

EL COLOR, LA LUZ Y APLICACIONES

ELVIRA REAL MARTÍNEZ

**EDITA:
SECTOR DE ENSEÑANZA DE CSI.F
EN SEVILLA**

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de recuperación, sin permiso estricto de la autora.

© ELVIRA REAL MARTÍNEZ

Correo electrónico: elviremartinez@hotmail.com

© Portada y diseño: MILLÁN GARCÍA TORAL

Edita: SECTOR DE ENSEÑANZA DE CSI.F EN SEVILLA

San Juan Bosco, 51 B

41008. Sevilla

Impreso en España

ISBN: 978-84-692-6257-3

Depósito Legal: SE 5593-2009

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos amigos: José Ramón Gómez, Catedrático de Matemáticas de la Universidad de Sevilla, autor de “las Matemáticas y el color”; Chen Chieh-Yi, profesor de la Universidad de Yun-Lin de Taiwán, autor de “El Shuei-mo”; también a mi marido, Millán García Toral, Profesor de la Universidad de Sevilla, autor de “El color en la Cerámica” y “La percepción en la plástica”; sin la colaboración de ellos este trabajo no hubiera tenido ni Luz ni Color.

ORGANIZACIÓN DEL LIBRO

Introducción	5
Capítulo 1. ¿Por qué vemos el color?	8
Capítulo 2. Teoría del color	18
Capítulo 3. Aplicación del color	22
3.1. En las Bellas Artes	22
3.1.1. La percepción en la plástica.....	22
3.1.2. Pintura oriental: El Shuei-mo.....	24
3.1.2.1. El blanco y negro en la expresión artística del Shuei-mo.....	25
3.1.3. El color en la Cerámica.....	27
3.2. Las matemáticas y el color	30
3.2.1. El color ayuda a las matemáticas.....	30
3.2.2. El problema de seguridad del museo.....	34
3.3. El color y la luz en Peluquería y en el Maquillaje	38
3.3.1. El color en la piel y en el pelo: melanogenesis.....	38
3.3.1.1. Factores que influyen en el color del cabello.....	41
3.3.2. La teoría del color en la tintura capilar: tintes orgánicos sintéticos.....	42 45
3.3.3. La teoría de la luz y del color en el maquillaje.	
3.3.3.1. Factores que influyen en la elección del color del maquillaje.....	48 54
3.4. Cromoterapia	
3.4.1. Efectos psíquicos y físicos de los colores y sus armonías.....	54 56
3.4.2. Centros energéticos: los Chakras.....	61
Bibliografía	

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos necesitamos de la luz, ya sea natural o artificial, para poder distinguir los objetos con los que nos rodeamos, y esta luz va a proporcionar, además, color a estos objetos. Como vamos a describir a lo largo de los siguientes capítulos, la luz y el color están íntimamente relacionados, por lo que, como veremos, podemos afirmar que sin luz no hay color.

El color tiene infinidad de aplicaciones y lo utilizamos constantemente, a veces sin darle importancia e incluso sin saber el por qué. A Través de las páginas de este libro vamos a describir solamente unas cuantas aplicaciones, porque existen muchas más con las que podríamos escribir otros libros.

Por esto quiero comenzar con una breve descripción de un artículo que leí relacionado con el color en la publicidad, de la importancia que este tiene y de cómo puede hacer que de dos productos aparentemente iguales, se consuma uno más que el otro: me estoy refiriendo a la Coca-Cola y a la Pepsi-Cola. Por lo general todos preferimos la primera, pero en estudios realizados, en los que se dieron a probar ambos refrescos (obviamente en un vaso *sin saber cual era cual*), el público prefería más la Pepsi que la Coca-Cola. Pero a la pregunta de ¿cómo es que se consume más la Coca-Cola?, se llegó a la conclusión de que si previamente uno decide lo que va a beber, elige “casi siempre” esta, pero si no se sabe cuál es la que se está bebiendo, se elige la Pepsi-Cola. Y ¿por qué?: pues porque estos estudios también revelaron que era por su etiqueta, el rojo y blanco del anagrama de la marca, que es más

atrayente que el de la Pepsi-Cola, y que asociamos preferencia de color con sabor. Sobra decir, que estos estudios fueron realizados por expertos, que fueron contratados por los accionistas de la Pepsi-cola.

El color está unido a la historia de la humanidad. Hasta nosotros han llegado manifestaciones del color desde los tiempos más remotos. Nuestros primeros antepasados tuvieron la necesidad de describir su vida, su forma de cazar, de vivir. No conocían los pigmentos, pero se dieron cuenta, que con algunas sustancias como la sangre, tierras, etc. (tonos verdes, ocre, rojos, etc.) podían pintar sobre las paredes rocosas de sus cuevas o sobre sus cuerpos. Más tarde, cuando descubrieron el fuego, también utilizaron el negro, de los residuos quemados. De esta manera aparecieron los primeros colores utilizados por la humanidad con un fin estético o decorativo.

Los pigmentos que conocemos hoy no han existido siempre, sino que se han ido descubriendo a lo largo de los años. Desde la antigüedad la obtención de los pigmentos se hizo, primeramente, por la trituración de ciertos minerales, y más tarde, también, por fabricación sintética.

Todos los pueblos, a través del tiempo, han necesitado del color, y lo han utilizado, bien de forma decorativa, como manifestación artística o en las vestimentas, para diferenciar la clase social a la que pertenecían.

En la antigua China, usaban el color blanco en la vida diaria, dentro del palacio, y en los días festivos el emperador y su familia se vestían de amarillo, las damas de la corte de rojo y todos los demás el negro.

En la cultura mesopotámica (sumerios, asirios, caldeos y babilonios) aunque se usaba ropa de diferentes colores, sentía preferencia por los tonos rojos.

Los egipcios y demás pueblos mediterráneos usaban prendas drapeadas de lino blancas y con adornos en azul, rojo y amarillo; el verde apenas si se utilizaba. Los griegos sólo utilizaban el color rojo para ocasiones

ceremoniales y para los uniformes de guerra de los espartanos. Para los romanos el púrpura fue símbolo de poder y riqueza material, por lo que su uso se limitaba a reyes y sacerdotes.

En la Edad Media, a pesar de la austeridad, la moda del color también existió dentro de la nobleza: el rojo era el color preferido para las fiestas y el negro para los grandes acontecimientos. El color pardo y el amarillo no gustaban, el primero por no estar de moda y el segundo por ser el color que utilizaban las personas de menos rango, como los vasallos o cortesanas.

Hoy en día la moda marca las tendencias de color para cada temporada y, cómo no, de forma totalmente caprichosa. Los diseñadores son los que deciden el color dominante durante un periodo de tiempo (primavera, invierno), pudiendo descubrir en las pasarelas de la moda de invierno abrigos blancos o amarillos y en las del verano vestidos negros o grises. No existe ningún arbitraje para el color de los trajes, aunque sí podemos decir que, normalmente, la mayoría de las personas seguimos un protocolo a la hora de elegir el color del traje para una determinada ocasión: pocas personas se atreverían a llevar un vestido de colores vivos y estridentes a un funeral.

CAPÍTULO 1

¿POR QUÉ VEMOS EL COLOR?

Para poder hablar sobre el color primero tenemos que hacerlo de la luz. Cuando estamos en una habitación a oscuras o cuando es de noche, el color no se percibe de la misma forma que cuando hay luz, e incluso, como ya se verá, si la luz que recibimos es natural o artificial, la sensación que percibimos sobre el color en los objetos puede variar.

Con relación al color nos podemos hacer muchas preguntas: ¿por qué vemos el color?, ¿por qué los objetos se ven de colores?, ¿por qué de noche no vemos el color?, ¿por qué...?. Montones de preguntas de las que vamos a dar pinceladas generales que nos ayuden a comprender tres cosas muy concretas: una que las cosas no tienen color, otra que no vemos todos los colores que existen y la tercera que los objetos varían de coloración según sea la luz que los ilumine.

¿Por qué vemos los objetos de color? es una pregunta muy simple de hacer pero complicada de contestar, ya que para responderla no tenemos más remedio que adentrarnos en diferentes campos científicos que nos van a ofrecer sus particulares conocimientos y con los que vamos a obtener la explicación a la pregunta.

Dando una respuesta muy breve a la pregunta podemos decir que para ver el color contamos con un órgano receptor de las ondas lumínicas que son

los ojos: estos son capaces de reaccionar con los rayos luminosos reflectados que llegan a él desde los objetos y mandar al cerebro, a través de los nervios ópticos, impulsos de energía que serán “descodificados” por aquel. Como puede observarse no son los ojos los que ven lo que tenemos delante, sino que es el cerebro quien capta los impulsos eléctricos recibidos originando la percepción de la coloración de los objetos.

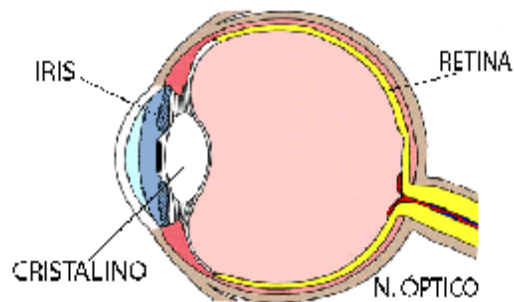


Fig. 1. El ojo humano.

Expuesta esta brevísima explicación vamos a comenzar nuestra andadura por los diferentes campos científicos, describiendo en primer lugar nuestro órgano receptor de las ondas lumínicas, **el ojo**, y centrándonos en aquellos elementos que más nos interesan para comprender la pregunta inicial.

El ojo tiene una forma más o menos esférica. Podríamos compararlo con una cámara fotográfica y como esta su parte delantera posee una lente (**crystalino**) con un diafragma (**iris**) que permite cerrar o abrir la entrada de mayor o menor cantidad de luz. Aquel, el cristalino, tiene la particularidad de adelgazarse (para visualizar los objetos lejanos) o engordarse (para ver con nitidez los objetos cercanos), enfocando las imágenes sobre la membrana interna del ojo (**retina**) situada en la parte posterior del globo ocular.

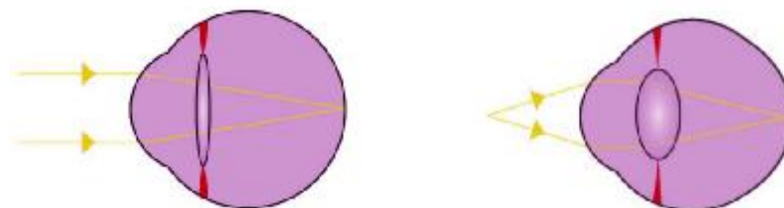


Fig. 2. Adelgazamiento y engrosamiento del cristalino para enfocar la imagen.

La retina sería lo que para la cámara fotográfica digital es el CCD o sensor electrónico, que consta de diminutas células fotoeléctricas donde son capturadas las imágenes que más tarde irán a la memoria de la cámara. Nuestros ojos, de igual manera, reciben los rayos luminosos refractados que nos llegan desde el exterior incidiendo en la retina y toda la información generada en la esta pasa por el **nervio óptico** hasta el **cerebro**, que es el encargado de descodificarla e interpretarla, dotándonos de visión. La retina es, pues, la terminación en forma ramificada del nervio óptico y esta ramificación contiene una enorme cantidad de terminaciones nerviosas (**foto-receptores**) que están especializadas bien en detectar diversas longitudes de onda procedentes de nuestro entorno o bien en detectar la intensidad lumínica. Los primeros, los que detectan diversas longitudes de onda, son los denominados **conos** y los segundos los **bastones**. Ambas contienen foto-pigmentos que al ser alterados por la luz producen energía química que pasa al cerebro. Ya que las terminaciones foto-receptoras tienen funciones diferentes, los pigmentos de cada una también lo son y varían entre las especies.

