

blanco reciba solamente los rayos amarillos del espectro, lo cual es fácil colocando el cuerpo en la cámara oscura y no dando paso más que á los rayos amarillos del espectro obtenido por un prisma. Dicho cuerpo parecerá amarillo; pero si lo iluminaran solamente los rayos rojos, verdes ó azules, sería respectivamente de estos tres colores. Un cuerpo negro seguirá, por el contrario, siendo negro, cualquiera que sea el color que le ilumina. Por último, un cuerpo rojo parecerá de un rojo intenso si se le ilumina con la luz procedente de los rayos rojos del espectro, al paso que parecerá negro si se expone á los rayos de los otros colores.

La experiencia confirma todos estos resultados. Obsérvese, sin embargo, que los cuerpos coloreados adquieren la tinta de los rayos que los alumbran, aún cuando estos no sean del color de aquellos; pero dicha tinta es tanto más viva cuanto mayor analogía haya entre el color propio de los cuerpos y el de los rayos que á ellos llegan. Así, por ejemplo, «el bermellon alumbrado por el rojo parece mucho más encendido; en el anaranjado y amarillo, parece de estos colores, pero su brillo es menor. Los rayos verdes le comunican también su color, mas á causa de la gran aptitud del rojo á reflejar la luz verde, parece oscuro y empañado; lo es mucho más en el azul, y en el añil y el morado es casi enteramente negro. Por otra parte, un pedazo de papel azul oscuro ó azul Prusia adquiere extraordinario brillo cuando se le expone á los rayos de añil. En el verde se vuelve verde, pero con menor viveza; en el rojo, parece casi negro.» (Herschel.)

Es preciso, pues, comprender la teoría de Newton en el sentido de que las superficies de los cuerpos coloreados son por lo general aptas para reflejar los rayos de cierto color en cantidad mucho mayor que los de los otros rayos, siendo esto lo que les comunica su color predominante. Sin embargo, dichas superficies no absorben enteramente los otros rayos, y esto es lo que les impide ser completamente negros cuando se los ilumina con una luz cuyo color difiere del que les es propio.

La coloración de los cuerpos opacos parece debida sobre todo á los rayos reflejados especialmente.

Y en efecto, los cuerpos de superficie puli-

mentada son, por decirlo así, incoloros, ó mejor dicho, no parecen coloreados sino de las tintas de los objetos cuyas imágenes reflejan. Esto, no obstante, por perfecta que sea la tersura de un espejo, altera los colores de las imágenes, que parecen amarillentas en los espejos de superficie plateada ó dorada y rojizos en los de superficie cobriza. A veces es difícil de comprobar por simple reflexión la tinta propia de un espejo; pero poniendo dos de estos iguales y paralelos á corta distancia, los rayos que llegan al ojo después de muchas reflexiones tienen una colocación marcada.

Rara vez son los colores de los cuerpos idénticos á los colores simples de que se compone el espectro solar; en su mayoría son compuestos, de lo cual es fácil cerciorarse sometiéndolos aisladamente al análisis del prisma. Este análisis da un espectro formado de varios colores simples, siendo su mezcla la que produce el color particular observado. Basta mirar un objeto de color, como una flor ó un pedazo de tela, al través de un prisma, para observar que los bordes de la imagen paralela á la arista son irisados.

Si en lugar de iluminar un cuerpo colorado con la luz blanca del Sol ó con alguno de los colores simples que forman esta luz, se le ilumina valiéndose de otros focos luminosos, como la luz de una lámpara ó ciertas llamas artificiales, su color se altera. Nadie ignora que el verde parece azul visto de noche á la luz de una lámpara ó de una bujía, lo cual consiste en que esta luz contiene menos rayos amarillos que la del día: pues bien, siendo el verde un color que se obtiene mezclando el amarillo con el azul, si el primero falta en parte ó en todo, el matiz que resulta tira más ó menos á azul. Esta última observación nos lleva á hablar de los colores que se obtienen mezclando colores simples. Pero antes, terminemos lo que nos proponíamos decir acerca de la teoría de Newton sobre los colores de los cuerpos no luminosos por sí mismos.

Procurando Newton investigar más profundamente las causas del fenómeno, supone que la luz incidente se descompone en la superficie. Una parte de ella queda absorbida, extinguida en los cuerpos opacos, al paso que los transparentes la transmiten. Otra es reflejada por las

moléculas superficiales, á poca profundidad en los cuerpos opacos, y á varias profundidades en los transparentes. Esto es lo que explica por qué el color de la luz transmitida es por lo común en los segundos diferente de la reflejada. Hemos visto, por ejemplo, que el oro reducido á hojas sumamente tenues, da paso á una luz azul-verdosa, y que su color reflejado es amarillo ó amarillo-rojizo. «Habiéndose sumergido Halley en el agua á muchas brazas de profundidad en una campana de buzo, vió que tomaba un color carmesí el dorso de su mano sobre el cual caían los rayos solares al pasar por una abertura cerrada con un cristal, mientras que la palma, iluminada por la luz que reflejaban las partes profundas del agua, parecía verde; de lo cual dedujo Newton que el agua da paso á los rayos rojos y refleja los morados y los azules.» (Daguin.)

