Autora: **Ingrid Calvo Ivanovic:** ([1])

MODELOS DE COLOR

El color, como cualquier otro recurso, también tiene su técnica y está sometido a ciertas leyes, y según la aplicación que se desea, se trabaja con distintos modelos de color. Los modelos de color describen los colores que se ven en las imágenes digitales e impresas y el trabajo con ellos.
Permiten, no sólo establecer un espacio único común a todos los equipos que forman parte de la cadena de adquisición y reproducción de color, sino que también permiten simular cómo lucirá la imagen y su color en otro dispositivo de la cadena; así por ejemplo, podemos ver en la pantalla del computador cómo saldrá la imagen impresa en el papel, después de que haya pasado por las tintas que se usan normalmente en prensa y con diferentes papeles, permitiendo un trabajo de edición de imagen y color mucho más sencilla y fiel a los resultados finales [2].

Cada modelo de color como, por ejemplo, RGB, CMYK o HSB representa un método diferente (y por lo general, numérico) de descripción de los colores.

Modelo RGB

RGB es el modelo de síntesis aditiva del color, o color luz. Este es el modelo de definición de color en pantalla usado para trabajos digitales. En la pantalla hay una serie de puntos minúsculos llamados píxeles. Cada punto de la pantalla es un píxel y cada píxel es, en realidad, un conjunto de tres subpíxeles; uno rojo, uno verde y uno azul, cada uno de los cuales brilla con una determinada intensidad. El monitor produce entonces los puntos de luz partiendo de tres tubos de rayos catódicos, uno rojo R (Red), otro verde G (Green) y otro azul B (Blue).

Para indicar con qué proporción mezclamos cada color en pantalla, se asigna un valor a cada uno de los colores primarios, de manera, por ejemplo, que el valor 0 (cero) significa que no interviene en la mezcla y, a medida que ese valor aumenta, se entiende que aporta más intensidad a la

---

[1] Diseñadora Gráfica titulada en la Universidad de Chile. Miembro individual de la Asociación Internacional del Color (AIC). Miembro colaborativo del Study Group on Color Education de la AIC. Directora de Extensión de la Asociación Chilena del Color. Miembro directivo del Grupo Color Santiago. También es Académica del Departamento de Diseño de la Universidad de Chile y co-investigadora del programa Estudios del Color, en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en: http://www.proyectacolor.cl/aplicacion-del-color/modelos-de-color/

[2] SOTO Veragua, Jorge. *Del trazo al chip: la técnica gráfica y sus sistemas*. Ediciones B&B, 2000, Santiago – CHILE.

mezcla. De esta forma, un color cualquiera vendrá representado en el sistema RGB mediante la sintaxis decimal (R, G, B) o mediante la sintaxis hexadecimal #RRGGBB.

En la sintaxis decimal, la intensidad de cada una de las componentes se mide según una escala que va del 0 al 255. Por lo tanto, el rojo se obtiene con (R = 255, G = 0, B = 0); el verde con (R = 0, G = 255, B = 0) y el azul con (R = 0, G = 0, B = 255), obteniendo en cada caso un color resultante monocromático.

En la sintaxis hexadecimal, la intensidad de las componentes se mide según una escala de 3 pares de valores: 1 par de valores para el color rojo, 1 par para el verde y 1 par para el azul. La escala para cada valor va del 0 al 9 continuando con las letras A a la F, por lo que 0 corresponderá al valor más bajo y F al valor más alto. Entonces el rojo más saturado se escribirá #FF0000 (es decir R= FF, G=00, B=00), donde el primer par de valores (FF) contempla el máximo de color rojo, y los 2 pares siguientes (00) y (00), señalan la ausencia de verde y azul, respectivamente. Por consiguiente, el color verde se escribirá #00FF00 y el azul #0000FF.

Notación RGB

Hexadecimal		Decimal
#99ff00		153, 255, 0
#ff9999		255, 153, 153
#ff33ff		255, 51, 255
#0066ff		0, 102, 255
#ff3300		255, 51, 0
#9999ff		153, 153, 204
#660000		102, 0, 0

En la figura, el modelo RGB y sus notaciones Hexadecimal y Decimal

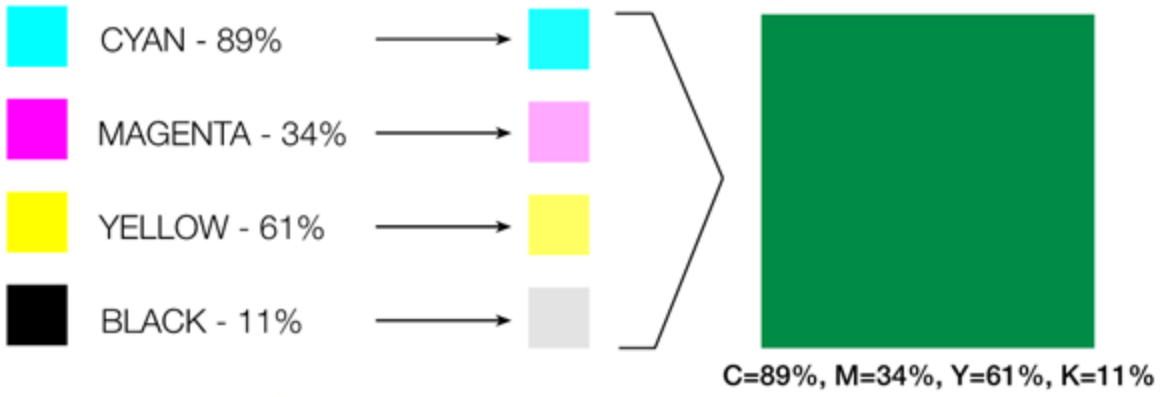
La ausencia de color luz — lo que conocemos como color negro — se obtiene cuando las tres componentes son 0, (R = 0, G = 0, B = 0) en notación decimal y #000000 en notación hexadecimal. Obviamente, el color blanco se forma con los tres colores primarios a su máximo nivel (R = 255, G = 255, B = 255) o #FFFFFF en hexadecimal. Si los valores de los tres componentes son idénticos, se obtiene un tono de gris neutro.