Los **conos** son, especialmente, los responsables de la visión del color, existiendo en el ojo humano tres tipos de conos sensibles a diferentes longitudes de ondas: unos a las ondas cortas, otros a las medias y otros a las largas, que nuestro cerebro percibe como los colores azul-violeta, verde y rojo-naranja, respectivamente. Estos tres son los llamados colores fundamentales y los consideramos como los primarios. Si las longitudes de onda que inciden en los conos son de un mismo tipo, excitarán solamente un grupo de conos y el color que nuestro cerebro descifrará será un color primario; pero si los conos estimulados son los de dos longitudes de onda diferentes, por ejemplo por ondas largas y medias, el cerebro interpretará una mezcla entre el verde de las ondas medias y el rojo-naranja de las largas, originándose un color secundario mezcla de los dos primarios, en este caso el amarillo; y si, por último, los tres grupos de conos se ven alterados por sus correspondientes ondas lumínicas, nuestro cerebro captará la mezcla de los tres colores, lo cual nos dará el blanco. Gracias a las posibles combinaciones y a la cantidad de conos “alterados” de cada longitud de onda somos capaces de “ver” una gran

cantidad de colores.

El número de conos existentes para cada longitud de onda es diferente, siendo los de mayor cantidad los que se estimulan con longitudes de onda correspondientes al rojo-naranja, por lo que al encontrarnos en un entorno con demasiada cantidad del color citado se produce tal saturación en el cerebro que originará una irremediable irritación. Es importante decir también aquí que los conos se congregan especialmente en la **fóvea**, que es una pequeña zona dentro de la retina donde van a converger los rayos visuales provenientes del cristalino. Esta zona es, precisamente, la que nos proporciona una visión más nítida y con mayor detalle y coloración.

Los **bastones**, por otra parte, no son sensibles al color pero sí a la intensidad luminosa, por lo que aportan a la visión aspectos como el brillo y el tono y son, en consecuencia, los que hacen interpretar la imagen en valores del blanco al negro, es decir, los grises. Se encuentran localizados gradualmente en mayor cantidad a medida que se alejan de la fóvea.

Pero **¿por qué vemos solamente tres colores y las combinaciones de estos?** Es de sobra sabido que la cantidad de ondas lumínicas que existen es mucho mayor a las que realmente vemos. Nosotros somos capaces de ver sólo una pequeña porción de estas ondas, quedando fuera de nuestra visión los rayos infrarrojos y los ultravioletas. De no ser así veríamos muchísimos más colores e incluso formas diferentes a las que vemos, pero la evolución de nuestra especie con respecto al medio que nos rodea ha hecho que atrofiemos o que desarrollemos nuestros órganos para acomodarlos a aquello que nos interesa y que no nos daña.



Fig. 3. Espectro visible del ojo humano.

El resto de especies sigue su propia evolución y de la misma manera que el murciélago (que no ve) ha tenido que desarrollar un órgano auditivo que además sea capaz de percibir longitudes de ondas que no sean audibles para sus enemigos, otras especies que cazan de noche han evolucionado pudiendo captar visualmente lo que pasa en la oscuridad con total nitidez. Nos encontramos entonces con que los diferentes seres vivos pueden tener aparatos descodificadores (ojos y cerebro) totalmente distintos, al igual que hay aparatos para oír la radio que captan más cantidad de ondas auditivas, es decir más emisoras que otros.

En consonancia con lo expuesto anteriormente, cada especie animal tiene diferente cantidad de conos y, algunas de ellas, unos bastones muy desarrollados que dotan de una magnífica visión nocturna. Atendiendo al número de conos existentes en la retina podemos clasificar los siguientes tipos:

- Los que tienen un solo tipo de conos (monocromática), como los mapaches y las salamandras.
- Los que tienen dos tipos de conos (dicromática), que incluye a la inmensa mayoría de los animales.
- Los que tienen tres tipos de conos (tricromática), como es el caso expuesto del hombre y también de los primates.
- Y los que tienen cuatro tipos de conos o más (tetracromática), es decir uno o más de los que cuenta la especie humana, que les permite ver una franja de ondas ultravioleta, como las aves, los reptiles y algunos peces, en particular los que viven en aguas cristalinas dulces.

Esta clasificación no quiere decir, por ejemplo, que todas las especies animales que tengan visión dicromática vean igual, ya que en cada una predominará uno u otro tipo de célula foto-receptora en mayor o en menor cantidad y localizadas en el ojo de manera diferente.

Expuesto lo relacionado a la fisiología del ojo y a su mecanismo de

visión, vamos a concretar seguidamente **¿qué es lo que pasa en la naturaleza para que podamos ver el color y las formas?**

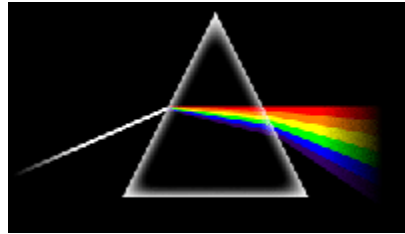


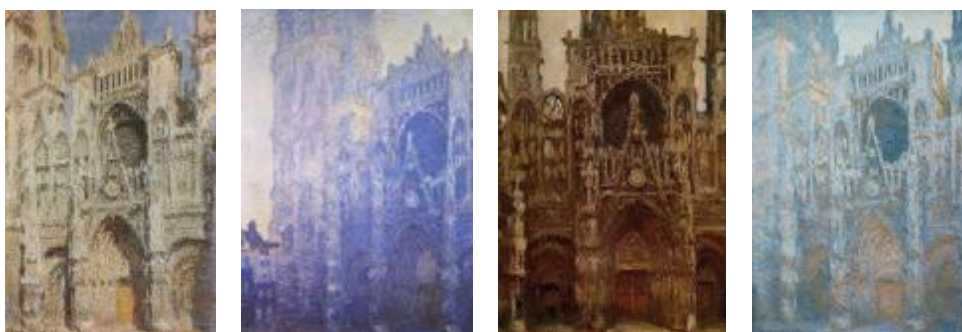
Fig. 4. Descomposición de la luz blanca en los seis colores principales.

Con anterioridad hemos expuesto acerca de la fisiología del ojo, que vemos los colores gracias a que existe la luz. Por todos es sabido que si hacemos pasar un rayo de luz solar por un vidrio prismático triangular o cualquier otro elemento capaz de dispersar la luz, esta se dividirá, para nuestra visión, en los seis colores principales, es decir los primarios y los secundarios, originándose esta dispersión debido a que el índice de refracción disminuye cuando aumenta la longitud de onda, de modo que las longitudes de onda más largas (rojo-naranja) se desvían menos que las cortas (azul-violeta). La refracción de la luz, que hemos apuntado, indica el cambio de dirección que se origina en el rayo luminoso cuando pasa de un medio transparente a otro, debido a la distinta velocidad de propagación que tiene la luz en los diferentes medios materiales. Esta explicación nos permite ratificar todo lo anteriormente dicho, incidiendo en que la suma de los colores luz dan un blanco.

Pero, y pese a lo expuesto, debemos ser conscientes de que la luz blanca pura no es visible para nosotros y no sólo por lo que hasta aquí hemos dicho referente a que el cerebro no ve todas las ondas lumínicas que existen, sino porque algunas ondas ya se han quedado atrapadas en el transcurso desde el sol hasta nuestros ojos. Y ¿por qué pasa esto? Todos los cuerpos necesitan y necesitamos de energía para seguir viviendo y una gran parte de esa energía se consigue gracias a las ondas lumínicas. Por tanto, los cuerpos, al recibir la luz, se quedan con aquellas ondas que les sean relevantes para su subsistencia y arrojarán al exterior aquellas que no le sirven para nada, siendo estas las que nos permiten ver la coloración del objeto. En este sentido la atmósfera y las partículas que en ella hay recogen algo de energía, por lo que

como hemos dicho la luz blanca pura no la podemos ver.

En sentido opuesto al dado anteriormente, el negro tampoco existe. Por definición el color negro solo podría darse en el caso en que no hubiese luz y, puesto que el color lo vemos únicamente cuando estamos en presencia de luz, podemos afirmar que el negro no es un color. En otro orden, un objeto se vería con un negro puro cuando absorbiese toda la energía y no irradiase ninguna, lo cual no existe. Lo que nosotros decimos que es un color negro es un color amarillo, naranja, rojo, azul... muy oscuro, de la misma manera que el blanco no es tal, sino un amarillo, naranja, rojo, azul... muy claro. Por todo esto se ha venido a considerar al blanco y al negro como colores **acromáticos**.



Figs. 5.1

5. 2.

5.3

5.4

Claude Monet. "La Catedral de Rouen": (5.1) 1.894. Nueva York, Metropolitan Museum of Art; (5.2) 1.894. Paris, Museo d'Orsay; (5.3): 1.894. Paris, Museo d'Orsay; (5.4) 1.894. Washington, National Gallery of Art.

Si en vez de utilizar una luz blanca para iluminar los objetos cogemos un foco azul, está claro que los objetos nunca podrán verse rojos, anaranjados, verdes o amarillos, porque estas longitudes de ondas no están presentes en una luz que sólo emita la longitud de onda azul. Por tanto, depende de la luz que incida sobre los objetos lo que nos permita verlos de diferente coloración. No es lo mismo la luz que incide al mediodía que la de la tarde o a la caída del sol. En este sentido los artistas han realizado grandes experiencias y muy especialmente durante finales del siglo XIX y principios del XX con movimientos artísticos como el Fauvismo, el Impresionismo, el Puntillismo..., en los que pusieron en práctica las teorías que sobre nuestro órgano visual y sobre la luz estaban dándose a conocer, pudiendo citar como ejemplo la conocida serie de cuadros de Claude Monet sobre la "Catedral de Rouen", pintada entre 1.892 y

1.894, con visiones de la misma portada de la catedral a diferentes horas del día.

Estamos viendo que los colores no siempre son los mismos para los objetos y que la luz que recaiga sobre ellos, a la diferente hora del día, es importante tenerla en cuenta. Pero también es importante tener en cuenta el tipo de luz que incide en el objeto. A este respecto quiero incidir sobre un tema muy tenido en cuenta por los fotógrafos pero que pasa desapercibido para el resto de personas, incluso para los artistas, que es la **temperatura de color** que puede tener una fuente de luz, ya sea la emitida por el sol, por una bombilla o por una vela.

La Temperatura de color de una fuente de luz se halla comparando su color con el de la luz emitida por un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Un cuerpo negro es un objeto teórico o ideal que absorbe toda la energía lumínica que incide sobre él y que no irradia ninguna radiación lumínica. Para hacernos una idea podemos buscar una similitud en la acción de calentar un hierro: irá poco a poco adquiriendo calor y poniéndose de color, al principio un rojo muy oscuro para pasar a un rojo cereza, a un anaranjado, amarillento, etc.

Esta temperatura de color se expresa en Kelvin y los siguientes son algunos ejemplos aproximados de esta:

- 1.600 K: Salida o puesta del sol.
- 1.700 K: Luz de una cerilla.
- 1.850 K: Luz de una vela.
- 2.800 K: Luz incandescente o de tungsteno (iluminación doméstica).
- 3.200 K: Luz de tungsteno (iluminación profesional).
- 5.500 K: Luz de día, flash electrónico (aproximado).
- 5.770 K: Temperatura de color de la luz del sol pura.
- 6.420 K: Lámpara de Xenón.
- 9.300 K: Pantalla de televisión convencional.
- 28.000 – 30.000 K: Relámpago.

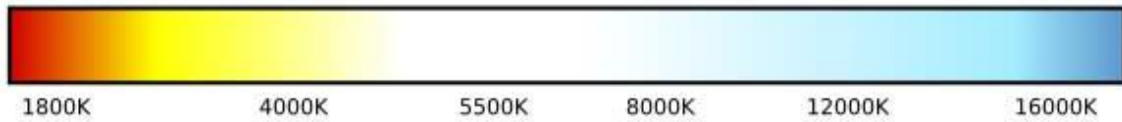


Fig. 6. Guía de Temperatura de color.

Según la lista anterior sobre los 5.500 K se encuentra la luz del día teóricamente perfecta. Pero la temperatura de color de la luz varía durante el día según el momento en que nos encontremos y las condiciones atmosféricas: suele ser de color rosáceo por la mañana, amarillenta a primera hora de la tarde, anaranjada en la puesta de sol y azulada al caer la noche. Para días nublados la temperatura del color sube (se produce una dominancia del azul) y se puede medir entre más de 6.000 K hasta los 12.000 K, mientras que en el interior de una casa con iluminación artificial la temperatura baja a unos 2.500 K, con una dominancia del rojo. El efecto cromático, pues, que emite la luz a través de una fuente luminosa depende de su temperatura: si la temperatura es baja se intensifica la cantidad de amarillo y rojo contenida en la luz, pero si la temperatura de color se mantiene alta habrá mayor número de radiaciones azules.

