

personas diferentes pueden interpretar un color dado de forma distinta, y puede haber tantas interpretaciones de un color como personas hay.

El espectro electromagnético está constituido por todos los posibles niveles de energía de la luz. De todo el espectro, la porción que el ser humano es capaz de percibir es muy pequeña, en comparación con todas las existentes.

Dos de las primeras explicaciones del espectro visible vienen de Isaac Newton, que escribió sus “experimentos de óptica”, y de Johann Wolfgang Goethe, en su “Teoría de los colores”, a pesar de las tempranas observaciones que fueron hechas por Roger Bacon, que por primera vez reconoció el espectro visible en un vaso de agua, cuatro siglos antes de los descubrimientos de Newton.

En sus experimentos de óptica, Newton observó que cuando un estrecho haz de luz solar incidía sobre un prisma de vidrio triangular con un determinado ángulo, una parte del haz de luz se reflejaba y otra pasaba a través del vidrio y se desintegraba en diferentes colores. Asimismo, hizo converger estos mismos rayos de color en una segunda lente para formar nuevamente luz blanca. Con ello, demostró que la luz solar está compuesta por todos los colores del arco iris (todos los colores del espectro electromagnético visible por el ser humano).

Cabe tener en cuenta que el ojo humano solo percibe las longitudes de onda cuando la iluminación es abundante; por lo tanto, con poca luz se ve prácticamente en blanco y negro.

Los colores primarios

Un color primario es un color que no se puede crear mezclando otros colores del espectro de colores visibles. Los colores primarios se pueden mezclar entre sí para producir la mayoría de los colores. Al mezclar dos colores primarios en partes iguales, se produce lo que se conoce como color secundario.



Esta teoría fue desarrollada por la Escuela francesa de pintura en el siglo XVIII, y se la conoce como modelo de color RYB (Red, Yellow, Blue = rojo, amarillo, azul). Hoy en día ya es in-

adecuada e imprecisa, aunque se sigue aplicando en las escuelas de bellas artes, pintura y diseño gráfico.



adecuada e imprecisa, aunque se sigue aplicando en las escuelas de bellas artes, pintura y diseño gráfico.

Posteriormente, tras el desarrollo del impresionismo en el siglo XIX, y con el desarrollo de la teoría ondulatoria de la luz, se encontraron pistas para determinar con mayor precisión los colores primarios, de tal manera que se encontró que ni el azul ni el rojo son colores primarios, puesto que estos pueden obtenerse de la mezcla de varios tintes, siendo los tonos exactos el color cercano al azul cian y el tono cercano al rojo magenta, surgiendo de esta manera el modelo de color CMYK (Cyan, Magenta, Yellow y Key o Black = cian, magenta, amarillo y negro). Al mismo tiempo, con la difusión de la fotografía y del cine, se encontró que la luz, al mezclarse selectivamente, obtenía un modelo de color diferente al de la mezcla de pinturas y recíproco a este, por lo cual se definió otro modelo de color RGB (Red, Green, Blue = rojo, verde, azul).

La diferencia entre el modelo CMY y el RGB se debe a que el mecanismo de mezcla y producción de colores producidos por la reflexión de la luz sobre un cuerpo no es el mismo al de la obtención de colores por mezcla directa de rayos de luz.

Veamos todo esto con un poco más de detalle.

Colores primarios de la luz (RGB)

El modelo de colores RGB es el que formarían los colores primarios de la luz, ya que con ellos se pueden repre-

sentar todos los colores, siendo negro la oscuridad absoluta y blanco, la claridad absoluta y la mezcla de estos tres colores.

Thomas Young, partiendo del descubrimiento de Newton por el que la suma de los colores del espectro visible formaba luz blanca, realizó un experimento con linternas con los seis colores del espectro visible; proyectando estos focos y superponiéndolos llegó a un nuevo descubrimiento: para formar los seis colores del espectro solo hacían falta tres colores y, además, sumando los tres se formaba luz blanca.

Este proceso, denominado “mezcla, reproducción o síntesis aditiva” (al obtener un color de luz determinado por la suma de otros colores), normalmente utiliza luz roja, verde y azul para producir el resto de los colores. Combinando uno de estos colores primarios con otro en proporciones iguales produce los colores aditivos secundarios (más claros que los anteriores), cian, magenta y amarillo. La ausencia de los tres da el negro, y la suma de los tres da el blanco.



Estos colores primarios no son una propiedad fundamental de la luz, sino un concepto biológico, basado en la respuesta fisiológica del ojo humano a la luz. Aunque la sensibilidad máxima del ojo humano no se logra exactamente en las frecuencias del rojo, del verde y del azul, son los colores que se eligen como primarios, porque con ellos es posible estimular los receptores de color del ojo de manera casi independiente.

Los televisores y los monitores de computadoras son las aplicaciones prácticas más comunes de la síntesis aditiva.