La combinación de dos colores a nivel 255 con un tercero en nivel 0 da lugar a tres colores intermedios. De esta forma el amarillo es (R = 255, G = 255, B = 0), el cyan es (R = 0, G = 255, B = 255) y el magenta es (R = 255, G = 0, B = 255).

Modelo CMYK

CMYK corresponde a la síntesis sustractiva o color pigmento. Este modelo se aplica a medios impresos, en cuatricromía. En el modo CMYK, a cada píxel se le asigna un valor de porcentaje para las tintas de cuatricromía, (Azul ciano o *Cyan*, Rojo Magenta, Amarillo o *Yellow*, y Negro o *Black*).

Los colores más claros (zonas de luz en una composición), tienen un porcentaje pequeño de tinta, mientras que los más oscuros (zonas de sombra en una composición) tienen mayores porcentajes de tinta. Los diferentes matices se darán por las variaciones de las cuatro tintas en diferentes porcentajes desde el 0% al 100%.

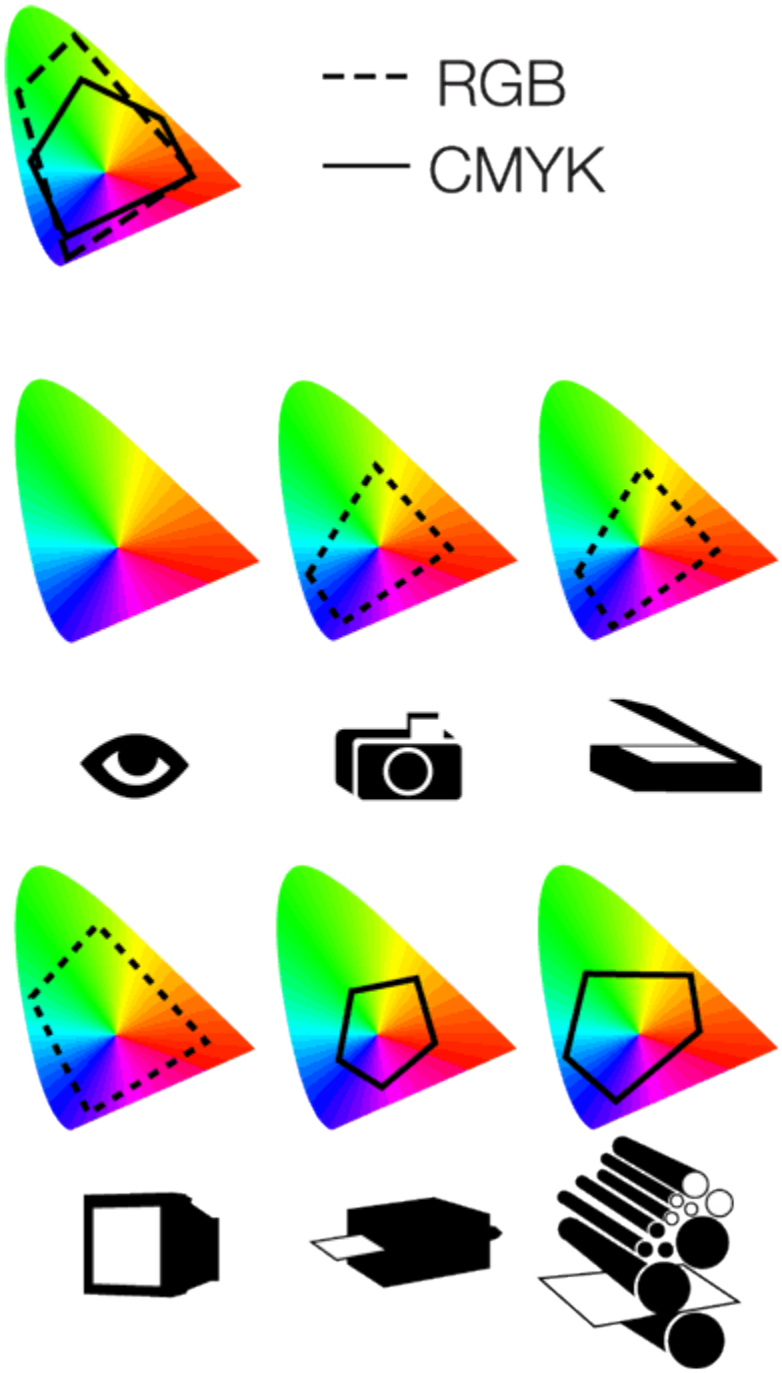


Por ejemplo, un rojo brillante podría tener 2% de cian, 93% de magenta, 90% de amarillo y 0% de negro. En las imágenes CMYK, el blanco puro se genera si los cuatro componentes tienen valores del 0%, es decir, los espacios blancos se dan por vacíos de tinta, ya que usualmente no se ocupa tinta blanca, por su alto costo. Aunque CMYK es un modelo de color estándar, puede variar el rango exacto de los colores representados, dependiendo de la imprenta y las condiciones de impresión.