Bien, y ¿para qué nos sirve todo esto a nosotros? A todos nos ha pasado que nos ha gustado el color que tiene un determinado pantalón o cualquier otra prenda y cuando salimos de la tienda y nos la probamos en nuestra casa o cuando salimos a la calle estrenándola resulta que ese color tan maravilloso ya no es el que nos había encandilado y termina por no gustarnos en absoluto. Imagínense un artista que pinte un cuadro en su estudio, a la luz de una bombilla incandescente: cuando vea el cuadro con otra iluminación los colores no responderán en absoluto a lo que él quería expresar y, por tanto, su trabajo ha sido baldío.

En fotografía esto se arreglaba antiguamente anteponiendo filtros de color a los objetivos para compensar el cromatismo. En la actualidad las cámaras digitales cuentan con una función que es el **balance de blancos**, pudiendo ajustar la temperatura de color al hacer un zoom sobre un objeto de color blanco y activando dicha función, indicándole a la cámara que dicho objeto es blanco; entonces la cámara toma a este como verdadero blanco y

ajusta el resto de colores a partir de él. De esta forma podemos tomar una foto a plena luz con tonos azulados, mudando los colores según la necesidad artística.

Con todo lo dicho, y para finalizar este capítulo, voy a resumir los puntos que estimo que deben quedar claros para que sepamos cómo debemos actuar con relación al color:

- Los objetos no tienen un color determinado.
- Las diferentes iluminaciones que permiten ver los objetos les están dando una coloración diferente.
- Si pintamos, tenemos que tener muy presente la luz con la que se va a ver la pintura.

CAPÍTULO 2

TEORÍA DEL COLOR

Hemos hablado anteriormente de por qué existe el color y de cómo lo vemos y resulta interesante también conocer cómo trabajamos con él, es decir cómo pintamos.

Hasta ahora hemos visto que del mismo modo que los colores luz resultan de hacer pasar un rayo de luz blanca por un prisma para que se descomponga en los colores del arco iris, si superponemos haces de luz de sus colores primarios (es decir el azul-violeta, el verde y el rojo-naranja) obtendremos el blanco. Si estos tres colores primarios luz los mezclamos de dos en dos obtendremos otros colores llamados secundarios:

- El rojo-naranja + el verde dan como resultante el amarillo.
- El verde + el azul-violeta dan el azul cian.
- Y el azul-violeta + el rojo-naranja dan el rojo magenta.



Fig. 7. Combinación de colores luz: mezcla aditiva.

A este tipo de tipo de combinación de colores se denomina mezcla aditiva, porque la suma de colores luz va dando como resultado un color más claro que lleva al blanco.

Por otra parte tenemos la mezcla sustractiva, realizada por la superposición de colores realizados con pigmentos, llamada así porque estos, como toda materia, se quedan con parte de las radiaciones existentes y reflejando aquellas longitudes de onda que no necesita. Según lo explicado anteriormente referente a la mezcla aditiva, un pigmento se ve amarillo porque se queda con las longitudes de onda azul-violeta y rojo-naranja y refleja la longitud de onda amarilla. A medida que vayamos mezclando pigmentos diferentes las radiaciones reflejadas serán menores y la coloración, por tanto será más oscura hasta llegar al negro.

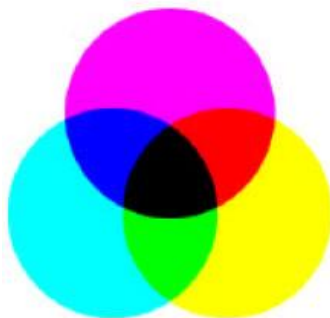


Fig. 8. Combinación de colores pigmentos: mezcla sustractiva.

Los pigmentos nacen al moler diferentes minerales, pero para poder pintar con ellos necesitan un aditivo que sirva de fijador al soporte sobre el que se está pintando, fijador que será diferente según el tipo de pintura del que se

trate: aceite para el óleo, goma arábica para la acuarela, yema de huevo para el temple al huevo, poliésteres y resinas para los acrílicos.

Los colores primarios pigmento son diferentes a los primarios luz. Son el amarillo, el azul cian y el rojo magenta, es decir los que para los colores luz son los secundarios (compárense las dos imágenes anteriores Figs. 7 y 8). Los tres juntos darían el negro y si se mezclan de dos en dos nos estarán dando los colores secundarios, que son:

- El amarillo + el rojo magenta da el naranja.
- El rojo magenta + el azul cian da el violeta.
- Y el azul cian + el amarillo da el verde.

Existe dentro de este tema sobre el color un vocabulario que debemos conocer. Se llama **tono** al color en sí y es, por tanto, una cualidad del propio color, diferenciando así un tono rojo de un tono azul.

Se llama **saturación** de un color cuando este es completamente puro. Si añadimos cualquier otro color iremos eliminando su saturación hasta el momento en que no sepamos distinguir cual es su tono; en este momento el color será neutro.

A esta nomenclatura de nombres podemos sumar otros más, como colores complementarios o colores armónicos:

- Se llama color **complementario** de un primario al color secundario formado por los otros dos colores primarios. Así el complementario del amarillo es el violeta, que es el secundario resultante de mezclar los otros dos colores primarios (rojo magenta y azul cian). De la misma manera el complementario del rojo magenta es el verde y el de azul cian el naranja. Si mezclamos en igual cantidad colores complementarios conseguiríamos colores neutros. A una composición realizada con estos colores se denomina composición de complementarios o composición por contraste.

- Se llaman colores **armónicos** a aquellos que tienen un mismo color o tono (por ejemplo el amarillo y el naranja poseen amarillo), por lo que una composición armónica sería aquella que ha utilizado varios tonos con una coloración predominante. Se dice que armonizar es coordinar y combinar los diferentes valores que el color adquiere en una composición. En las armonías cromáticas se pueden distinguir tres colores:
 - **Dominante**, que es el más neutro y de mayor extensión.
 - **Tónico**, que por regla general, se encuentra dentro de la misma gama que el dominante, y es el color más potente y de más valor.
 - De **mediación**, que actúa de enlace entre los otros dos.

Hemos visto que los colores secundarios se forman si mezclamos la misma cantidad de cada uno de los colores primarios, pero podemos estar usando distintas proporciones en la mezcla, por lo que vamos a obtener un abanico enorme de colores diferentes. Podemos comprender fácilmente que de cada color o tono puede haber una gran cantidad de variaciones; cada una de ellas se denomina **matiz**.

Por otra parte, cada tono o matiz puede mezclarse con blanco para aclararlo e iluminarlo o con negro para oscurecerlo, llamándose **valor** a cada uno de los gradientes de claro u oscuro. Al conjunto de estos gradientes se denomina **escala de valores**.

Cuando la escala de valores solo se realiza con blanco y negro, obtenemos una **escala acromática**, que sería una escala de grises.

Se habla de utilizar una **gama monocromática** cuando trabajamos o pintamos con un solo tono y con todas sus variaciones, es decir, su escala de valores.

CAPÍTULO 3

APLICACIÓN DEL COLOR

Tanto la definición del color como su utilidad van a estar unidas en relación con la disciplina de la que se esté tratando. Vamos a definir su importancia en diferentes áreas, advirtiéndole que en cada una de ellas va a tener un significado y utilidad diferente, aunque se hable del mismo color.

3.1. EN LAS BELLAS ARTES.

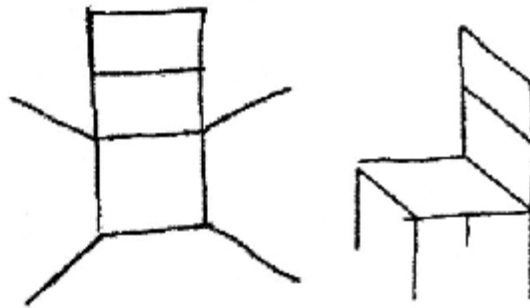
3.1.1. La percepción en la plástica.

Hace apenas un mes hablaba con un amigo mío y él me preguntaba por qué los toros embisten a los capotes y muletas de los toreros. Y aunque dudábamos sobre apreciaciones minúsculas, la respuesta la tenía bastante clara: los toros siguen a la muleta por el movimiento, sobretodo, y porque en su visión el rojo, que no lo ven, es muy negro (Ver pág. 12) destacando sobre los

demás colores.

Esta introducción me sirve de pretexto para explicar sobre estas líneas aquello que durante muchos años he explicado a mis alumnos de secundaria en la asignatura de Dibujo o Diseño. Cuando comenzaba a explicar el tema del color, era gracioso observar cómo a algunos alumnos se les mudaba el gesto como si todo el mundo se volviese del revés, como si hubiesen estado viviendo hasta ese momento en un mundo irreal y se negasen a aceptar los nuevos conocimientos; otros, sin embargo, se quedaban admirados de cómo se veían los objetos y de que por fin hubiesen encontrado la explicación a tantas preguntas hechas para sí. No obstante la explicación, cuando los alumnos comenzaban a pintar sobre sus cuadernos de dibujo, seguían haciendo preguntas como ¿qué colores mezclo para hacer el color carne? o ¿de qué color se pinta el agua? También se escuchaban respuestas como: si yo sé que esa manzana es amarilla ¿cómo la voy a pintar verde?

Y es que nos empeñamos en ver con nuestros conocimientos anteriores; creemos que las percepciones que ya tenemos de los objetos son las reales y que estos siempre tienen que ser así. Esto es, psicológicamente, algo muy estudiado; por poner un ejemplo, cuando un niño dibuja una silla, sabe que el concepto “silla” equivale a un asiento cuadrado, un respaldo rectangular y cuatro patas de la misma longitud. Su dibujo sería algo parecido a lo que aparece en la ilustración siguiente (Fig. 9). Pero cuando llega a una determinada edad y comienza a plantearse que los conceptos que tenía asimilados no se corresponden del todo con lo que percibe con los sentidos, la gran mayoría de los niños sucumben ante el desconcierto y dejan de dibujar, comienzan a sentir vergüenza de no saber plasmar en el papel lo que realmente ven y dejan de ejercitar uno de los lenguajes más universales que existen.



Figs. 9 y 10. Dibujo de silla, realizada por un niño, y la otra con perspectiva.

A la izquierda (Fig. 9) está la silla “concepto” que puede dibujar un niño y a la derecha (Fig. 10) una silla dibujada en perspectiva. En esta el niño no comprende que el asiento pueda ser un romboide, igual que el espaldar, o que las patas tengan diferentes medidas.

3.1.2. Pintura oriental: el Shuei-mo.

Antes de comenzar a describir esta técnica de pintura oriental, para comprenderla mejor vamos a explicar brevemente el concepto del símbolo del “Yin-Yang”. Este está fundamentado en la dualidad, de acuerdo con la filosofía oriental: todo lo que existe no está hecho de fuerzas opuestas e irreconciliables, sino de elementos que siempre son correlativos y cambiantes. Cuando termina uno el otro empieza y viceversa. No existe uno sin el otro, uno genera al otro, esto es lo que representa su forma, por un lado cada una de sus partes significa que nada es absoluto, todo es relativo, cíclico, y por otro lado que dentro del Yin hay algo del Yang y viceversa, los dos puntos en el símbolo: el Yin tiene la semilla del Yang y viceversa.

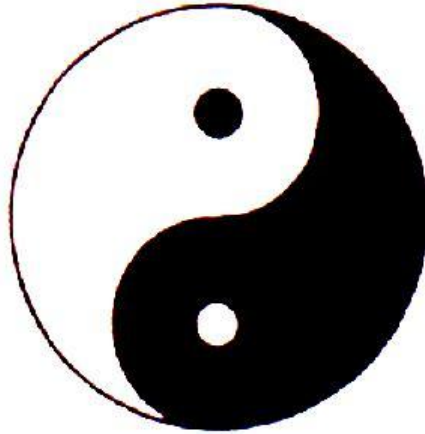


Fig. 11. Diseño del Yin - Yang.