¿Qué modificación sufre la luz reflejada difusamente? ¿Cómo obra la estructura de los cuerpos en los diferentes rayos de colores para despedir los unos y apagar los otros? Lo que produce el fenómeno de las varias coloraciones, ¿es la forma, la densidad, el poder refringente de las moléculas ó bien todos estos elementos reunidos? Preguntas sumamente delicadas son estas, á las cuales no se puede responder con exactitud en el estado actual de la ciencia.

IV

CLASIFICACION DE LOS COLORES

La luz blanca del Sol, descompuesta por el prisma produce una serie de colores que corresponden á varios grados de refrangibilidad. Estos colores son en número infinito, por decirlo así, puesto que se pasa de un extremo á otro del espectro por matices insensibles; pero es costumbre distinguir siete colores principales, cuyos nombres, tomados en su orden natural, son los siguientes:

Morado, añil, azul, verde, amarillo, anaranjado, rojo.

Fundándose algunos físicos en la posibilidad de reproducir algunos de ellos mezclando al efecto los otros, obteniendo, por ejemplo, el verde con la mezcla del amarillo y del azul, el morado con la del azul y del rojo, etc., han tratado de demostrar que el espectro sólo está for-

mado de tres colores elementales ó primitivos. Según Brewster, estos colores son el rojo, el amarillo y el azul; según Young, el rojo, el verde y el morado. Las proporciones en que se mezclan estos colores en las distintas partes del espectro, explican la variedad de los matices que lo componen.

Hoy nadie acepta estas últimas teorías, por haberse demostrado que eran inexactos los experimentos en que las basaban sus autores. Así, pues, todos los colores del espectro son simples, pudiendo considerarse ilimitado su número aún cuando en la práctica se los reduzca á siete principales.

El blanco no es un color simple, al contrario, es el más complejo de todos los colores compuestos. El negro no es un color, sino la carencia completa de toda luz. Los colores compuestos, tal cual nos lo presentan los cuerpos, son mezclas, en distintas proporciones, de todos los colores elementales.

Un experimento muy sencillo demuestra que se requiere el concurso de todos los rayos del espectro para producir el blanco perfecto. Este experimento consiste en interceptar cualquier parte del espectro antes de que se proyecte en la lente que sirve para la recomposición de la luz. «Por ejemplo, cuando se intercepta el morado, el blanco adquiere un tono amarillo, si en seguida se suprime sucesivamente el azul y el verde, el amarillo se va poniendo más rojo y pasa por el anaranjado al rojo escarlata y al punzó. Si se empieza por suprimir el extremo rojo del espectro, se hará pasar el blanco al verde bajo, luego al verde brillante, al azul, y por último, al morado, interceptando sucesivamente los rayos menos refrangibles. Si la parte media del espectro es la interceptada, la concentración del resto de los rayos producirá varias tintas purpúreas, carmesíes, etc., según la parte que se haya suprimido. Interceptando ciertos rayos se puede obtener el color que se quiera, no habiendo matices en la naturaleza que no se puedan imitar así perfectamente, con un brillo y una riqueza á los que jamás pueden llegar los colores artificiales.» (J. Herschel, *Tratado de la luz.*)

El número de colores compuestos, resultantes de la mezcla de los colores simples ó de los diferentes rayos coloreados del espectro, au-

menta pues de un modo, por decirlo así, indefinido. En breve veremos que es posible aumentarlo más, ya añadiendo cierta cantidad de luz blanca, ó bien mezclando negro en variables proporciones.

Llámanse *colores complementarios* á los que con su mezcla producen el blanco.

Hay un medio muy sencillo para determinar los grupos de colores que tienen esta propiedad: ó sea interceptando al salir de la lente una parte del haz convergente que iba á formarse en el foco de la luz blanca. Esta porción, recibida por un segundo prisma, se desviará y dará un color que será á no dudarlo complementario del producido en el foco de la lente, puesto que antes de su separación formaban el blanco.

Recurriendo Helmholtz á un procedimiento distinto que consiste en recibir dos colores del espectro al través de las hendiduras de una pantalla concentrándolos por medio de una lente, ha reconocido que hay un número indefinido de grupos de dos colores á propósito para formar con su mezcla blanco perfecto. Hé aquí algunos de los resultados obtenidos por este físico:

Colores complementarios	Intensidades de los dos colores	
Morado,—amarillo—verdoso.	5	10
Añil—amarillo.	3	4
Azul—anaranjado.	1	1
Azul—verdoso—rojo.	0,44	0,44

Las cifras que hay á continuación de los grupos representan las intensidades relativas de cada color; los de la segunda columna corresponden á una luz viva, y varían cuando la luz incidente varía á su vez de intensidad.