El negro generado al mezclar los colores primarios sustractivos no es ideal y por lo tanto, la impresión a cuatro tintas utiliza el negro (K) además de los colores primarios sustractivos amarillo (Y), magenta (M) y cyan (C). Una mezcla de pigmentos amarillos, magenta y cian, rara vez produce negro puro porque es casi imposible, mediante una mezcla, crear pigmentos puros. Por su parte cuando el negro se mezcla con otros colores, resulta un negro más negro llamado “negro enriquecido”, o “negro de registro”.

Se le llama K (key) al negro, en vez de usar la letra B, por ser un nombre corto del término key plate utilizado en la impresión. Esta placa maestra imprimía el detalle artístico de una imagen, usualmente en tinta negra. El uso de la letra K también ayudó a evitar confusiones con la letra B utilizada en el acrónimo del modelo RGB.

Comparación entre RGB y CMYK



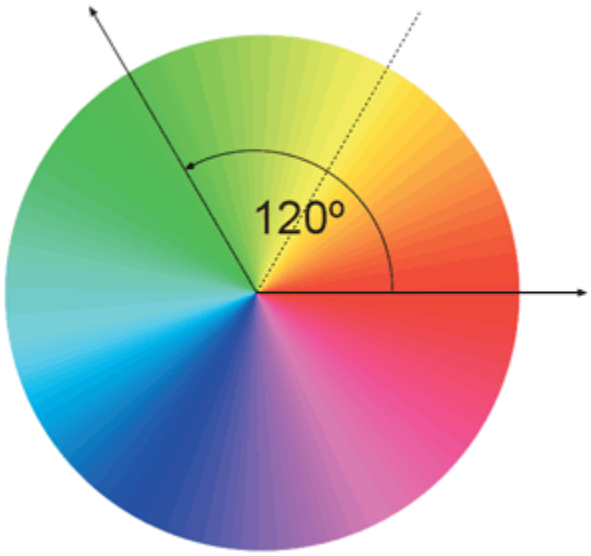
En la figura, comparación de los modelos RGB y CMYK según los diferentes dispositivos usados.
Las lineas negras representan el espacio de color con que trabaja cada dispositivo.

El uso de la impresión a cuatro tintas genera un buen resultado con mayor contraste. Sin embargo, el color pantalla, visto en el monitor de una computadora es diferente al color impreso del mismo objeto, pues los modelos RGB y CMYK tienen diferentes dispositivos: el primero corresponde a síntesis aditiva y el segundo a síntesis sustractiva. Por ejemplo, el azul puro (RGB 0, 0,100%) es imposible de reproducir en CMYK. El equivalente más cerca en CMYK es un tono azul violáceo.

Los monitores de ordenador, y otras pantallas, utilizan el modelo RGB, que representa el color de un objeto como una mezcla aditiva de luz roja, verde y azul (cuya suma es la luz blanca). En los materiales impresos, esta combinación de luz no puede ser reproducida directamente, por lo que las imágenes generadas en los ordenadores, cuando se usa un programa de edición, dibujo vectorial, o retoque fotográfico se deben convertir a su equivalente en el modelo CMYK que es el adecuado cuando se usa un dispositivo que usa tintas, como una impresora doméstica, o una máquina offset.

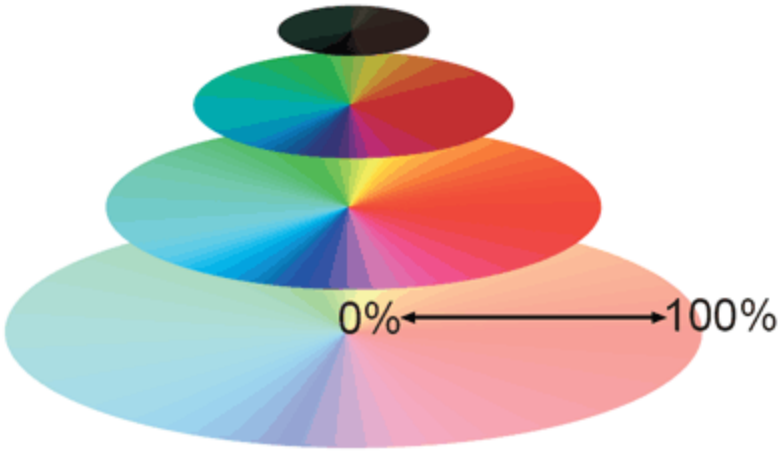
Modelo HSB

Otro modelo de definición del color es el modelo HSV, también llamado HSB, basado en el trabajo de Albert Munsell y sus estudios de la percepción humana del color, definiendo los colores en función de las tres propiedades del color (matiz, luminosidad y saturación). El matiz o tonalidad, se representa como un grado de ángulo cuyos valores posibles van de 0 a 359° (aunque para algunas aplicaciones se normalizan del 0 al 100%). Cada valor corresponde a un color. Ejemplos: 0º es rojo, 60º es amarillo y 120º es verde.