También tenemos que hacer una referencia al significado de los colores blanco y negro. Como hemos explicado en el capítulo de la teoría del color, el blanco sería el resultado de la suma de los colores luz, mezcla aditiva o aumento de luz. Y el negro, el de la suma de los colores pigmento, mezcla sustractiva o ausencia de luz. Es por esto que el blanco y el negro se consideran colores acromáticos, ya que no los percibimos como colores. En esta tabla vamos a expresar algunas de las dualidades de las cualidades de ambos:

YIN	YANG
Negro	Blanco
Oscuridad	Luz
Frio	Calor
Negativo	Positivo
Femenino	Masculino
Sombra	Sol
Norte	Sur
Vacio	Sólido
Etc.	Etc.

Fig. 12. Tabla de las dualidades del Yin y el Yang.

3.1.2.1. El blanco y negro en la expresión artística del Shuei-mo.

El concepto del “Yin-Yang”, es el concepto de la dualidad. Los colores blanco y negro, en la pintura China, son los conceptos artísticos de “Vacío” y “Sólido”: el “Vacío” es el “Yin”, el espacio que el artista dejan sin pintar y, por tanto respeta el blanco del papel; el “Sólido” es el “Yang”, que es el espacio pintado por el artista con tinta china negra.

En la historia del Shuei-mo, debemos conocer los caracteres de los utensilios que influyen en las posibilidades expresivas de esta técnica o mejor dicho, los utensilios adecuados que los artistas han buscado para expresar sus sentimientos, ideologías, etc. En este sentido el pincel chino, la tinta china y el papel del arroz fueron sus selecciones favoritas. El pincel, por ejemplo, tiene una forma muy característica y muy adecuada para expresar los caracteres de la “línea”, tanto en la caligrafía como en la pincelada del paisaje, y, en el proceso de depuración técnica del Shuei-mo, la tinta china llega a adquirir, por sí misma, sin necesidad del color, toda su capacidad expresiva.

Los artistas orientales tienen un concepto sobre la tinta, que es que “la tinta china tiene cinco colores”. Teniendo en cuenta que en chino “cinco” significan “mucho”, quiere decir que en la tinta se pueden diferenciar muchos tonos. Los artistas chinos suelen realizar su creación artística con el material mínimo que les permita obtener la máxima expresión. De la misma manera, cuando utilizan el color, trabajan con el concepto Taoísta o Zen “Uno es todo” o “Uno es mucho”.

El filósofo Zen japonés Suzuki Daisetz expuso una serie de reglas artísticas Zen y una de ellas habla del “Vacío” de la pintura. La pintura Zen siempre deja un espacio grande en blanco, es una característica especial de su pintura. La expresión de dejar un espacio vacío para los artistas Zen, hace que utilicen una pequeña pincelada para exponer sus sentimientos y para guiar a los espectadores hacían un estado de paz, desde la pintura (exterior) hasta el alma de cada uno (interior). En este sentido las expresiones artísticas de occidente y de oriente tienen diferentes conceptos.

El concepto del blanco y del negro, del “Vacío” y del “Sólido”, del “Yin” y del “Yang”, se puede explicar en una de las más destacada pinturas Zen, “Seis kakis”, realizada por el artista MuSi (1207-1293, perteneció a la dinastía Song Meridional), con tinta sobre papel. En esta pintura, cuyos kakis son algunos redondos y otros un poco cuadrados, el artista pinta con tina china dando diferentes valores, uno más pálido, otro más oscuro. La composición es muy sencilla, pero a la vez es muy fuerte. No acentúa ni la masa, ni la sombra, ni el sólido. Se olvida de todas las técnicas pictóricas y vuelve al estado más puro. Él no construye la fuerza espiritual a través de la imagen, el color o el espacio, sino que se olvida de todas las técnicas para expresar lo más puro y su esencia espiritual. Para MuSi la pintura es la conclusión de un estado de realización, el Zen, cuando alcanza la iluminación, expresando el significado de la vida, por lo que cualquier análisis o explicación de la pintura, sobra.



Fig. 13. “Seis kakis”, realizada por MuSi. Museo Daitokuji de Kioto.

Esta pintura carece de fondo, pero expresa un inmenso espacio, sin color, pero toda la pintura está llena de una sensación de vida, aun no siendo tridimensional. El crítico artístico ChanYiHan comenta que La pintura del Shuei-mo tiene un rasgo peculiar, que es la utilización de “dejar el blanco”. En esta pintura, cuando se pinta el cielo o el agua, siempre se deja un espacio en blanco, sin pincelada, pero ese espacio puede parecer como “Vacío” o también como “Sólido”. En la pintura de retrato o flores también se utiliza esta forma de expresión dejando el blanco no sólo para destacar al protagonista sino también para sentir un espíritu libre. (ChanYiHan: La investigación del dialogo de ShiTao. Ed. Universidad de la Cultura China. Taipei.1985, p 83).

Los artistas Zen expresan el “Vacío” de forma tan importante como expresan el “Sólido”, el concepto del “Yin” y del “Yang”, que se utiliza en la

pintura como “Blanco” y “Negro”.

3.1.3. El color en la cerámica.

Existen formas de creación plástica que no admiten la utilización del color tal y como lo hemos estado viendo hasta el momento, es decir, que la mezcla de dos colores pigmentos primarios dé un color secundario previsto o que la combinación de cualquier pareja de colores diferentes permita conseguir el clasificado por las leyes de las combinaciones sustractivas.

Este es el caso de la Cerámica, una forma de creación que utiliza las arcillas y los pigmentos colorantes, junto con vidriados y otros materiales todos ellos metálicos, para conferir una forma, decorarla y cocerla a altas temperaturas, siendo esta cocción la “culpable” de la transformación (generalmente) de los carbonatos o de cualquier otra forma molecular de los minerales en óxidos. Es esta transformación la que permite que un pigmento metálico que antes de la cocción tenía un color blanco pueda salir, tras la cocción, rojo, o que un pigmento violáceo salga azul. Por tanto tampoco es siempre una realidad que la combinación de un pigmento amarillo y otro rojo nos ofrezca un naranja ya que pueden ocurrir infinidad de cosas.

En otro orden de cosas, para que los pigmentos se peguen a la superficie pictórica, en este caso un soporte de arcilla, es necesario usar como “pegamento” un vidriado, que además sirve como protector y como impermeabilizante. El vidriado está formado, generalmente, de sílice y de algún compuesto de plomo, boro o álcali (sodio o potasa son los más usuales).

Como se puede observar en Cerámica se está actuando con elementos minerales que en el horno sufren una transformación química, las cuales pueden ser muchas:

- Puedo estar cociendo a diferentes temperaturas, por lo que a mayor temperatura algunos materiales se transforman (por ejemplo los carbonos se han volatilizado a los 900°C y se purifican

combinándose con el oxígeno) o simplemente se pierden sin formar una nueva combinación.

- Puedo cocer en diferentes atmósferas, bien en presencia de oxígeno, por lo que los diferentes materiales saldrán en forma de óxidos, o sin presencia de oxígeno, por lo que para que pueda seguir existiendo la combustión tendrá que tomar el oxígeno de los materiales presentes en el interior del horno y los reducirá de oxígeno creando dióxido de carbono. En este último caso la arcilla que normalmente tiene una coloración blanca, ocre, rojiza o parda (según los pigmentos colorantes que la formen) saldrá negra, y el cobre, que en oxidación da un color verdoso, en reducción ofrece una coloración rojiza.
- También el hecho de que el vidriado tenga componentes diferentes ofrece diferencias sustanciales: en el caso del cobre, con un vidriado de plomo da una coloración verde vejiga y con un vidriado alcalino sale verde esmeralda, o en el caso del manganeso, con un vidriado de plomo da un tono sombra natural y con un vidriado alcalino da un púrpura, rojizo si el álcali es sódico o azulado si el álcali es potásico.
- Hay que tener en cuenta también que no todos los materiales que se utilizan en cerámica son miscibles, por lo que tras la cocción nos encontraremos que, si hemos utilizado dos colores, estos salgan formando bolitas de cada color que no han podido ligarse.

Estos casos expuestos son unos pocos, de los más generales, que nos podemos encontrar, pero nos sirven para concluir que no siempre, cuando trabajamos con el color, las leyes físicas de la luz o químicas de la materia se comportan de igual forma, por lo que para cada tipo de pintura habrá que tener en cuenta una serie diferente de reglas, que son precisamente lo que confieren a las diferentes técnicas artísticas su magia y su encanto.

3.2. LAS MATEMÁTICAS Y EL COLOR.

Es bien conocida la relación de las matemáticas con el Color. Así, las escalas musicales están relacionadas entre sí por medio de números o la perspectiva que se usa en pintura no es más que matemáticas. Pero en este capítulo vamos a ver cómo las matemáticas usan el color para resolver problemas y cómo las matemáticas resuelven problemas relacionados con el color. No obstante, ya veremos que esta relación es un poco “forzada”.

En realidad, en este capítulo vamos a resolver problemas de la vida real y vamos a ver la potencia de las matemáticas, para la cual cualquiera de los tres problemas que ponemos sirve: lo mismo es que “el alcalde de Villachica quiera poner un acuario en la ciudad” o “del transporte de mercancías

peligrosas” o que “el jefe de estudios de un centro docente organice el calendario de exámenes”. Las matemáticas prueban que todos estos problemas son el mismo por lo que resuelto uno, resueltos están los tres.

Por último vamos a ver como se resuelve un problema de seguridad en un museo.

3.2.1. El color ayuda a las matemáticas.

- *Un problema del alcalde de Villachica.*

El alcalde de Villachica decide que ya es hora de que se conozca su pueblo y para ello decide montar un acuario. Compra por catálogo un ejemplar de cada una de nueve especies y encarga la construcción de una piscina suficientemente amplia para que se muevan con comodidad.

Cuando está a punto de contratar la construcción de la piscina su amigo Juan le hace ver que la especie A predica a la B y C, la B a la D y la E, la C, la E y la F segregan cierta sustancia que las pone en peligro unas a las otras, la D predica a la E y la G, la E predica a la G y a la H, la F y la H viven en climas tan distintos que es imposible encontrar una temperaturas adecuada para ambas y finalmente la H predica a la G.

El alcalde queda tan abrumado que piensa que tiene que comprar nueve piscinas, una para cada una. Juan (Concejal de Urbanismo) le dice enigmáticamente: ni hablar, tendrás que comprar varias pero mucho menos que nueve.

Para intentar explicárselo al alcalde, Juan construye una tabla con las incompatibilidades.

A	B	C	D	E	F	G	H
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

B	A	A	B	B	C	D	E
C	D	E	E	C	H	E	F
	E	F	G	D		H	G
				G			
				H			

Fig. 14. Tabla de incompatibilidades.

Para hacérselo aún más fácil Juan le hace un dibujo con la situación dónde cada punto representa una especie y cada línea representa una incompatibilidad.

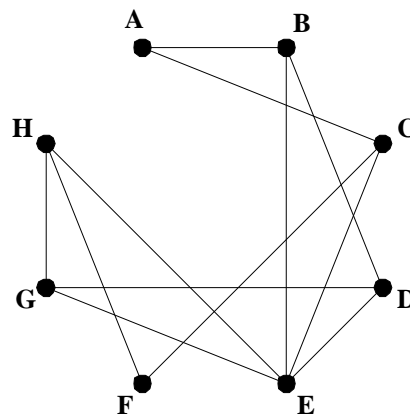


Fig.15. Grafo.

Matemáticamente, este dibujo se conoce con el nombre de **grafo**. Un grafo es un conjunto formado por puntos y segmentos que unen algunos de los puntos anteriores. A los puntos los llamaremos vértices y a los segmentos los llamaremos aristas.

Según el grafo anterior, las líneas representan incompatibilidades, para resolver el problema lo que se va a hacer es colorear el grafo, eso significa que asignamos un color a cada vértice de manera que dos vértices que estén unidos por una arista no pueden tener el mismo color. Si coloreamos el grafo anterior obtenemos:

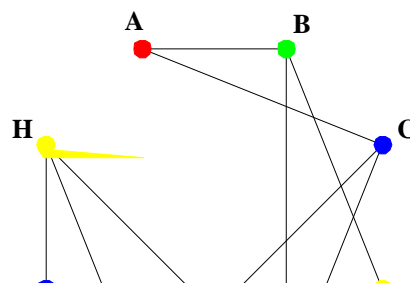


Fig. 16. Grafo con vértices coloreados.

