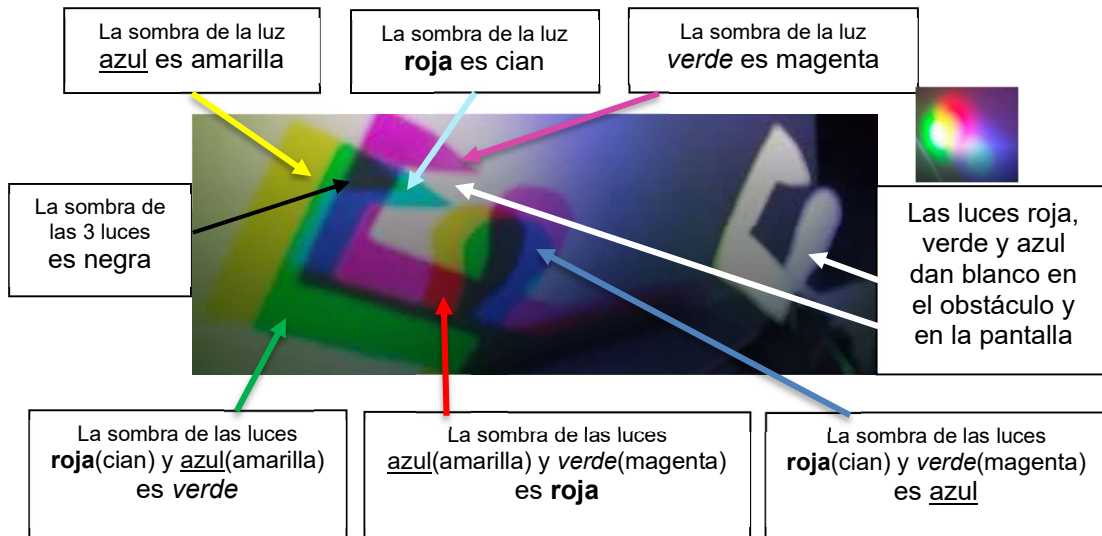


b)

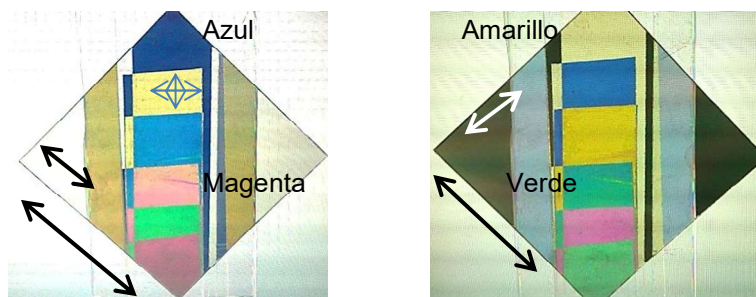


c)

En la siguiente figura se ven las sombras con luces roja, verde y azul:



Birrefringencia. Los colores complementarios se ven en distintas capas de cinta adhesiva entre dos polarizadores cruzados y sin cruzar, como entre azul y amarillo, magenta y verde. Los colores también varían al mirar con distinta inclinación. Estos colores se producen por fenómenos de interferencia de la luz polarizada con los cuerpos anisótropos al ser birrefringentes.

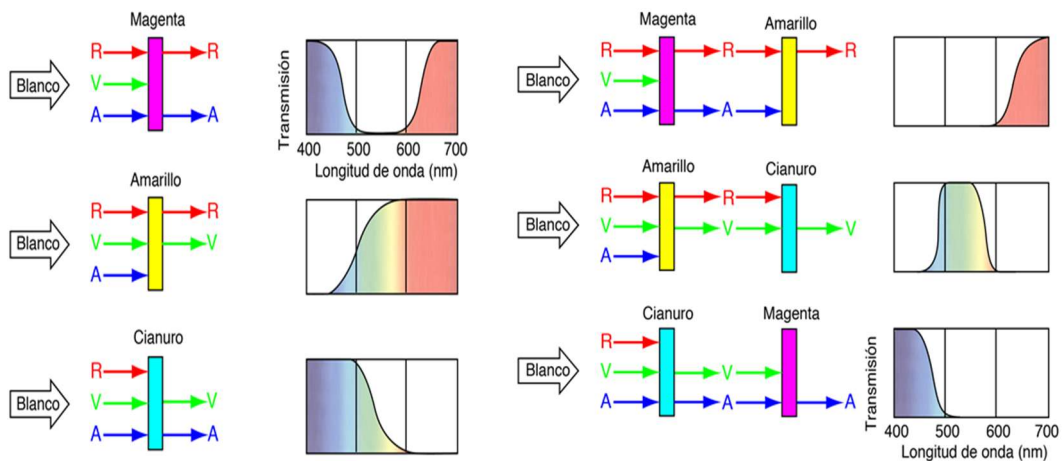


Fotoelasticidad o análisis de esfuerzos. Las tensiones interiores en determinados materiales como los plásticos producen birrefringencia. Al colocar dichos materiales entre dos polarizadores se observan bandas de colores. Las tensiones son más intensas donde estas bandas están más juntas. Al hacer esfuerzos sobre estos elementos de plástico se ve que estas bandas se mueven al modificarse las tensiones.

