

riqueza de timbres es tan diversa como lo son las fisonomías. La variedad inmensa de timbres tiene su razón de ser en el sinnúmero de sonidos secundarios que pueden acompañar al fundamental, y en las combinaciones á que éstos se prestan; y objetivamente en los distintos sistemas de vibraciones que un cuerpo puede á la vez producir.

Resulta, pues, el *timbre* de un sistema de sonidos complejo formando unidad y en relación con uno de ellos que es el fundamental; y es tal aquí la fusión de elementos, que psicológicamente se aprecia tan simple como si hubiera uno solo: en ciertas condiciones, y en caso de una educación del oído excepcional, pueden sin embargo apreciarse los sonidos secundarios como distintos del fundamental. En las notas agudas es el fundamental más predominante, y los complementarios muy débiles y pocos en número, de aquí que en ellas es menos variado el timbre de los instrumentos y de las voces, siendo éste más semejante cuanto aquéllas son más agudas; en cambio es más débil el sonido fundamental de los tonos bajos, acrecentándose proporcionalmente la intensidad de las armónicas, hasta el punto de que solamente oídos ejercitados y prácticos puedan distinguir las diferencias tonales en los sonidos muy profundos, pudiendo éstos llegar hasta perder el carácter tonal. El sonido fundamental que marca el tono, guarda relación constante con los secundarios, que siempre son superiores; estando el número de éstos, por consiguiente, en relación inversa con la altura del

fundamental. Los hipertonos ó sonidos armónicos se hallan, cuanto al número de vibraciones, en relación simple de 1, 2, 3, 4, etc., respecto de las correspondientes al fundamental. Así, en el supuesto de tener 24 vibraciones el tono por segundo, los hipertonos tendrán 43, 72, 96, 120, etc.; de consiguiente, las armónicas de un tono fundamental serán: 1.º, su octava; 2.º, la quinta de esta octava; 3.º, la segunda octava; 4.º, su tercera mayor; 5.º, la quinta de la misma octava, etc., etc.

9.—Así como la fusión perfecta de sonidos ó vibraciones producidas por un sólo objeto origina el timbre, así también hay *fusión menos perfecta de sonidos* independientes, que produce, además de la sensación particular de cada sonido, otra que expresa la relación; y puede ser grata y se llama *consonancia*, ó desagradable y recibe entonces el nombre de *disonancia*. La mayor ó menor consonancia de dos ó más sonidos guarda relación con sus correspondientes números de vibraciones; habrá consonancia más perfecta, cuanto sean más simples las relaciones de estos números ó se aproximen más á ellas. Así la más perfecta será la octava de 1 á 2, siguen la quinta de 2 á 3 y la cuarta de 3 á 4, y por último, la tercera mayor de 4 á 5 y la tercera menor de 5 á 6. De aquí puede inferirse, que la mayor ó menor perfección de la consonancia de dos ó más sonidos depende de la coincidencia más ó menos ajustada de la totalidad de sus tonos é hipertonos.

Pero cuando los tonos y armónicas de varios sonidos no llegan á coincidir en toda la serie, prodúcese entonces en nuestro oído la sensación molesta y desagradable llamada *discordancia*; su origen está en las interferencias de las vibraciones, que, faltas de armonía, se entrecruzan y chocan, interrumpiendo su ritmo y causando sonidos intermitentes y ásperos. Y así como la consonancia tiene una serie de grados desde el unísono, que es la más perfecta y donde coinciden todos los tonos y armónicas, hasta la disonancia, en que falta la coincidencia del mayor número de éstas; así la discordancia puede acrecentarse hasta perder la cualidad tonal para convertirse en simple ruido. Parece un hecho demostrado que la disonancia y la consonancia son efecto, la primera de la excitación intermitente del aparato acústico, y la segunda de la excitación regular y continua del mismo.

Como conclusión del análisis psico-físico precedente de las sensaciones auditivas, debemos establecer que hay correlación exacta entre los modos y variaciones de la sensación y los de su excitante físico: 1.º, vibraciones simples causan sensaciones simples, y un compuesto de varios sistemas de vibraciones producen sensaciones compuestas, las cuales son diversas según el modo de combinación de aquellas vibraciones; 2.º, por la rapidez las vibraciones recorren una escala que se traduce en otra semejante de la sensación y es la escala tonal; y 3.º, la fuerza ó amplitud de las vibraciones tienen su expresión psicológica en el grado de in-

tensidad de la sensación: es decir, que las variaciones de la impresión subjetiva están en función de las variaciones del excitante físico.