Una primera solución de este problema lo da un algoritmo de tipo voraz que asigna a cada vértice el primer color libre. Así, resultaría el grafo anterior, con lo que con 4 piscinas es suficiente, en una meteríamos las especies A y E, en otra las B y F, en una tercera las C y G y en la cuarta las D y H.

ALGORITMO VORAZ DE COLORACIÓN DE VÉRTICES:

Paso 1: Ordenar los vértices del grafo.

Paso 2: Comenzando con el primer vértice, y de forma ordenada, asignar a cada vértice el primer color no asignado a sus vértices adyacentes anteriores.

El algoritmo voraz es interesante porque suele dar una solución bastante “aceptable” pero rara vez nos da la solución óptima, es decir, la solución con el menor número posible de colores.

Se llama número cromático de un grafo plano G al menor número de colores para el cual el grafo admite una coloración $c(G)$. En nuestro caso $c(G) \neq 4$.

Vamos a ver que en nuestro caso $\chi(G) = 3$.

Si coloreamos los vértices tal y como indica la figura obtenemos una coloración admisible con tres colores. Pero B, D y E forman un triángulo, luego se necesitan tres colores.

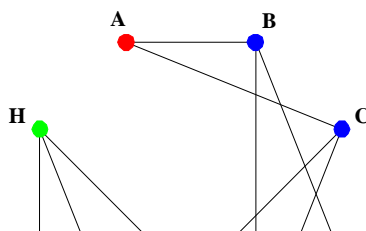


Fig. 17. Según el dibujo del grafo, necesitaríamos mínimo tres piscinas.

- Problema de transporte de mercancías peligrosas.

Una empresa se dedica al transporte de reactivos químicos. En un momento dado necesitan transportar ocho mercancías peligrosas, si se sabe que la mercancía A es susceptible de reaccionar con B y C, la B con D y E, la C con E y F, la D con E y G, la E con G y H, la F con la H, la G con la H. La siguiente tabla de riesgo permite ver la situación de un vistazo.

A	B	C	D	E	F	G	H
B	A	A	B	B	C	D	E
C	D	E	E	C	H	E	F
	E	F	G	D		H	G
				G			
				H			

Fig. 18. Tabla de riesgo.

Si nos fijamos bien es ahora fácil probar que hacen falta tres camiones para transportar la mercancía. El encargado de asignar las cargas está abrumado ante tanto camión como parece necesario, pero su segundo, que conoce a Juan (Concejal de Urbanismo), le pide ayuda. Este nada más leer el texto responde que sólo hacen falta tres camiones. ¿Por qué? Porque es la misma solución del anterior.

Problema del calendario de exámenes.

En el IES “WWW” se van a celebrar exámenes de ocho asignaturas, se sabe que hay alumnos que cursan la A, la B y la C, otros la B, la D y la E, otros la C, la E y la F, otros la D, la E y la G, otros la E, la G y la H, otros la F y la H y

otros la G y la H. ¿Cuál es el número mínimo de días necesarios para realizar todos los exámenes de manera que los alumnos no repitan exámenes el mismo día?

Nota: En realidad este es un problema más que de coloreado de vértices de un grafo, es de etiquetado de vértices de un grafo. En efecto, bastaría sustituir los colores por cualquier tipo de etiqueta.

3.2.2. El problema de seguridad del museo.

Planteamiento del problema: En 1973 Víctor Klee planteó el problema de determinar el mínimo número de guardias suficientes para cubrir el interior de una galería de arte con un número n de paredes. En 1975 Chvatal dio la respuesta a dicha pregunta y en 1978 Fisk dio otra demostración.



Fig. 19. Imagen retrospectiva del Museo del Prado.

Es evidente que algunas galerías se pueden vigilar con pocos guardias aunque tenga muchas paredes. Así, esta galería puede ser vigilada por un solo guardia.

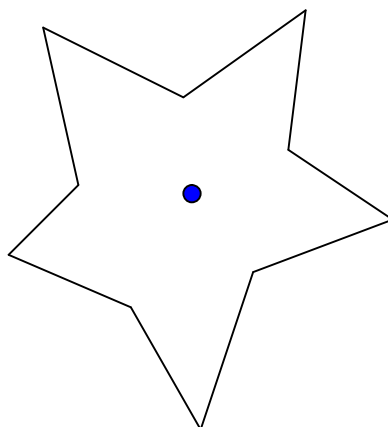
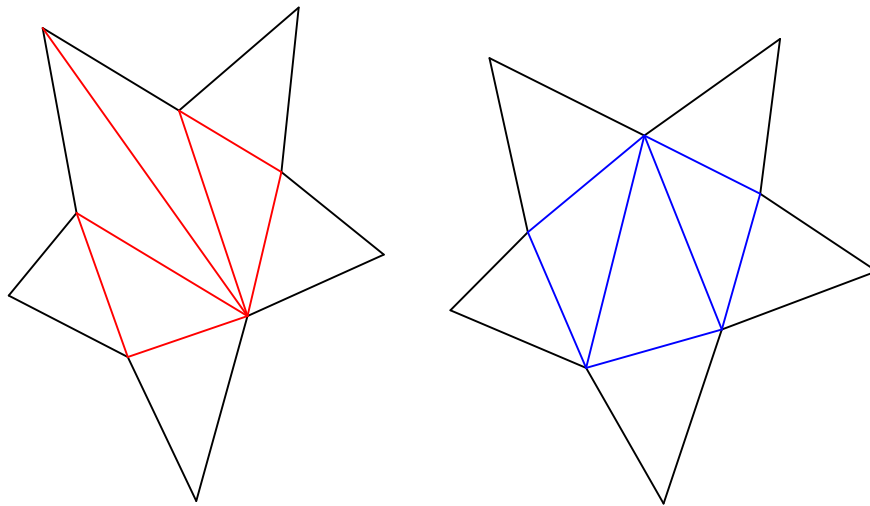


Fig. 20. Representación de las paredes de la sala del museo.

El problema que queremos resolver consiste en hallar el número mínimo de guardias (en función del número n de paredes) que nos garantizan que todos los puntos de la galería están vigilados y que hay al menos un grafo que precisa ese número de guardias y no menos para la vigilancia.

Solución del problema: Triangular un polígono consiste en añadir diagonales internas (es decir, unir vértices con aristas que estén en el interior del polígono). Por ejemplo, se pueden ver dos triangulaciones distintas del polígono:



Figs. 21 y 22. Triangulación de las salas del museo.

Se sabe que todo polígono admite, al menos, una triangulación pero la demostración sobrepasa el objeto de este trabajo. Así, si hay n paredes rectas en la galería de arte, su proyección en el plano corresponderá con un grafo de n aristas y al triangularizar nos queda n triángulos; como resulta un grafo plano es coloreable y como consiste en la unión de triángulos y cada triángulo es 3-coloreable, resulta que el grafo es 3-coloreable. Si n es múltiplo de 3 habrá $n/3$ de cada color, en otro caso habrá parte entera de $n/3$ vértices con 1 ó dos colores. Si colocamos un guardia en cada vértice de un cierto color tendremos vigilado el polígono con parte entera de $n/3$.

En la triangulación, cada punto está dentro de algún triángulo, como los triángulos son polígonos convexos, cada punto de P queda vigilado al menos

por uno de estos guardias. Así, el número de guardias necesarios es menor o igual que $n/3$.

Acabamos de ver que con parte entera de $n/3$ guardias es suficiente para vigilar cualquier galería con n paredes.

Además, existe al menos una galería con n paredes de precisa de exactamente $n/3$ guardias para su vigilancia

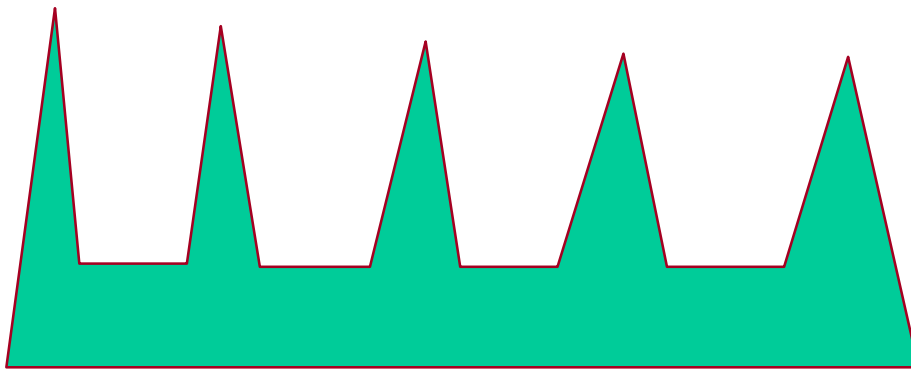


Fig. 23. Esquema de triangulación de las salas del museo.

Existen algoritmos para resolver este problema. Esquemáticamente el más sencillo sería el siguiente:

1. Triangular el polígono, añadiendo diagonales internas hasta que no se puedan añadir más.
2. Colorear el grafo y observar que es 3-coloreable.
3. Ubicar a los guardias en los vértices del color menos repetido.

3.3. EL COLOR Y LA LUZ EN PELUQUERÍA Y EN EL MAQUILLAJE.

En este subcapítulo, vamos a ver la importancia que tiene el color en la imagen personal. Comenzaremos describiendo como se produce el color de la piel y del pelo y terminaremos con la importancia de la luz y los efectos que produce sobre el maquillaje.

3.3.1. El color en la piel y en el pelo: melanogenesis.

Según la enciclopedia Larousse, la melanina es *“grupo de pigmentos pardos insolubles[...] son los causantes del color del cabello, de la coroides y*

de la piel[...] contienen siempre hierro y azufre y son un derivado metabólico de la Tirosina". "Coroides, nombre de la segunda membrana o intermedia del globo ocular, posee una notable cantidad de melanina. Tiene un papel muy importante porque contribuye, gracias al pigmento, a la formación de la cámara oscura que es el ojo".

Las células encargadas de su fabricación de la melanina son los Melanocitos, que se encuentran en la capa basal del bulbo piloso, epidermis y de la coroides. Tras un proceso de elaboración denominado **melanogenesis** se forma la melanina. Dicho pigmento es transferido a través de las prolongaciones dendríticas de los Melanocitos a las células receptoras. El color final que percibimos de esta, va a estar determinado por una serie de factores que actúan en su formación, cómo son la genética (distribución, forma, tamaño, etc.), el lugar donde se encuentre (diferencia entre la melanina del pelo, la piel y la coroides) e incluso de posibles alteraciones, ya sean patológicas o no. La principal función de la melanina es la protección frente a las radiaciones solares.

Después de esta breve introducción vamos a detenernos en el estudio de la formación de la melanina en el cabello, que aunque es similar a la formación en la Epidermis, se diferencia de esta en:

- El bulbo piloso sintetiza melanosomas más grandes.
- La actividad de los melanocitos sólo se produce en la fase Anágena.
- La melanina es transferida a la médula y córtex del tallo capilar.

Los Melanocitos se encuentran entre los queratinocitos basales del bulbo piloso, por encima de la papila dérmica. Es una célula madura y funcionalmente activa, que se deriva de los melanoblastos de la cresta neural (su origen es ectodérmico, similar a las células nerviosas). En la piel se forma a partir de la 10ª semana de gestación y en el bulbo piloso en la 17ª.

Tal vez, debido a su origen, presenta una serie de prolongaciones en su citoplasma, que es lo que se conoce con el nombre de *Dendritas* y a través de

las cuales, se asocian con los queratinocitos vecinos, constituyendo la unidad funcional del sistema pigmentario o unidad melano-epidérmica, formada por la asociación funcional del Melanocitos y sus casi 20-40 queratinocitos vecinos. Esto es así porque la melanina que se encuentra dentro de los melanocitos es incapaz por sí misma de colorear los tejidos, ya que se encuentran muy dispersos. Esta melanina debe liberarse y acumularse en las células vecinas, ósea en los queratinocitos del estrato Malpighiano o Espinoso y de aquí al resto de la piel. En el cabello, a los queratinocitos malpighianos del bulbo que originan la médula y corteza; de esta forma bloquean la luz incidente y expresan el color.