Helmholtz ha dado además á conocer un medio sumamente sencillo para estudiar el resultado de la mezcla de dos colores. Sobre una mesa negra se ponen dos discos coloreados, uno del primer color y otro del segundo: en seguida se coloca verticalmente; el otro se percibe al través del cristal transparente, viéndose además otra vez al segundo por reflexión. Si entonces se le pone de modo que su imagen parezca superpuesta al disco al través de la luna, los dos colores resultarán naturalmente mezclados, y será fácil juzgar del matiz producido por su composición. De esta suerte dos discos teñidos de amarillo cromo y de azul cobalto respec-

tivamente, dan blanco puro, lo que prueba que estos colores son complementarios.

En resumen, todo color simple ó compuesto tiene siempre su color complementario; más aún, tiene una infinidad de ellos, porque si al color complementario se añaden proporciones variables de luz blanca, el resultado no puede ser más que blanco. Pero no se debe aplicar esta regla sino á los colores francos, es decir, á los que no están alterados por alguna proporción de negro, pues en este caso, en lugar de un blanco perfecto, resultará un ceniciento más ó menos oscuro.

Por último, la mezcla de los colores complementarios no produce blanco sino cuando dicha mezcla no es material; si se hace uso de colores materiales diluidos de cualquier modo, ó aun en estado pulverulento, la mezcla no dará más que un gris más ó menos oscuro.

Si los colores, así simples como compuestos, son en número indefinido, si la mezcla en diversas proporciones de blanco ó negro multiplica todavía su número, es también positivo que la vista no puede apreciar distintamente más que una corta cantidad de ellos. Con todo, si fuese posible reunir en una misma escala todos los matices de colores que nos presenta la naturaleza y que nos es dado distinguir unos de otros nos causaría asombro su riqueza y magnificencia; las hojas y las flores en las plantas, las pieles de los animales, los brillantes colores de que están teñidas las plumas de las aves, las alas de las mariposas y de otros insectos, los matices de varios minerales, las conchas, etc., proporcionarían los elementos de la innumerable serie de colores naturales, y permitirían pasar de un matiz á otro por grados insensibles, con lo cual se tendría una clasificación de los colores sacada de los objetos naturales.

Los colores empleados en las artes son probablemente más limitados; sin embargo, es fácil formarse una idea de su número recordando que los romanos aplicaban, según se dice á sus mosaicos más de 30,000 tintas. Pero precisamente por ser muy considerable este número, se ha sentido la necesidad de hacer una clasificación razonada de los colores y de sus matices que permita definirlos, refiriendo cualquiera de ellos á un tipo fijo determinado de una vez para siempre. Nadie ignora que, en la industria y

en las artes, la nomenclatura de los colores es muy arbitraria, ó por lo ménos que varía de un arte ó una industria á otra: los nombres, tomados de objetos naturales, minerales, flores, frutos ó animales, no tienen conexión alguna de gradación. Para obviar los inconvenientes que de semejante confusión resultan, ha propuesto

M. Chevreul una clasificación de colores y matices cuya base y principios vamos á indicar.

Según Chevreul, ninguna materia coloreada por alguno de los colores del espectro puede ser modificada sino de cuatro modos diferentes:

1.º Por el blanco, que aclarándola, atenúa su intensidad;



Fig. 169.—M. Chevreul

2.º Por el negro, que oscureciéndola, disminuye su intensidad específica;

3.º Por cierto color, que cambia su propiedad específica sin empañarla;

4.º Por cierto color, que cambia su propiedad específica empañándola, de suerte que si el efecto llega á su máximun, resulta negro, ó gris normal representado por negro mezclado con blanco en cierta proporción.

Para expresar todas estas modificaciones, M. Chevreul emplea las expresiones siguientes que, una vez definidas, no pueden prestarse á ningún equívoco:

Llama «tonos de un color á los diferentes grados de intensidad de que este color es susceptible, según que la materia que la presente sea dura ó esté simplemente mezclada con

blanco ó negro; *gama*, al conjunto de tonos del mismo color; *matices* de un color, á las modificaciones que éste experimenta al agregarle otro color que lo cambia sin empañarlo; en fin, *gama rebajada*, á la gama cuyos tonos claros ó oscuros están empañados por el negro.»

Véase ahora cómo ha procedido para formar una escala, suficientemente extensa, de los colores principales, de sus tonos y de sus matices.

Después de dividir un círculo en 72 sectores iguales, colocó á distancia igual tres muestras de lana teñida, la una de rojo, la otra de amarillo y la tercera de azul, tan puras como le fué posible y de la misma intensidad. Luégo, entre estos tres sectores y á igual distancia de cada uno de ellos, puso una muestra anaranjada entre la roja y la amarilla, una verde entre esta última