10.—*Sensaciones visuales.* — Cualitativamente las sensaciones visuales se distinguen en *acromáticas* y *cromáticas*. Las primeras forman un sistema de gradación intensiva entre dos polos extremos, el *negro* y el *blanco*, y cuyo término medio es el color *gris*. Estas sensaciones acromáticas tienen, á la vez que carácter cualitativo, también de cantidad; puesto que los distintos grados de la escala del blanco al gris y de éste al negro, á la vez que cualitativamente distintos, se presentan á modo de continuo gradual de diferente intensidad entre los dos extremos; por consiguiente, toda variación cualitativa es aquí, á la vez, cuantitativa y viceversa. La variedad de tonos de la luz acromática depende de la intensidad de la luz y de la amplitud de las vibraciones, que varía desde 393 millonésima de milímetro para la mayor intensidad media perceptible (blanco), hasta 688 millonésima de milímetro para la mínima del negro. Como más adelante veremos, el blanco y el negro resultan de la fusión de los colores complementarios, y ocupan, además, los extremos de variación intensiva de todas las sensaciones cromáticas.

11.—La *sensación cromática* es causada por cada uno de los rayos de luz, en que ésta puede descomponerse, llamados colores del espectro; se obtienen puros ais-

lándolos de toda luz acromática en una habitación obscura. Así como los sonidos no se encuentran simples, sino que resultan de varios secundarios, así también la luz blanca del sol no es simple, sino que se compone de los distintos colores del espectro, aunque en cuanto sensación sea tan simple la del conjunto como la de cada uno de los componentes. La distinta refracción de cada uno de estos elementos, hace que sea posible separarlos, produciendo aisladamente la sensación de los distintos colores; pero se hace aún más visible en la reflexión de la luz sobre los cuerpos, que absorbiendo ya unos, ya otros, reflejan solamente algunos, coloreando así y hermo­seando la naturaleza. Objetivamente los distintos rayos del espectro se distinguen unos de otros por la viveza de sus vibraciones, las cuales varían de 450.000 millones por segundo, que corresponden al primer color de la escala, al rojo, hasta 790.000 millones del violado.

Siete son los colores del espectro: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado. La escala cromática de los colores, á semejanza de los sonidos, puede considerarse como un continuo, aunque la gradación parezca ser aquí menos suave. En efecto, á pesar de las diferencias cualitativas que hacen irreductibles los tonos del espectro, hay entre cada uno de ellos y sus contiguos respectivos ciertas semejanzas, hay tonos medios y otros secundarios que forman una gradación suave, por la que insensiblemente se pasa de unos tonos á otros y de uno á otro extremo de la escala. Pero, á diferencia de lo que ocurre en la escala musical, no está

aquí la mayor diversidad y oposición entre los extremos, sino antes bien se aproximan éstos; de modo que entre el primero y el último tono de color hay la misma diferencia y semejanza que entre dos cualesquiera contiguos de los otros. En lugar, pues, de una línea recta, cuyos extremos se alejan siempre más, como se representan los tonos acústicos, deberían representarse los colores por una línea que vuelve al punto de partida, esto es, por una circunferencia.

Llámanse colores *complementarios* aquellos cuya fusión da por resultado una sensación acromática blanca, y en la circunferencia representativa de la escala cromática ocupan los extremos de los diámetros.

A cada uno de los colores corresponde una duración diversa de sus vibraciones, según como que se ha llegado á averiguar por los fenómenos de las interferencias: 450.000 millones al rojo, 572.000 al anaranjado, 526.000 al amarillo, 580.000 al verde, 640.000 al azul, 722.000 al añil y 790.000 al violado. Como se ve, las afinidades físicas no guardan aquí proporcionalidad con las psicológicas; pues que mientras los dos límites extremos de la escala representan las mayores diferencias físicas, hay, sin embargo, entre ellos, como entre dos tonos contiguos, gran afinidad psicológica, y en general, la oposición ó contraste psíquicos corresponden á diferencias físicas no extremas, sino medias, como ocurre en los colores complementarios. Y en esto difieren grandemente los tonos espectrales de los acústicos, puesto que en estos últimos las diferencias de sensación

ó de altura tonal guardan proporción exacta con el número de vibraciones físicas.