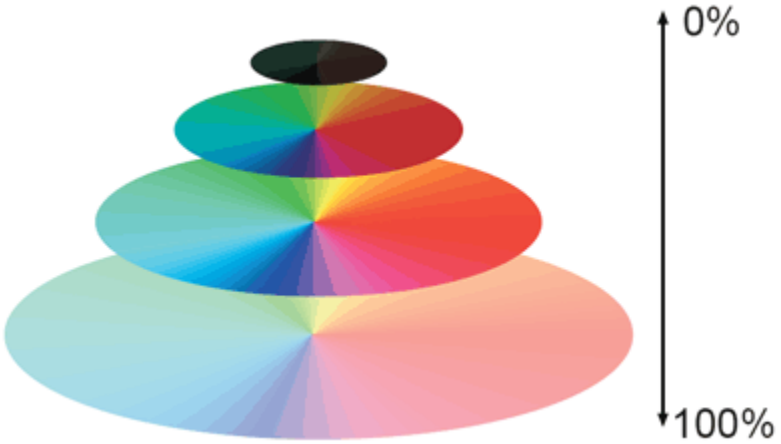
En la figura, representación del matiz en el modelo HSB

La saturación se representa como la distancia al eje de brillo negro-blanco. Los valores posibles van del 0 al 100%. A este parámetro también se le suele llamar “pureza” por la analogía con la pureza de excitación y la pureza de color. Cuanto menor sea la saturación de un color, mayor tonalidad grisácea habrá y más decolorado estará.



En la figura, representación de la saturación en el modelo HSB

La luminosidad representa la altura en el eje negro-blanco. Los valores posibles van del 0 al 100%. 0 siempre es negro. Dependiendo de la saturación, 100 podría ser blanco o un color más o menos saturado. Es común que deseemos elegir un color adecuado para alguna de nuestras aplicaciones; cuando es así, resulta muy útil usar la ruleta de color HSB.



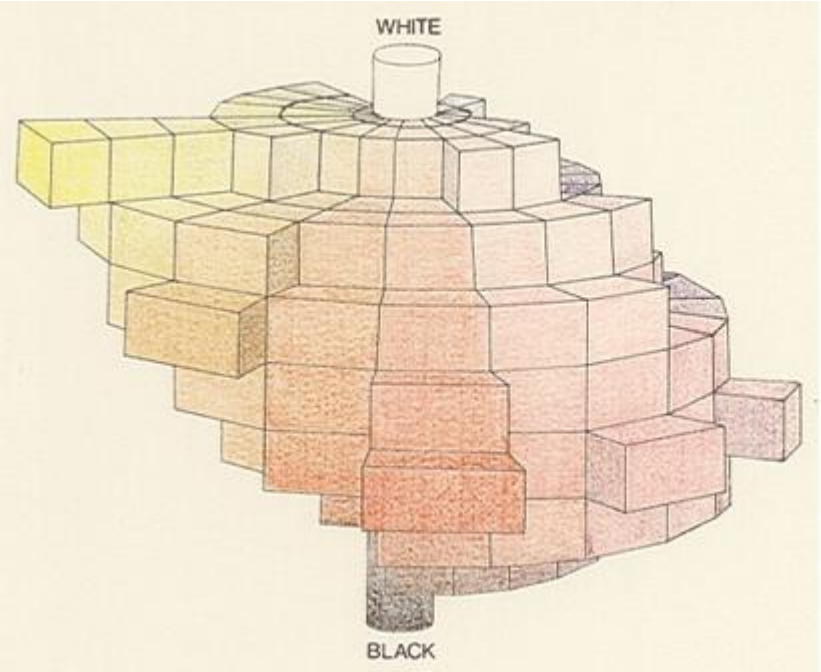
En la figura, representación de la luminosidad en el modelo HSB

Árbol de Münsell

Albert Munsell (1858 – 1918) creó el modelo cromático más versátil que existe hasta la fecha. Para hacerlo, se inspiro en su colega norteamericano Odgen Rood, que eligió el rojo, el verde y el azul como colores primarios y los distribuyó de modo que el complemento de cada color coincidiera con su imagen posterior en negativo, lo que permitía al artista beneficiarse al máximo de los efectos de contraste simultáneos [3].

También formuló un modelo cromático tridimensional, propuesto por primera vez por el pintor alemán Phillip Otto Runge en 1810, con colores puros alrededor del ecuador, y tonos más claros en la parte superior y más oscuros en la inferior.

[3] FERRER, Eulalio, *Los lenguajes del color*, Fondo de la Cultura Económica, Mexico D. F. – MÉXICO