La formación de melanina o melanogenesis se puede esquematizar en varias fases:

1. Los ribosomas presentes en el citoplasma del melanocito fabrican una enzima llamada **Tirosinasa**. Esta enzima se traslada posteriormente al aparato de Golgi, donde se acumula.
2. La membrana del aparato de Golgi se rompe y se forman unas vesículas, llamadas **vesículas intermedias**, que contienen a la tirosinasa.
3. Las vesículas se agrandan y dentro se inicia la formación de melanina, a partir del aminoácido **Tirosina**. Estas vesículas se llaman **premelanosomas**. En ellas y partiendo del aminoácido anterior o bien de la **Fenilalamina** y por acción de la Tirosinasa, se obtiene la D.O.P.A. (dihidroxifenilalamina), la cual por otra función oxidativa, que también es la Tirosinasa la que actúa, se transforma en **dopa quinona**, la cual por diferentes reacciones, producirá la melanina.
4. Cuando está totalmente formada la melanina, a las vesículas se les llama **melanosomas**, estos pierden su envoltura dando lugar a los gránulos de melanina, que se traspa a través de las dendritas de los melanocitos, a las células corticales y medulares que se sitúan a

su alrededor, dispersándose a medida que asciende la queratinización.

Veamos los distintos tipos de melaninas y ¿por qué existen diferentes coloraciones capilares? Los pigmentos melánicos que encontramos en el cabello pueden ser de dos tipos: las **eumelaninas** y **feomelaninas**, dando cada una de ellas diferentes tonalidades. Aunque en la primera etapa de su formación son similares, luego reaccionan y se transforman dando lugar a los diferentes tipos.

Los tonos oscuros como el negro, moreno y el castaño oscuro, están constituidos por **eumelaninas**. Estos se disponen en forma granular, de color negruzco, tienen forma ovalada o elíptica y son muy numerosos y grandes.

Las **feomelaninas** darán los tonos más claros. Son melaninas en forma difusa, se disponen en gránulos pequeños y escasos. Su forma es esférica o elipsoidal. Dentro de estas existen los **tricocromos**, que al contener hierro darán lugar a los tonos rojizos.

En nuestros cabellos, casi todos, poseemos la mezcla de los diferentes tipos, pero en proporciones diferentes y esta diferencia de cantidad de una melanina u otra será la que determine la manifestación del color natural del cabello. Veamos un cuadro con valores aproximados de porcentajes de cantidad de melaninas, que determinan el color del cabello:

Color del cabello	Eumelanina	Feomelanina
Negro	Aprox. 99%	Aprox. 1%
Castaño claro	Aprox. 60%	Aprox. 40%
Rubio medio	Aprox. 50%	Aprox. 50%
Rubio extraclaro	Aprox. 1%	Aprox. 99%

Fig. 24. Tabla del porcentaje de melanina en los cabellos.

La producción y cantidad de estos pigmentos, como veremos, tiene un

marcado carácter hereditario.

3.3.1.1. Factores que influyen en el color del cabello.

Este proceso de melanogénesis se puede verse influenciado y/o alterado por una serie de factores como pueden ser: genéticos, edad, radiaciones y hormonal.

Los caracteres cromosómicos heredados de nuestros padres son los que van a marcar las diferencias de color, densidad, textura, etc., al igual que por las características similares de una raza, ya que aunque en todas las razas existe el mismo número de melanocitos pero se diferencian por la cantidad de melanina sintetizada. El color del cabello guarda cierta relación con el color de los ojos. El color predominante es el marrón, después sigue el rubio y en menor cantidad los pelirrojos, aunque estos últimos es en Escocia donde más se encuentran: en un 11% de su población total.

La coloración del cabello cambia a lo largo de la vida de un individuo. La edad determina la evolución del melanocito y, por tanto, la producción de melanina. El lanugo está desprovisto de médula y sin pigmentación, el cabello que en la infancia suele ser más claro, luego se va oscureciendo con la edad y luego progresivamente por la edad, también por lo general, va perdiendo el melanocito su actividad y aparecen las canas.

Las radiaciones ultravioletas del sol activan la melanogénesis en la piel oscureciéndola; sin embargo, en el cabello sucede lo contrario, las radiaciones solares y el oxígeno del aire, produce una oxidación de los gránulos de melanina y por tanto una decoloración sobre la pigmentación de los cabellos.

Endocrinos, (MSH) la hormona estimulante del melanocito, segregada por la hipófisis, hace que los melanocitos pueden aumentar la producción de melanina y por tanto, un oscurecimiento en los cabellos.

3.3.2. La teoría del color en la tintura capilar: tintes orgánicos sintéticos.

Como hemos descrito anteriormente, (ver pág. 6) los pigmentos o colores pigmentos, nacen al moler diferentes minerales, pero para poder pintar con ellos necesitan un aditivo que sirva de fijador al soporte sobre el que se está pintando, pues bien, además, en la coloración o tintura capilar, el color se obtiene por medio de la combinación de compuestos químicos orgánicos, casi exclusivamente de la serie del benceno.

Debemos tener en cuenta que aunque la coloración capilar se realiza con colores pigmentos, pero que estos tienen una limitación de color (carta de color o escala de tonos) y que además se hace por aproximación o semejanza a los pigmentos propiamente dichos, como por ejemplo el color pigmento naranja, que se asemejaría al color de tintura capilar del cobre. Tampoco tenemos que olvidar, en el momento de obtener una determinada coloración capilar, que el color del cabello interactúa con el del tinte capilar y con el oxidante, con lo cual el proceso de coloración capilar es únicamente semejante a los resultados obtenidos en la coloración de objetos, ya que el color de estos no interactúa con el del pigmento usado.

En los tintes capilares también encontramos unos parámetros para definir lo que sería el color, tono, intensidad y reflejo:

El **color** es la propia cualidad de cada uno de ellos, que lo hace único y distinto a los otros, como por ejemplo: el rojo o el verde, etc.

El **tono**, dentro de la valoración del color de los cabellos y teniendo en cuenta la carta de color, podemos distinguir por una parte una escala o valoración de 10 tonos naturales, que van desde el más oscuro denominado “tono negro”, al más claro que sería “rubio platino”. Que a su vez pueden ser claros, oscuros y que pueden tener diferentes matices, usando distintas proporciones en la mezcla. Observamos cómo estos 10 primeros tonos se transforman en una gran cantidad de variaciones, dando lugar a todo el repertorio de tonos de coloración capilar que podemos encontrar en el mercado. Así pues la altura de tono será el número que tenga dentro de la

carta o escala de color:

1. Negro
2. Castaño oscuro
3. Castaño medio
4. Castaño claro
5. Rubio oscuro
6. Rubio medio
7. Rubio claro
8. Rubio extra-claro
9. Rubio clarísimo
10. Rubio platino



Fig. 25. Carta de color.

Intensidad o luminosidad será la cualidad que tiene el color de reflejar la luz con mayor o menor fuerza.

Reflejo: si a un color capilar añadimos una pequeña cantidad de cualquier otro u otros colores, iremos eliminando su saturación y obtendremos el mismo color, pero con un matiz diferente. Para poder realizar estas mezclas debemos de tener en cuenta la combinación de los colores pigmentos, es decir la mezcla sustractiva de los colores fundamentales y que serían:

- Rojos = rojizos, caobas, cobrizos.
- Azul = azules, cenizas, grises.
- Amarillo = dorados, arenas, irisados.



Fig. 26. Carta de color de los reflejos.

Los reflejos también tienen una escala o valoración de color, establecidos casi de forma universal por todos los fabricantes de tintes:

1. Ceniza
2. Irise
3. Dorado
4. Cobrizo
5. Caoba
6. Violeta
7. Verde
8. Berenjena
9. Tabaco

Los colores secundarios hemos dicho que se obtienen de la mezcla de dos colores primarios y son:

Azul + amarillo = **verde**.

Azul + rojo = **violeta**.

Rojo + amarillo = **naranja**.

Si alguno de estos colores resultantes se une a un principal, que no esté en su formación, el color resultante sería “negro o pardo”, con lo cual neutralizaríamos el color, es decir, que todo color primario tiene su complementario en el color secundario obtenido al mezclar los otros dos primarios. Esta ley la utilizamos cuando queremos eliminar un color reflejo y

sería de la siguiente forma:

Azul + amarillo = **verde + rojo**

Azul + rojo = **violeta + amarillo**

Rojo + amarillo = **naranja + azul**

} **NEUTRALIZACIÓN**

3.3.3. La teoría de la luz y del color en el maquillaje.

Como hemos estado describiendo la luz y el color están íntimamente unidos, por tanto ambos nos son necesarios a la hora de la creación de un personaje o para un simple “*maquillaje de día*”, La correcta iluminación del lugar de trabajo es fundamental para poder ofrecernos una uniformidad de colores. Debemos tener en cuenta una serie de conocimientos con respecto a la luz y el color, aplicar las teorías, sus efectos, etc., para poder realizar nuestros trabajos correctamente.

Sabemos que los cuerpos, al recibir la luz, se quedan con aquellas ondas que les sean relevantes para su subsistencia y arrojarán al exterior aquellas que no les sirven para nada, siendo estas las que nos permiten ver la coloración del objeto, y dependiendo de la luz que incida sobre el objeto nos permite verlo de diferente coloración. No es lo mismo que la luz que recaiga sobre él proceda del Sol en las diferentes horas del día (mediodía, tarde o caída del sol), que de una bombilla o una vela, ya que cada uno de ellos tiene una intensidad y una temperatura diferente y estas diferencias hacen que el objeto se pueda ver de diferente color.

La intensidad o cantidad de luz que pueden emitir las diferentes fuentes lumínicas se miden con el Fotómetro: este nos revelará la cantidad de luz necesaria para la realización de nuestro trabajo, la distancia que debe de haber entre el objeto y la fuente lumínica, la dirección o colocación de esta (frontal, lateral, cenital, etc.).

Así mismo, también sabemos que la temperatura de cada una de las fuentes es diferente y que esto es también de vital importancia para nuestro trabajo. Sabemos que existen colores fríos y cálidos, esto es la temperatura del color. Cuando es baja, las longitudes de onda emitidas son menores y por tanto se intensifica la cantidad de amarillo y rojo contenida en la luz, pero si la temperatura de color se mantiene alta, sus longitudes de ondas serán altas, por lo cual habrá mayor número de radiaciones azules. La temperatura de color se mide en grados Kelvin, en un rango de los 9.000 K (la cual aparenta ser azul) hasta 1.500 K (la cual aparenta ser naranja - roja). Las fuentes de luz que se sitúan en algún punto entre estos dos extremos, siendo fuentes "frías" o de apariencia "fría" aquellas que tengan una temperatura de color de alta (4.000 K o más) y fuentes "cálidas" aquellas de baja temperatura de color 3.200 K o menos).



Fig. 27. Paleta de colores de maquillaje.

Para realizar un maquillaje, lo que en primer lugar debemos tener en cuenta, es el momento del día y el lugar en que se va a lucir, para saber la intensidad de la luz a la que va a estar expuesto. Ya hemos explicado la intensidad y la temperatura de la fuente lumínica y como ambos hacen que el color se muestre de forma diferente variando alguna de ellas o las dos.

El índice de rendimiento de color es la apariencia del color de un objeto, cuando es iluminado. Este índice describe el efecto de una fuente de luz, en la apariencia de los objetos coloreados. Esta capacidad de la fuente lumínica, está medida por el índice de rendimiento de color (IRC). En general, cuanto menor sea este índice, mayor será la distorsión del color del objeto. La escala utilizada por el IRC es de 0 a 100. La luz solar tiene un IRC de 100, esto indica

que su temperatura es la correcta y que no hay cambio en la apariencia de color de un objeto. Veamos según esta tabla los diferentes valores de rendimiento del color que tienen diferentes fuentes lumínicas:

ESCALA DEL IRC		
FUENTE LUMÍNICA	Tc. (°K)	IRC
Luz solar día	6.000	85 a 100
Halógeno Full-Spectrun	5.500	98
Vita-lite	5.500	91
Blanco neutral	3.000 a 5.000	70 a 84
Blanco cálido	Menos de 3.000	40 a 69
Lámpara incandescente	2.800	45

Fig. 28. Tabla de la escala del índice del rendimiento del color.