James Clerk Maxwell tiene el mérito de ser el padre de la síntesis aditiva. Hizo que el fotógrafo Thomas Sutton fotografiara un estampado escocés tres veces, cada vez con un filtro de color diferente sobre la lente. Las tres imágenes fueron proyectadas en una pantalla con tres proyectores distintos, cada uno equipado con el mismo filtro de color utilizado para tomar las imágenes. Al unir los tres focos, formó una imagen a todo color; demostrando de este modo los principios de la síntesis de color.

Colores primarios pigmentales (CMY)

Tradicionalmente, los colores rojo, amarillo y azul se consideran los pigmentos primarios del mundo del arte. Sin embargo, esto no es técnicamente cierto, o al menos es impreciso. Los tres colores primarios de la pigmentación son el magenta, el amarillo y el cian. El azul y el rojo son pigmentos secundarios, pero son colores primarios del modelo de colores de la luz, junto con el verde.

Cuando la luz incide sobre un objeto, su superficie absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras. Solo las longitudes de onda reflejadas podrán ser vistas por el ojo y, por tanto, en el cerebro solo se percibirán esos colores. Este proceso se denomina "mezcla, reproducción o síntesis sustractiva".

Es un proceso diferente al de la luz natural o luz artificial, que tiene todas las longitudes de onda y que todo el proceso tiene que ver tan solo con luz, mientras que en los colores que percibimos en un objeto hay que tener en cuenta también el objeto en sí,



que tiene capacidad de absorber ciertas longitudes de onda y reflejar las demás.

En la síntesis sustractiva, propia de la mezcla de pinturas, tintes, tintas y colorantes naturales (para crear colores), el blanco solo se da bajo la ausencia de pigmentos, y utilizando un soporte de ese color y el negro es resultado de la superposición de los colores cian, magenta y amarillo.

Consideremos una manzana "roja". Cuando es vista bajo una luz blanca, parece roja. Pero esto no significa que emita luz roja, que sería el caso de una síntesis aditiva. Si lo hiciese, seríamos capaces de verla en la oscuridad. En lugar de eso, absorbe algunas de las longitudes de onda que componen la luz blanca, reflejando solo aquellas que el humano ve como rojas. Ve la manzana roja debido al funcionamiento particular de su ojo, y a la interpretación que hace el cerebro de la información que le llega proveniente del ojo.

El color que parece que tiene un determinado objeto depende de qué partes del espectro electromagnético son reflejadas por él, o dicho a la in-

versa, qué partes del espectro son absorbidas.

La aplicación práctica de la síntesis sustractiva es la impresión a color y los cuadros de pintura. En la impresión a color, las tintas que se utilizan para reproducir toda la gama del espectro de colores visible son el cian, el magenta y el amarillo.

En definitiva, el cian es el opuesto al rojo, lo que significa que actúa como un filtro que absorbe dicho color. La cantidad de cian aplicada a un papel controlará cuánto rojo mostrará. Magenta es el opuesto al verde y amarillo el opuesto al azul. Con este conocimiento, se puede afirmar que hay infinitas combinaciones posibles de colores, aunque por varias razones también suele usarse la tinta negra.

El origen de los nombres magenta y cian procede de las películas de color inventadas en 1936 por Agfa y Kodak. El color se reproducía mediante un sistema de tres películas, una sensible al amarillo, otra sensible a un rojo púrpura y una tercera a un azul claro. Estas casas comerciales decidieron dar el nombre de magenta al rojo púrpura y cian al azul claro. Estos nombres fueron admitidos como definitivos en la década de 1950 en las normas DIN que definieron los colores básicos de impresión.

En la síntesis sustractiva el color de partida siempre suele ser el color acromático blanco, el que aporta la luz (en el caso de una fotografía el papel blanco, si hablamos de un cuadro es el lienzo blanco); es un elemento imprescindible para que las capas de color puedan poner en juego sus capacidades de absorción.

Cuando alguien pinta con lápices de colores sobre un papel blanco, en

El origen de los nombres magenta y cian procede de las películas de color inventadas en 1936 por Agfa y Kodak. El color se reproducía mediante un sistema de tres películas, una sensible al amarillo, otra sensible a un rojo púrpura y una tercera a un azul claro. Estas casas comerciales decidieron dar el nombre de magenta al rojo púrpura y cian al azul claro. Estos nombres fueron admitidos como definitivos en la década de 1950 en las normas DIN que definieron los colores básicos de impresión.



realidad lo que hace es sustraer del blanco el complemento del color con que pinta (absorbiéndolo), reflejando el color utilizado para pintar. Cuando alguien, en vez de usar papel blanco emplea papel marrón, como el utilizado para embalajes, sabe que los colores no serán bien reproducidos aunque nadie le haya explicado que ese papel marrón está sustrayendo una importante parte del espectro al absorberla selectivamente.

La razón principal de que la tinta negra se use con el cian, magenta y amarillo, conformando el modelo CMYK, es que estas tres últimas tintas, en la práctica, no pueden combinarse para crear un negro auténtico. Ninguna tinta de color absorberá todas las longitudes de onda que podrían aparecer, lo que significa que todas las mezclas de CMY con total intensidad producirán un resultado algo alejado del negro. Por lo tanto, las tintas de colores se utilizan para producir la tonalidad, mientras que la negra se usa para producir el valor.