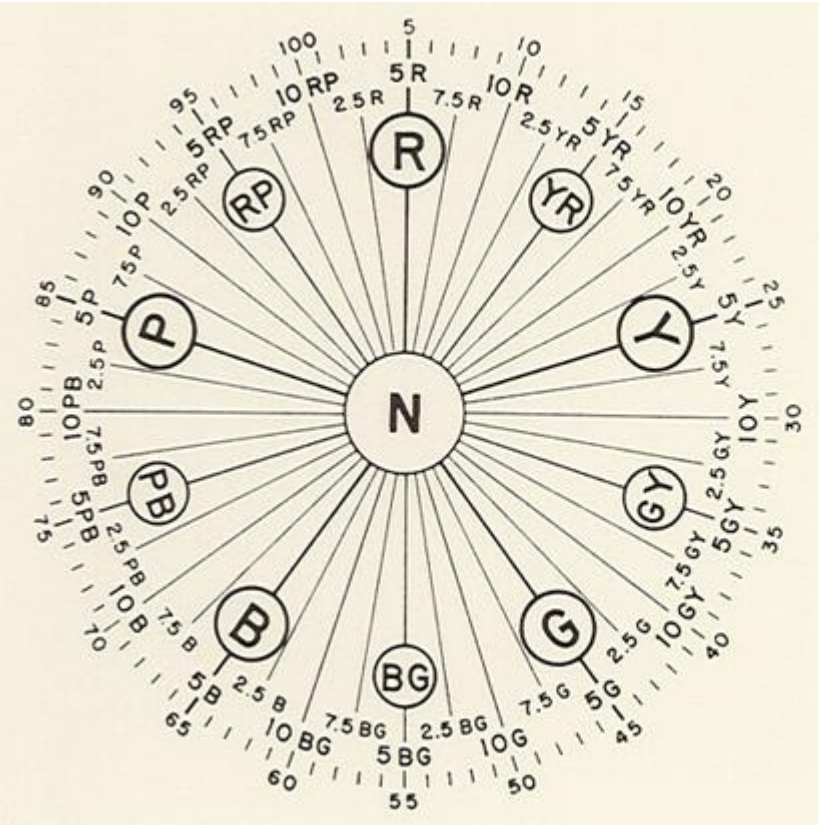


En la figura, dibujo original del árbol de Albert Munsell

El logro de Munsell fue advertir que, dado que en estado puro **unos colores son más saturados que otros**, las relaciones se distorsionan cuando el espectro se representa en una forma regular. En lugar de esfera, Munsell creó un "árbol" en que los colores se distribuían por ramas en orden de saturación o pureza. Y donde las ramas pueden ser de distinta longitud, por ejemplo, la rama del amarillo es muy larga, y la del naranja, mucho más corta.

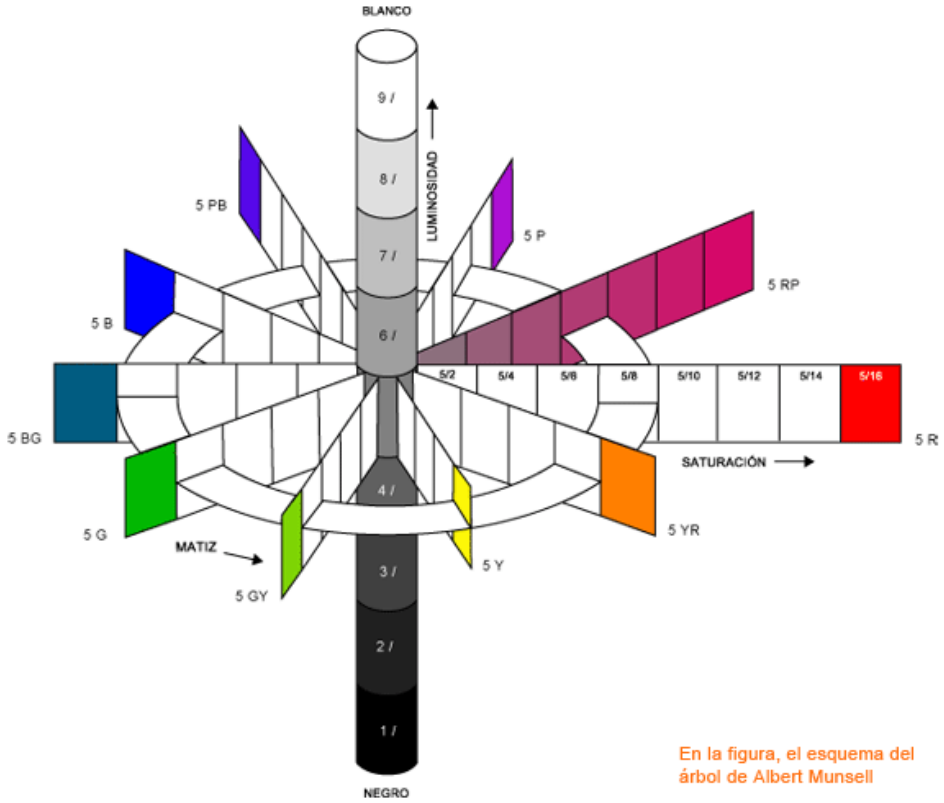
El árbol de Munsell, que también puede representarse en forma de rueda, se divide en cinco colores primarios, y otros cinco intermedios, con lo que se obtiene un total de 10 divisiones (las versiones comerciales incluyen hasta 20). Cada color primario se nombra con una inicial que corresponde al nombre en inglés: R (rojo), Y (amarillo), G (verde), B (azul) y P (púrpura). Los colores intermedios se nombran con las iniciales de los principales colores adyacentes: YR, GY, etc. Para mayor precisión, el círculo cromático se divide a su vez en puntos numerados del 5 en la parte superior (rojo) al 100[4].

[4] FRASER Tom, BANKS Adam, *Color, la guía más completa,* Editorial Evergreen, Barcelona – ESPAÑA



En la figura, dibujo original del círculo con 10 segmentos del árbol.