Por encima de 5.000° K la fuente patrón produce una luz diurna simulada o "reconstituida", de la temperatura de color apropiada. Con estos se consigue una distribución de la luz tan uniforme que los objetos iluminados presentan una reproducción continua y armoniosa de colores y una formación de sombras óptima.



Fig. 29. Iluminación de un tocador de maquillaje.

La luz solar sería la más adecuada para la realización de un maquillaje,

pero como no siempre la tenemos usaremos luz artificial que asemeje la intensidad y temperatura del Sol. Como podemos observar en la tabla, ciertas lámparas halógenas y fluorescentes son del tipo intermedio, esto es se sitúan entre ambos límites de "frío" y "cálido". Estas serían las adecuadas para la realización de maquillajes.

Para que la iluminación sea correcta a la hora de realizar el maquillaje, las lámparas deben de estar colocadas a ambos lados del espejo y en la zona superior de este.

3.3.3.1. Factores que influyen en la elección del color del maquillaje.

Además de las consideraciones anteriores, para realizar un maquillaje tenemos que tener en cuenta el color de la piel del modelo. Como explicamos en el apartado 3.3.1. (Melanogenesis), el color de la piel está determinado por este proceso, que además, también va a depender de la disposición y tamaño de los melanosomas dentro de los melanocitos, aparte de por la hemoglobina de los glóbulos rojos que circula en los vasos sanguíneos de la Dermis y, cómo no, por la herencia genética. Con todo esto, si además añadimos hábitos de alimentación, de vida, etc., podemos concluir diciendo, que existen diferentes tipos de color de piel y que esas diferencias son personales, genéticas y étnicas. Estudios etnológicos han expresado el color de la piel, clasificándola como:

- **Leucodermos** o de etnias blancas.
- **Xantodermos** o de etnias amarillas.
- **Melanodermos** o de etnias negras.

Podemos definir **maquillar**, como la acción de aplicar sobre la piel cosméticos con color con la intención de embellecerla, por lo cual intentamos ocultar alguna imperfección y resaltar sus cualidades físicas. También podemos decir que es modificar el color natural de la piel, pero siempre embelleciendo y consiguiendo que al final del proceso de maquillaje el modelo tenga un aspecto lo más natural posible.

La gama de color de las bases de maquillajes es muy variada: definir exactamente el color de la piel del rostro y, por tanto, la base de maquillaje que le va a proporcionar a ese rostro embellecimiento y naturalidad, es difícil. Así pues, los factores principales que van a condicionar y definir el tipo y características del maquillaje a realizar, son:

- Color de la piel, ojos y pelo.
- Características morfológicas del rostro y la figura.
- Momento del día en el que se va a lucir.
- Indumentaria.
- Acontecimiento social.
- Otros factores: medios de difusión, teatro, fotografía, cine, etc.

Vamos a describir resumidamente, cómo estos factores influyen en la elección y forma de realizar el maquillaje.

La armonía del color (pág. 20) es fundamental a la hora de realizar el maquillaje. Para potenciar la belleza, debemos de elegir tonos de base de maquillaje que armonicen con las características del modelo, como por ejemplo, para un modelo de piel oscura, ojos marrones y cabello negro, utilizaremos:

- Base de maquillaje de tonos beige dorados.
- Sombra de ojos dorados, rosas, anaranjados o violetas.
- Lineador de ojos negro, marrón o gris oscuro.
- Mascara de pestañas negra.
- Colorete rosa o calderas.
- Barra de labios, es aconsejable utilizar tonalidades similares a los del colorete y siempre en armonía con la indumentaria.

En relación con las características morfológicas del rostro, podemos decir que, por regla general, siempre que necesitemos ocultar alguna desproporción del rostro utilizaremos dos a tres tonos más oscuros del de la base de fondo del maquillaje. En cambio, si lo que queremos es resaltar alguna zona le aplicaremos dos a tres tonos más claros. Cuando además necesitemos

hacer corrección de tipo cromática en la piel, como ojeras, cuperosis, etc., debemos seguir el fundamento de los colores complementarios (pág. 20), es decir, para corregir una anomalía cromática de la piel roja utilizaremos un corrector verde o si lo que necesitamos es neutralizar una anomalía amarillenta usaremos un corrector violeta. En cuanto a la figura, solamente decir que no debemos abusar de la intensidad del tono del maquillaje del rostro, ni en personas de estatura reducida ni de gran estatura.

Como vimos anteriormente, la iluminación hace ver determinados colores, más o menos intensos, dependiendo del tipo de luz que reciban, por lo que es muy importante conocer, antes de realizar el maquillaje, aspectos como el momento del día o el lugar en el que se va a lucir.

La ropa o indumentaria que llevaremos también influye en las tonalidades del maquillaje (ojos, labios, coloretes, etc.). Para que tanto el maquillaje como nuestra indumentaria resalten, tiene que existir armonía entre ambos.

En cuanto al acontecimiento para el que se realiza el maquillaje, también podemos decir mucho, pero baste decir solamente que uno de los trabajos de maquillaje más solicitados y más especial es el de **novia**. En este tipo de maquillaje van a influir todos los factores antes expuesto: elección del fondo de maquillaje en armonía con el color de piel, ojos, pelo y del traje (normalmente blanco o de tonos muy claros), sin olvidar que primero se lucirá, presumiblemente, con luz solar, para luego, más tarde, lucirlo en un recinto (lugar de ceremonias) con una iluminación eléctrica y, cómo no, en las sesiones de fotografía y de video. Este tipo de maquillaje es toda una prueba del **saber hacer** en la profesión de maquillador.

Para la realización de un maquillaje que va a servir de base para la realización de fotografías, cine, televisión... tenemos que tener en cuenta una serie de requisitos, como son la luz, los tonos de base del maquillaje, las sombras, los coloretes, la barra de labios, la eliminación de brillos que puedan producir los cosméticos en la piel, etc.

Empecemos hablando del maquillaje de fotografía: primero debemos de puntualizar si se trata de color o en blanco y negro. Las cámaras de fotos que se utilizan hoy (pág. 16) hacen posible que los resultados obtenidos sean buenos, pero no por eso debemos de olvidar los requisitos necesarios para realizar un buen maquillaje que deba ser fotografiado. En las fotografías en blanco y negro, el resultado será una escala acromática de blancos, negros y grises (pág. 21): de todos los colores utilizados en el maquillaje, por ejemplo el color rojo de los labios, se verá negro, más intenso que el propio color negro. Las sombras darán tonos oscuros (negros, grises), mientras que la luz nos dará los blancos y grises claros. Por tanto, el tipo de fondo de maquillaje debe ser bastante cubriente, que este bien extendido y que tanto los pómulos, como los ojos y los labios estén bien definidos y marcados, para conseguir un efecto *claro oscuros* que dará relieve al rostro en la fotografía. La iluminación que reciba el modelo es fundamental en este tipo de fotografías, ya que si no es la adecuada producirá sombras no deseadas, por lo que todo nuestro trabajo habrá sido baldío.

En las fotografías a color no tenemos por qué tener tantas precauciones, aun que sí debemos saber que el color que percibimos no va ser el mismo que obtengamos en la fotografía. Aquí otra vez vamos a hablar del color rojo, ya que es el que tiene mayor longitud de onda (pág. 13) y, por tanto, el que llega más rápidamente a nuestra retina, neutralizando el resto de la composición. Es un dato a tener en cuenta, pues si nuestro modelo tuviera en la piel una anomalía cromática de color rojizo, se visualizaría mucho, por lo que, antes de ponerle la base de maquillaje, habrá que hacerle las oportunas correcciones aunque no tan marcadas como las que realizaríamos para las fotografías en blanco y negro.

El maquillaje de cine y el del teatro son muy semejantes: ambos tienen en común la caracterización de los *personajes*, y que en ambos hay una *magia de efectos especiales* (iluminación, decorados, música). Todo esto, aparte del maquillaje que se les realiza, hace que los personajes sean más reales.

Las diferencias que existen entre cine y teatro son que en este la acción se resuelve en un tiempo corto, de más o menos unas horas, y que la posición de los personajes con respecto al público es más lejana, por lo que el maquillaje se realiza sólo y exclusivamente para este tiempo y que debe de estar muy marcado, para que se observe bien en la distancia. En cuanto al cine, puesto que el tiempo de realización de una película puede durar varios meses, los maquillajes que se realicen deben de estar trabajados muy meticulosamente y anotando todos los pasos para que en el transcurso del rodaje se realce el mismo tipo.

En la televisión y en el cine se utiliza una técnica de efectos especiales llamada **Croma key**, que consiste en un sistema de grabación en el que se trabaja con dos fuentes distintas, una primaria y otra secundaria, y con un dispositivo electrónico capaz de detectar la señal de un determinado color, generalmente el azul, actuando como sigue:

- Si no recibe señal de color azul, graba tomando como origen la fuente primaria, o sea todo lo que está en el plató.
- Si recibe señal de color azul, desconecta la grabación que está efectuando de la fuente primaria e inserta en su lugar la fuente secundaria u objeto o figura que queremos ver, es decir, que sobre el color azul (que desaparece) vemos en su lugar, la figura o el paisaje deseado.

Esto último se ha utilizado y se sigue utilizando en muchas películas, como “El laberinto del Fauno” o “El retorno del Jedi”. Hemos dicho que, aunque generalmente se utilice el color azul, podemos usar otros colores. Pero se utiliza sobretodo el azul porque si en grabación intervienen actores, este color es el que menos está presente en la piel humana y así nos aseguramos de que puedan verse con toda nitidez y no sean borrados. En cambio, cuando queramos que no se vean, es cuando se colocan los otros colores: por ejemplo en “El Laberinto del Fauno” el actor que va caracterizado de fauno está vestido de verde, por lo que no se ve parte de su figura, solamente aquellas partes que interesan.

El maquillaje utilizado en la televisión también va en consonancia con el tipo de iluminación utilizada. Para conseguir que se pueda ver una imagen bidimensional hay que utilizar una buena iluminación, que a su vez elimina el color del personaje, por lo cual el maquillaje a utilizar debe de ser bastante cubriente: se deben realizar las correcciones necesarias y, antes de grabar, debe de pasar el control de cámara para asegurarnos que está bien realizado, que no se ven sombras ni brillos no deseados.

3.4. CROMOTERAPIA.

El color tiene un papel muy importante en la vida: puede expresar emociones, acciones, prohibiciones, seguridad, afectar a la productividad de las personas, etc. Dentro de este apartado vamos a describir ciertas características del color que tienen que ver con el desarrollo de la vida de seres humanos, de cómo nos afectan ciertos colores en nuestras actividades, en nuestro estado psíquico, ¿por qué sentimos preferencias, al vestirnos, a ciertos colores y en determinados momentos? Así, también, como nos pueden servir de apoyo en la curación de ciertas enfermedades. Por ello también vamos a describir los siete centros energéticos principales del humano, denominados Chakras.

3.4.1. Efectos psíquicos y físicos de los colores y sus armonías.

Está comprobado que el color del medio ambiente nos produce reacciones psíquicas o emocionales e incluso físicas. Esto ha llevado a ciertos profesionales (psicólogos, decoradores, etc.), a emplear los colores de forma adecuada para un mayor rendimiento. Aunque no se pueden establecer con precisión reglas fijas para la elección del color apropiado con el fin de conseguir exactamente un efecto determinado, sin embargo, existen una serie de experiencias en las que se han comprobado las sensaciones que producen en el individuo determinados colores.

La primera sensación de la que podemos hablar es la de calor o frío, por eso hemos definido “colores cálidos” y “colores fríos”. Son sensaciones térmicas subjetivas. Los colores cálidos son los que en el espectro visible van desde el rojo al amarillo verdoso, y los fríos desde el verde al azul.

Un color será más cálido o más frío según sea su tendencia hacia el rojo o hacia el azul, respectivamente. La composición de estos se llama **armonía de contraste cálido - frío**.

Tanto el color verde como el violeta (ver fig. 30) pueden ser colores mediadores de estos contrastes, ya que sus colores van a venir determinados por la cantidad de pigmentos de cada uno de los primarios, que formen parte en su elaboración. Por ejemplo, sabemos que el violeta está formado por los pigmentos primarios rojo (cálido) y azul (frío), si ponemos tres partes de rojo, y una de azul, el color pigmento resultante será más cálido, que si las proporciones de pigmento las tomamos a la inversa. Con el verde pasaría lo mismo.