Resumiendo

Todo lo que no es color aditivo es color sustractivo. En otras palabras, todo lo que no es luz directa es luz reflejada en un objeto; la primera se basa en la síntesis aditiva de color, la segunda en la síntesis sustractiva de color.

Además, la mezcla de dos colores primarios aditivos da un color primario sustractivo y viceversa: la mezcla de dos colores primarios sustractivos da un color primario aditivo.

En definitiva, los ocho colores elementales que corresponden a las ocho posibilidades extremas de percepción del órgano de la vista, las posibilidades últimas de sensibilidad de color que es capaz de captar el ojo humano, son los tres colores primarios (síntesis aditiva, colores de la luz), los tres secundarios que resultan de la combinación de dos primarios (síntesis sustractiva, colores pigmentales), más los dos colores acromáticos, el blanco, que es percibido como la combinación de los tres primarios, y el negro es la ausencia de los tres.

Por lo tanto, colores tradicionales como el violeta, el naranja o el marrón, no son colores elementales.

Identidad y calidad de los colores

Los colores son modificados y se identifican por los factores de distinción; estos son: tinte, tono, intensidad, gama, matices y valor.

- **Tinte:** es la cualidad propia de cada color que lo diferencia de otro y que en lenguaje corriente se especifica como rojo, verde, violeta etcétera, y el margen de su cualidad clara u oscura. El tinte es prácticamente la palabra o título que designa a un color, que lo caracteriza y lo distingue de los demás.
- **Tono:** grado de intensidad de que este color es susceptible, según que esté saturado o esté simplemente mezclado con blanco o negro. La máxima intensidad o saturación es aquella que se corresponde a su longitud de onda y carece de blanco y de negro
- **Intensidad:** está determinada por su carácter brillante o apagado. Alude a la claridad u oscuridad





de un tono.

- **Gama:** es el conjunto de tonos del mismo color (por ejemplo: gama de rojos).
- **Matices:** es la modificación que este experimenta de agrandarle a otro color que lo cambia sin empañarlo.
- **Valor:** es la cualidad clara u oscura de un color, que se produce por la mezcla o adición a este de blanco, negro o gris de su complementario, y por la influencia de la luz que aquel recibe.

Funciones expresivas del color

Llamamos colores cálidos a aquellos que van del rojo al amarillo, y colores fríos a aquellos que van del azul al verde. Esta división de los colores en cálidos y fríos radica simplemente en la sensación y experiencia humana. La calidez y la frialdad atienden a sensaciones térmicas subjetivas; los colores cálidos tienen connotación con el fuego y el calor, mientras que los colores fríos nos recuerdan el hielo, el agua, el cielo profundo.

Los colores cálidos dan sensación de actividad, de alegría, de dinamismo, de confianza y de amistad. Los colores fríos dan sensación de tranquilidad, de seriedad, de distanciamiento. Los colores, de alguna manera, nos pueden llegar a transmitir estas sensaciones.

No debemos confundir esto con el término "Temperatura de color", el cual representa la luz que emitiría un cuerpo negro "calentado a una determinada temperatura", comparada con la luz del espectro visible. Dicho de otra manera, todo objeto emite radiación, y más aún cuanto más caliente está. Esta radiación es infrarroja y, por lo tanto, el ojo humano no ve; no obstante, cuando el material está lo suficientemente caliente, emite radiación dentro de la zona visible (luz); al principio como rojo, y según aumenta la temperatura, va recorriendo los diferentes colores, hasta acabar en el azul.

La diferencia del color de luz proporcionada por una vela, una lámpara de incandescencia normal o una lámpara de cuarzo, radica en las distintas

temperaturas de trabajo de su material emisor. En la práctica esto también lo vemos, más o menos, si calentamos un metal, que inicialmente se pone rojizo, y si continuamos calentándolo, adquiere un tono azulado.

Conclusión

El color está directamente relacionado con la luz y sin esta no podríamos percibir los colores. Además, dependiendo de las características de la luz, podemos apreciar de manera distinta los colores; como así también los colores producen variaciones visuales en los ambientes y en las imágenes, otorgándoles características diferentes a las reales. Todo ello se funda en la teoría del color y en la diferencia entre el color luz (el que proviene de una fuente luminosa coloreada) y el color pigmento o color materia (óleo, témpera, lápices de color, impresiones, etcétera).

El paso del tiempo nos ha permitido conocer cada vez más sobre los colores y la importancia que ellos tienen en nuestras vidas. El ser humano está rodeado de un mundo lleno de colores, desde el momento en que se despierta hasta que se acuesta, todo lo que observa a su paso es color. Estos colores son estimulantes de nuestras emociones y sentimientos, aunque muchas veces no nos demos cuenta. Cada color emite vibraciones características que nos llegan a la mente de distintas maneras y producen efectos diferentes. Cada color tiene un significado en el estado de ánimo y la vida de cada persona; es por ello que cuando se pregunta sobre la preferencia de colores no todos dan la misma respuesta.

Saber un poco más sobre la 'teoría del color' es conocer un poco más de nuestras vidas y nuestras relaciones.

El Espectro Electromagnético