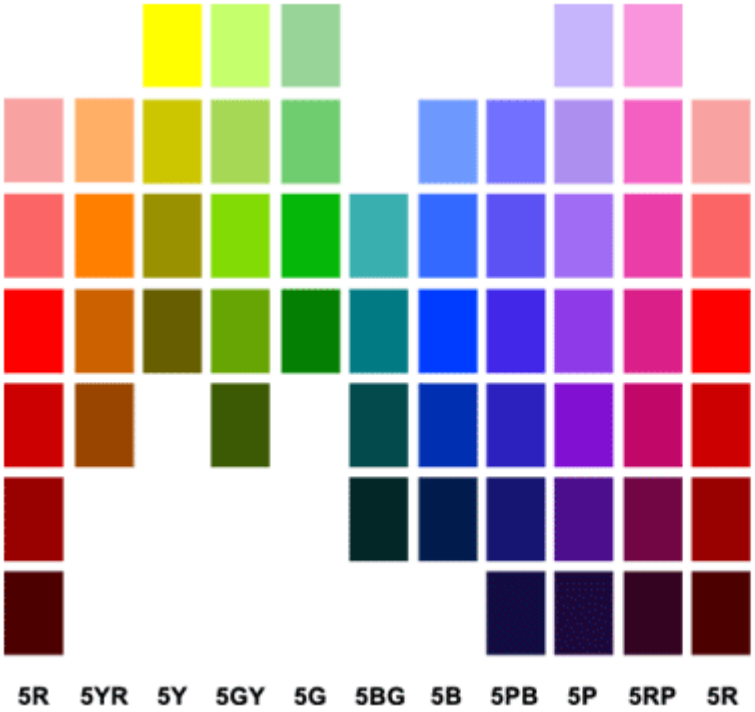
En sentido vertical, el árbol se segmenta en diez intervalos que van del 0 (negro puro, abajo) al 10 (blanco puro, arriba). Las ramas se dividen en segmentos, desde cero en el centro para los colores neutros (gris) hasta 20 o más. Como la escala no tiene límites, incluso los materiales fluorescentes encuentran su lugar.



En la figura, el esquema del árbol de Albert Munsell

Los colores de Munsell se especifican mediante la notación HV/C, donde H es hue o matiz, V es el valor y C es el croma o la saturación. Para facilitar la lectura de las especificaciones, el número del color se acompaña de la(s) inicial(es) del primario adyacente. Así un rojo intenso sería 5R 5/16. La notación varía para los neutros: el color es N y la saturación se omite, de modo que una tinta negra sería N1 /.

El árbol de Munsell ha demostrado su eficacia en los ámbitos de la manufactura, el arte, la ilustración y el diseño, y en él se basan muchos sistemas industriales de especificación cromática estándar. Su principal inconveniente es que la selección de los colores reales del árbol obedece tanto a la subjetividad de Munsell como a su método científico.



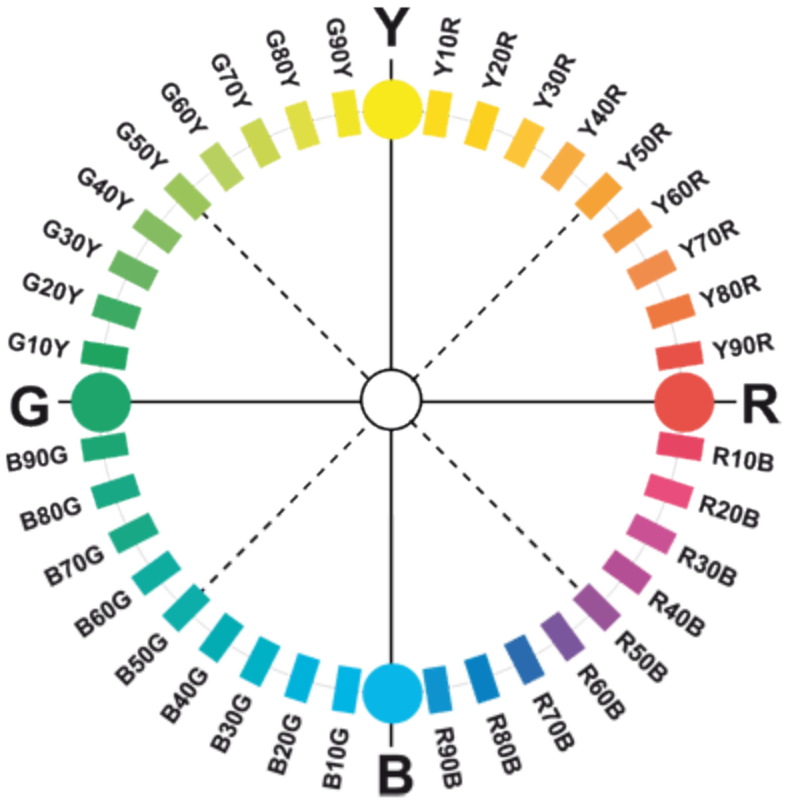
En la figura, los fragmentos bidimensionales del modelo permiten asimilar la lógica de la distribución de los colores.

No obstante, el trabajo de Munsell influyó mucho en un estudio científico de alto nivel sobre el modelado del color-espacio que la Comisión Internacional sobre la Iluminación (Comisión Internationale de l'Eclairage o CIE) llevó a cabo en la década de 1930. Unos experimentos dieron las respuestas a estímulos cromáticos de un "observador estándar" (una especie de término medio de la percepción cromática), y se plasmaron en un eje de coordenadas, el modelo CIE XYZ, tridimensional. [5]

Modelo NCS

El modelo Natural Color System (NCS) fue desarrollado por el Instituto Escandinavo del Color (Skandinaviska Färginstitutet AB) de Estocolmo, en 1960, y está basado en los estudios elaborados por Hering [6] que redujo todos los colores visibles a la mezcla de cuatro únicos tonos: amarillo, rojo, verde, azul más negro y blanco, creando ejes dimensionales entre los colores opuestos. Relaciona los colores en tres parejas como colores elementales (blanco-negro, rojo-verde y amarilllo-azul) definidos como opuestos. En esta estructura se despliegan 13 escalas entre las mezclas de colores entre sí y con el blanco y el negro que se van incrementando en un 10% de intensidad.