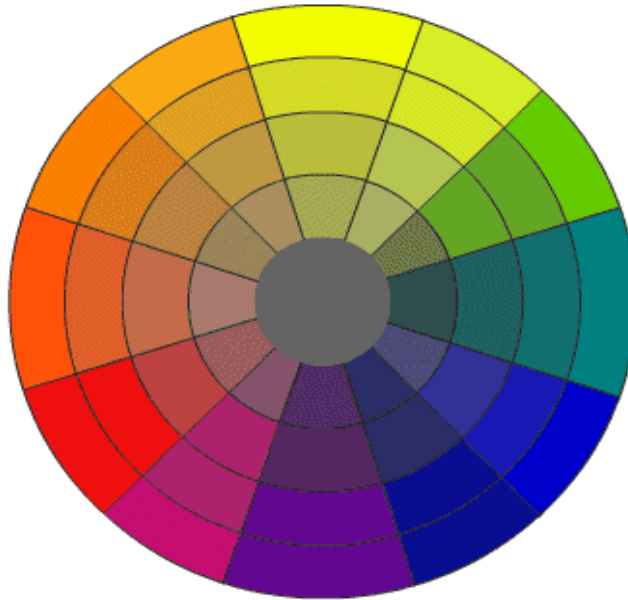


Fig. 30. Círculo cromático.

Los colores cálidos son dinámicos, excitantes y producen sensación de proximidad. Sobre el organismo producen un efecto estimulante, ya que actúan sobre el sistema nervioso simpático. Provocan sensaciones de alegría, dinamismo, confianza, amistad, etc. Si estos colores son muy saturados, sobretodo en la gama de los rojos, pueden provocar sentimientos de agresividad, ira, etc. Las patologías asociadas a los colores cálidos son las agudas y de carácter inflamatorio. También se puede decir que estos tienen un efecto acidificante.

Los colores fríos calman y descansan, produciendo una sensación de lejanía, serenidad, pasividad, cautela, recogimiento, etc. Tienen acción sobre el sistema nervioso parasimpático, inhibiendo las funciones corporales y manteniendo al organismo en un estado de relajación relativo. Por ejemplo, hace que descienda el ritmo cardiaco, el proceso de digestión, etc.

También la tonalidad de claro y oscuro, tiene efectos psicológicos. Los tonos claros nos animan y nos dan sensación de ligereza, mientras que los oscuros nos pueden deprimir e incluso dar sensación de pesadez.

En la armonía de colores pasa igual. Cuando combinamos ciertos

colores podemos manifestar determinadas sensaciones.

Muchos colores están estandarizados y reconocidos universalmente, para evitar riesgos, ya sean laborales, de circulación, etc. Con solo verlos sabemos que nos están advirtiendo o describiendo, de zonas, sustancias, etc., que pueden ser peligrosas o de acciones a realizar. Así, por ejemplo, el color rojo nos indicará peligro, ubicación de salidas de emergencia, lugar donde se encuentran situados los extintores, etc. El violeta nos indicará zonas de radioactividad, etc.

En experimentos científicos realizados con los colores se ha puesto de manifiesto cómo nos afectan en los estados emocionales, variándonos la presión sanguínea.

3.4.2. Centros energéticos: los Chakras.

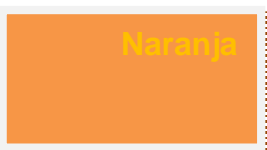
Cada color tiene un significado diferente y existen estudios de cómo pueden influir no sólo en el aspecto psicológico sino también en el fisiológico. Por ello no podemos dejar de hablar de los centros energéticos principales que rigen nuestro cuerpo denominados Chakras: son siete, cada uno está representado por un color y rigen una zona determinada de nuestro cuerpo. Vamos a describir los colores primarios y secundarios por el orden que ocupan los centros energéticos en nuestro cuerpo y relacionarlos como terapia alternativa en la curación de ciertas enfermedades:



Es otro de los colores primarios. Es el más cálido y es el color de la alegría de vida, de la fuerza vital y una fuente estimulante de energías que pueden ser tanto constructivas como destructivas, activa en todas las direcciones. Es el símbolo que representa el fuego, sangre, pasión, poder, peligro y de la poderosa fuerza de voluntad. Representa al primer Chakra "*Muladhara*", que es la raíz que nos sustenta. Está localizado en el perineo y base de la columna vertebral. Rige los riñones, glándulas

suprarrenales, pelvis, caderas, rodillas, la parte baja de la espalda, nervio ciático y el movimiento intestinal.

Es bueno para los procesos depresivos (alternándolo con amarillos y azules para no producir estados irritantes). En la decoración o publicidad, es el color que más atrae la atención.



También se puede decir anaranjado: es un color secundario, formado por el amarillo más rojo y por eso neutraliza al azul. Es un color cálido que simboliza entusiasmo, exaltación, confianza en sí mismo, etc. Está representando al segundo Chakra “Swadhistana”. Se localiza entre los genitales y el ombligo. Rige los genitales, órganos reproductores, vejiga y próstata.

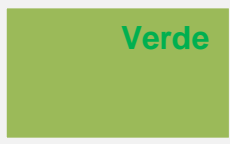
Está relacionado con la sexualidad y la creatividad. El naranja equilibra el conocimiento del origen y la finalidad de la vida, la felicidad, el deseo, el placer, el equilibrio emocional, etc. Es un color que ayuda a los procesos digestivos, genera alegría y claridad mental.



Es uno de los colores pigmentos primarios, neutraliza al violeta. Es el color con el que representamos al Sol, oro, divinidad, riqueza, esplendor, etc. También, representa el color del Chakra tercero “*Manipura*” significa en sánscrito “*morada de la riqueza*”. Está localizado en el plexo solar y rige todos los órganos que se encuentran en esta zona: bazo, hígado, estómago y páncreas.

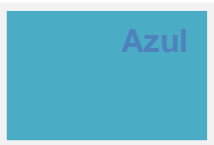
Utilizando este color podemos mejorar los tratamientos de artritis, disfunciones de hígado, estómago e intestinos. También estimula el intelecto, por eso, es aconsejable decorar con este los lugares destinados al estudio.

En el teatro está considerado como un color nefasto, por eso es difícil que lo usen los actores, sobre todo en los días de estrenos de la obra.



Es un color luz primario y en los pigmentos, es secundario, ya que se forma de los colores pigmentos amarillo y azul, por lo cual es el que neutraliza al rojo. Es el color de la naturaleza y del equilibrio, ya que está formado por un color frío y un cálido. El cuarto Chakra está representado por este color "*Anahata*". Localizado en el centro del pecho, rige el corazón los pulmones, el hígado y el timo.

Se utiliza para eliminar problemas de hiperactividad, reumatismos, edemas. En cuanto a la decoración, podemos decir que el verde es un color jovial y alegre, pero si se abusa de él, puede crear una estancia muy estática.



Al igual que el anterior es uno de los colores primarios, pero además, también es primario de los colores luz. Representa el color del cielo, del agua. Es un color frío, pero entrañable, relajante, etc. En los Chakras es el quinto y se llama "*Vishuddha*". Se localiza en la garganta y rige las cuerdas vocales, voz y la glándula del tiroides.

En decoración es el color más utilizado para pintar las paredes, ya que evita problemas de insomnio, inspira paz e introspección. Actúa sobre la tensión muscular y presión sanguínea y aumenta la capacidad de comunicación y también la creatividad de expresión.

El color azul tiene una gama grandísima de tonalidades, pero a diferencia de otros, este mantiene en todas las mismas cualidades de actuación.



Índigo

También es conocido como el color añil, es secundario. Tiene propiedades narcóticas, ayuda a eliminar el miedo a la oscuridad y para tratar desordenes emocionales y mentales. Es el septo Chakra, "Ajna", localizado en el entrecejo, y rige la glándula pineal o hipófisis. También es conocido como el tercer ojo, el elemento que le corresponde es la luz, por eso está vinculado a la visión interna y lo responsable de las facultades extrasensoriales de la percepción.

Representa la espiritualidad relacionándola con los hechos de la vida, conocimiento, percepción e intuición. Nos hace reflexivos, observando y controlando nuestras conductas conscientes e inconscientes.



Violeta

Es secundario y también está formado por dos colores primarios, uno frío y otro caliente, por lo que también comparte con el verde el poder del equilibrio, aunque menos que el anterior. El violeta es el más emocional, místico y espiritual de todos los colores. Como expusimos anteriormente, el Chakra séptimo, algunos autores lo representan con este color y otros con el blanco o con ambos.

Se utiliza para ciertos tratamiento de huesos, como pueden ser la osteoporosis, artritis y en la menopausia.

Aparte de los colores primarios y secundarios, vamos a hablar del blanco y del negro, por su gran importancia.



Blanco

No se considera un color (es acromático) puesto que es la suma de todo los colores luz (suma aditiva) (ver pág. 13). En los colores pigmentos se podría considerar como "*color primario*", ya que no se obtiene de la unión de ningún otro color pigmento. Tiene un gran poder de reflexión de la luz. Se relaciona con el séptimo Chakra "*Sahasrara*", aunque algunos autores también lo representan con el color violeta. Se localiza en la

parte superior de la cabeza y rige la glándula pineal. Se representa como la flor de loto de mil pétalos.

Lo relacionamos para expresar inocencia, paz, pureza, grandeza, etc. Nos aporta sabiduría, conocimiento, conciencia y conexión espiritual. Si lo combinamos con otros colores, reduce su significado, pero resalta al otro que acompaña.

El yin-yang, que es una más de las teorías de la filosofía oriental (como ya hemos visto anteriormente), está representada por el color blanco y el negro, como la dualidad que existe en el universo. El yang será el blanco y representa lo masculino, caliente, seco, etc.



Al igual que el blanco (es acromático) no se considera un color, ya que se considera como la ausencia de la luz y, por tanto, del color (ver pág. 14). No está identificado con ningún Chakra, pero sí tiene efectos fisiológicos. Es la otra parte de la dualidad del yin-yang. El negro sería Yin, que es lo femenino, húmedo. Recordemos que si no existe uno no puede existir el otro.

Confiere elegancia y nobleza en el vestir, aunque también nos produce tristeza, melancolía, silencio. Si abusamos de él, nos aislara e impedirá las relaciones con los demás. En nuestra cultura es también el color de la muerte y del luto y se reserva para las misas de difuntos y del Viernes Santo.

BIBLIOGRAFÍA

- BENITO GERARDO: **Coloración del cabello**. Ed. Videocinco.
- BONADEO, I.: **Cosméticos extracutáneos**. Ed. Científico Médica.
- COTTER, L.: **Soluciones de belleza**. Ed. Paraninfo.
- ELLIS, RICHARD: **Reiki y los siete Chakras**. Ed. Edaf y Morales S.A.
- GINÉS Y LINA: **Atlas de peluquería (tomo II)**. Instituto Monsa de Ediciones S.A.
- HAYES COLIN: **Guía completa de Pintura y Dibujo, Técnicas y Materiales**, Ed. H. Blume Ediciones.
 - HERNANDO VALDIZÓN, P., JIMÉNEZ CIMÉNDEZ, I. y JIMÉNEZ NIETO, L. C.: **Tecnología de peluquería I**. Ed. Videocinco.
 - HERNANDO VALDIZÓN, P., JIMÉNEZ CIMÉNDEZ, I. y JIMÉNEZ NIETO, L. C.: **Tecnología de peluquería II**. Ed. Videocinco.
-
- HERNANDO VALDIZÓN, P., LÓPEZ, PALOMA y CRUZ SANCHÉZ, M.: **Tecnología de Estética I**. Ed. Videocinco.
- HERNANDO VALDIZÓN, P., LÓPEZ, PALOMA y CRUZ SANCHÉZ, M.: **Tecnología de Estética II**. Ed. Videocinco.
- KAUNFMAN, P. L. y AIN, ALBERT: **Fisiología del ojo**. Ed. Adler.
- PAWLIK, JOHANNES: **Teoría del color**. Ed. Paidós Ediciones.
- SIERRA ACOSTA, M^a. ISABEL: **Maquillaje. Estética Personal Decorativa**. Ed. Paraninfo.