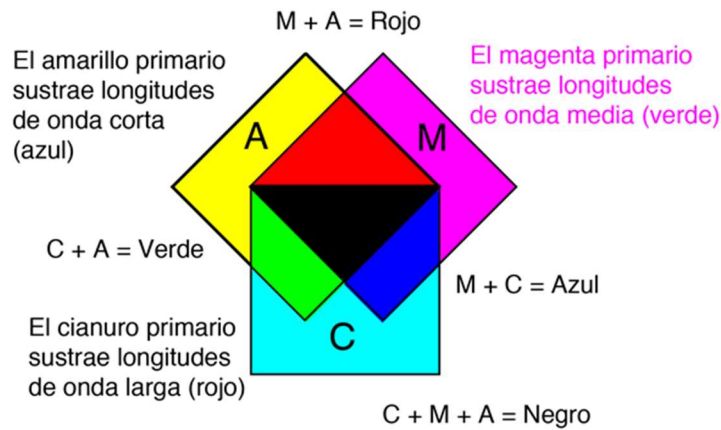


Filtros coloreados

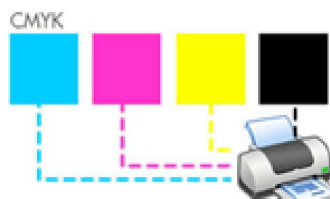
Los filtros actúan por absorción selectiva de un rango de longitudes de ondas de luz blanca y transmiten la luz del color del filtro. Los colores primarios sustractivos más frecuentemente utilizados son el magenta (absorbe el verde), el amarillo (absorbe el azul) y el cian (absorbe el rojo). Los colores secundarios sustractivos son el verde, el rojo y el azul. La acción de los filtros sobre la luz blanca se ilustra a continuación:



Al mirar una blanca con los filtros amarillo, magenta y cian colocados como se indica en la figura siguiente se ven los colores sustractivos secundarios (rojo, verde y azul).

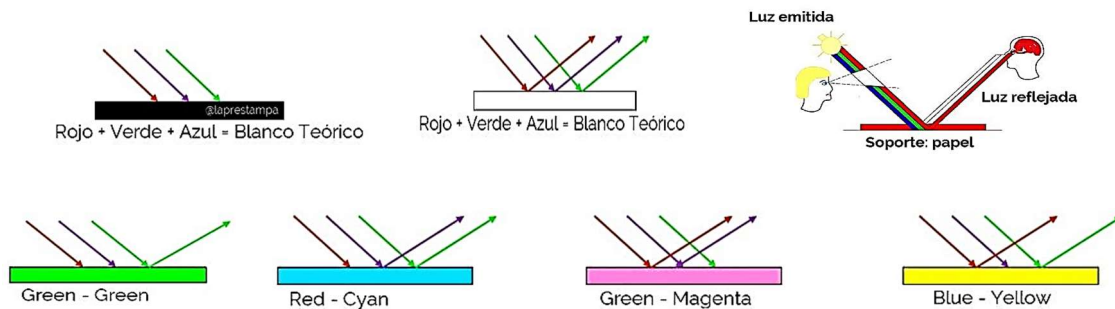


El modo sustractivo es utilizado por los sistemas de imprenta, añadiendo el color negro a su mezcla para conseguir «negros enriquecidos» y se conoce como CMYK.



Color de los cuerpos

El color de los objetos depende, tanto del tipo de luz que les llega, como del tipo de su superficie. Si una superficie no refleja nada se verá negra. Si una superficie refleja toda la luz que le llega, su color es blanco cuando la luz sea blanca, y rojo cuando sea roja. Una superficie que refleja el rojo, se verá roja solo si la luz que la ilumina contiene rojo, pero si no es así se verá negra. Una superficie se verá amarilla solo si refleja el rojo y el verde y la luz que le ilumina contiene rojo y verde y así sucesivamente.



Observar los payasos siguientes en la figura siguiente:

- El primero de ellos se ve bajo una luz blanca, los colores del vestido del payaso reflejan sus propias tonalidades.
- Los tres payasos siguientes están iluminados con luces verde, azul y roja, se ven de los colores de estas luces.
- El último payaso está iluminado de amarillo, luz formada por rojos y verdes, por lo que se ven estos tres colores.



Un aspecto importante de la teoría del color es saber la diferencia entre el color luz o aditivo donde los colores se suman y el color pigmento o sustractivo donde los colores se sustraen.