[5] FRASER Tom, BANKS Adam, *Color, la guía más completa,* Editorial Evergreen, Barcelona – ESPAÑA
[6] HERING, Ewald, *On the Theory of Sensibility to Light, Academy of Sciences, 1878, Viena – AUSTRIA*



En la figura, el modelo Natural Color System

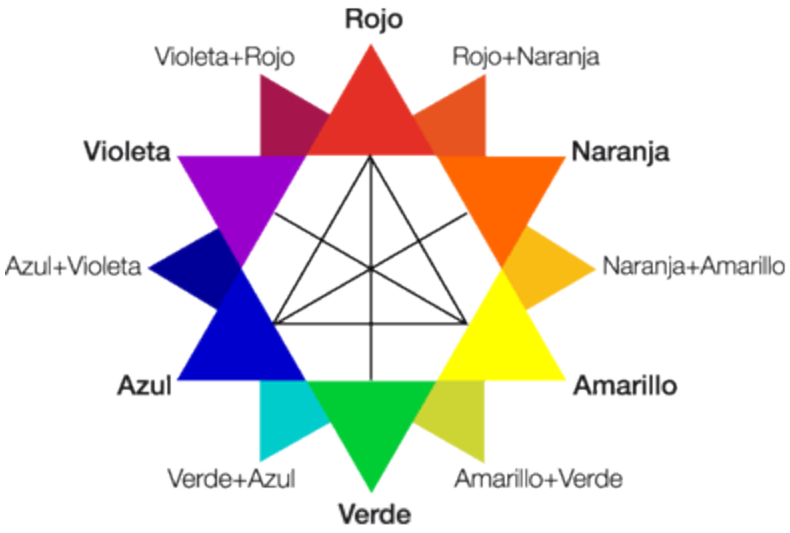
Los seis colores elementales son frecuentemente usados para pintar juguetes educativos o para diseños que destacan por su simplicidad, como la bandera de los Juegos Olímpicos o el logo de Microsoft Windows. Los colores en este modelo están definidos por tres variables, que especifican la oscuridad (ausencia de luminosidad), la saturación, y el porcentaje entre dos de los colores rojo, amarillo, verde o azul (matiz). La saturación puede ser menor o igual a 100%; la cantidad de porcentaje restante, otorga el valor de luminosidad.

Un ejemplo de la anotación del modelo NCS, los colores amarillo y azul de la bandera de Suecia:

Amarillo: NCS 0580-Y10R (= 5% de oscuridad, 80% saturación, 90% amarillo (yellow) + 10% rojo (red) = un amarillo saturado ligeramente oscurecido con un suave tinte anaranjado.
Azul: NCS 4055-R95B (= 40% oscuridad, 55% saturación, 5% rojo (red) + 95% azul (blue) = un azul oscuro y poco saturado, con un suave tinte violeta.

Modelo RYB

El modelo de color “del pintor” o RYB (Red, Yellow, Blue = Rojo, amarillo, azul) es un modelo de síntesis sustractiva de color o color pigmento, al igual que el modelo CMYK. Hoy día sabemos que este modelo no es correcto, pero aun así es un modelo que se usa comúnmente en bellas artes. Estos son los colores primarios que generalmente se estudian en la enseñanza básica.



En la figura, el modelo del pintor o modelo RYB.

En este modelo, el verde es una mezcla de azul y el amarillo. El amarillo es el complementario del violeta y el naranja el complementario del azul. Hoy, los científicos saben que el conjunto correcto es el modelo CMYK, que usa el cian en lugar del azul y magenta en lugar del rojo.

Comparación entre los modelos CMYK y RYB, ambos de color pigmento.

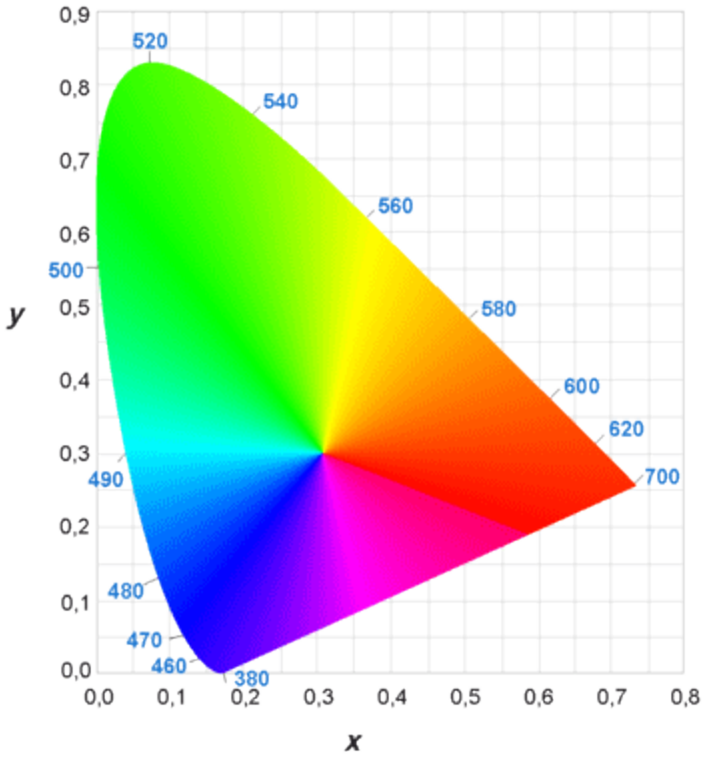
El modelo RYB también usa la tríada de colores en una rueda de color estándar. Los colores secundarios también forman una tríada.

Modelo CIE

El modelo CIE XYZ

La CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) propuso este modelo en 1931 como estándar de medida. El modelo CIE derivó de una serie de experimentos realizados a fines de siglo por David W. Wright y John Guild.