12.—Engañados algunos psicólogos por ciertas analogías entre los colores y los sonidos, como el de contarse siete como fundamentales en ambos casos, y el pasarse igualmente por gradaciones insensibles de unos á otros, han querido ver relaciones profundas entre ellos, hasta el extremo de creer que los sonidos debían tener color visual; pero estas relaciones son más aparentes que reales. En efecto, la línea de los tonos acústicos se desarrolla en una gradación cada vez más distanciada, de modo que los intervalos aumentan siempre psicológicamente á partir de un punto, mientras que la escala cromática llega á un punto de intervalo máximo, que es el tono complementario, y desde allí va disminuyendo hasta volver al punto de partida. De aquí que en los tonos musicales las diferencias físicas guarden exacta proporcionalidad con las psicológicas, y no así en los espectrales. Al pasar de unos tonos á otros en la escala cromática y acústica, encontramos afinidades muy remotas en la apreciación de los intervalos, y estas semejanzas disminuyen cuando se consideran las relaciones físicas. Por último, el fenómeno de *audición colorada*, de que tanto se ha escrito como hecho comprobante estas afinidades profundas, no pasa de ser una simple asociación de impresiones auditivas y visuales.

13.—Entre las sensaciones, tanto acromáticas como cromáticas, las hay que, por ser más vivas y destacarse entre las otras, sirviendo como punto de relación, se llaman fundamentales. Tales son, de las primeras el blanco y el negro, entre las cuales hay una gradación de tonos mezcla de uno y otro, y de las cromáticas el rojo, el amarillo, el verde y el azul.

Cada uno de los colores es susceptible de variación desde el punto en que presentan su mayor pureza, y que se llama punto de saturación, en dos direcciones opuestas, una que tiene por límite el blanco y otra el negro; esta variedad de tonos dentro de un mismo color, se llama claridad, que semeja bastante á las variaciones que puede sufrir un tono acústico según la intensidad. El color azul, v. gr., es susceptible de matices más ó menos claros ú oscuros, presentando una gradación insensible desde que apenas se distingue del blanco, pasando por el azul claro, azul celeste, azul puro y punto de saturación; desde aquí la gradación pasa al sentido del negro, azul oscuro, azul negro, hasta que por fin se convierte en negro. Es decir, que los grados distintos de saturación ó los tonos diversos de los colores en las sensaciones cromáticas se desarrollan en dos direcciones opuestas y tienen como límite las sensaciones acromáticas de blanco y negro.

Tenemos, pues, tres líneas según las cuales varían las sensaciones visuales: una, la acromática, comprendiendo todos los tonos del blanco al negro; segunda, la cromática, que representa los siete colores enlazados

con sus intervalos respectivos; y tercera, los tonos ó intensidad de estos colores, que expresan las relaciones de las sensaciones cromáticas con las acromáticas.

Estos tres modos de sensaciones visuales no son independientes entre sí, como, por ejemplo, en acústica la intensidad, aunque se lleve al extremo, nunca modifica ó cambia la cualidad: aquí las sensaciones cromáticas, ó por fusión ó por exageración de los tonos en los colores, llegan éstos á perder su cualidad y se convierten en sensaciones acromáticas. Subjetivamente, pues, parecen éstas, la de blanco y negro, como las fundamentales de toda cualidad visual; y objetivamente, ocurre lo contrario, que los colores del espectro son los elementos del análisis, y la luz blanca la síntesis de los anteriores. ¿Cuál es la razón objetiva de que los colores terminen en blanco ó en negro, exagerando sus tonos? Es debido á que el máximo y el mínimo de intensidad ó amplitud de las vibraciones corresponde respectivamente al blanco y al negro para cada uno de los colores, y además á la combinación de vibraciones de distintas clases.

Se han representado estos tres sistemas de variaciones de las sensaciones visuales por dos conos unidos en sus bases, y también por dos pirámides, y mejor todavía por una esfera (Wundt). Un diámetro, eje de la esfera, representaría la línea de las gradaciones acromáticas, ocupando el blanco y el negro los polos extremos y el gris el centro; un círculo perpendicular al eje en el punto medio designaría la circunferencia, que he-

mos dicho representa la escala de los colores, y aquí los representaría en su mayor pureza ó puntos de saturación; y por último, los arcos de círculo desde estos puntos á los polos expresarían las gradaciones tonales de los distintos colores en sus dos direcciones hacia el blanco y el negro, que, como hemos dicho, ocupan los polos opuestos.

¿Cuál es la naturaleza de la excitación fisiológica en el mecanismo de la visión? En concreto no hay más que hipótesis sobre este punto, las más de ellas contradictorias; lo único que parece cierto es ser aquella de naturaleza foto-química.