Este modelo se basa en los tres colores luz primarios, rojo, verde y azul, como valores triestímulos llamándolos X, Y y Z respectivamente. Dado que el ojo humano tiene tres tipos de conos que responden a diferentes rangos de longitudes de onda, este modelo posee una representación de todos los colores visibles en una figura tridimensional.



En la figura, el modelo CIE XYZ

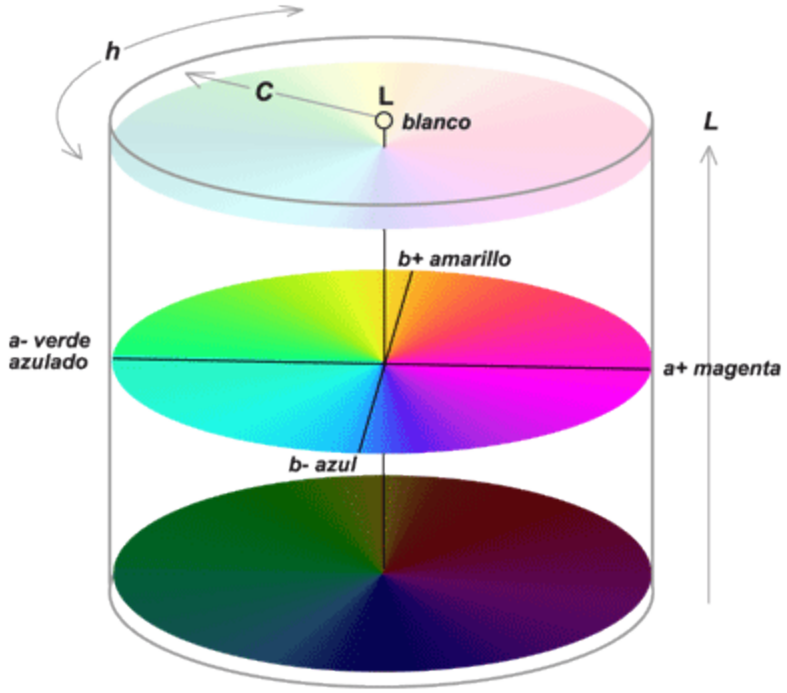
Sin embargo, el color se puede dividir en tres partes: matiz, luminosidad y saturación. Por ejemplo, el color blanco es un color luminoso, mientras que un gris pálido se considera una versión menos luminosa de ese mismo blanco. La saturación de blanco y gris son los mismos, pero su luminosidad es diferente. Los colores varían su saturación y luminosidad, dependiendo de su ubicación en los ejes del modelo. Este modelo no permitía una definición completa.

Modelo CIE LAB

En 1976 se perfeccionó y fue publicado el CIE LAB Color System, que cambia la forma de notación y representa un avance sobre los modelos anteriores; a diferencia de ellos, este modelo dimensiona la totalidad del espectro visible. El beneficio de este modelo, es su habilidad para describir sin error la posición de cualquier color en dicho espacio.[7]

Los valores numéricos de Lab describen todos los colores que ve una persona con una capacidad de visión normal. Como Lab describe la apariencia del color en vez de la cantidad de colorante necesaria para que un dispositivo (como un monitor, una impresora de escritorio o una cámara digital) produzca el color, Lab se considera un modelo de color independiente de dispositivo. Los sistemas de gestión de color utilizan Lab como referencia de color para transformar un color de forma predecible de un espacio de color a otro.

[7] SOTO Veragua, Jorge, *Del trazo al chip: la técnica gráfica y sus sistemas, Ediciones B&B, 2000, Santiago – CHILE.*



En la figura, el modelo CIE LAB

Los tres colores de luz percibidos, rojo, verde y azul, son medidos en el contexto de una iluminación específica y todos los demás son considerados como una combinación de color iluminación y superficie reflectante. Considera el espacio en forma uniforme y despliega tres ejes espaciales: L (luz, blanco-negro), A (rojo – verde), B (amarillo – azul). Este espacio tiene algunas similitudes con el modelo NCS.

El componente de luminosidad (L) oscila entre 0 y 100. El componente A (eje verde- rojo) y el componente B (eje azul- amarillo) pueden estar comprendidos entre + 120 y – 120. El modo LAB se usa sobre todo cuando se desea modificar los valores de luminosidad y color de una imagen por separado.[8]

Sistema PANTONE

PANTONE Inc. es una empresa con sede en Carlstadt, Nueva Jersey (Estados Unidos), creadora de un sistema de control de color para las artes gráficas. Su sistema de definición cromática es el más reconocido y utilizado por lo que, normalmente, se llama Pantone. Este modelo de color, a diferencia de los modelos CMYK y RGB, suele denominarse color directo o especial. El sistema se basa en una paleta o gama de colores, la guía PANTONE, de manera que muchas veces es posible obtener otros por mezclas de tintas predeterminadas que proporciona el fabricante.

[8] CIE, Commission Internationale de l'Eclairage proceedings, Cambridge University Press, 1924. Cambridge – INGLATERRA.

Por ejemplo, es un sistema muy empleado en la producción de pinturas de color por mezcla de tintes. Estas guías consisten en un gran número de pequeñas tarjetas de cartón, sobre las que se ha impreso en un lado muestras de color. Cada una de las muestras está numerada y una vez seleccionada es posible recrear el color de manera exacta.

Las ediciones de las Guías PANTONE se distribuyen anualmente debido a la degradación progresiva de la tinta. Las guías de color y los libros de muestras se imprimen en papel estucado, papel sin estucar y papel mate, para asegurar una visualización precisa del resultado impreso y un mejor control al imprimir.