





El
asombroso
poder de los

C OLORES

A



JEAN-GABRIEL CAUSSE

El
asombroso
poder de los

COLORES

Causse, Jean-Gabriel

El asombroso poder de los colores. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. :

El Ateneo, 2015.

224 p. ; 23x16 cm.

Traducido por: Claudia Lipovesky

ISBN 978-950-02-0869-7

1. Información Científica. I. Lipovesky, Claudia, trad. II. Título

CDD 507



El asombroso poder de los colores

Título original: *L'etonnant pouvoir des couleurs*

Autor: Jean-Gabriel Causse

© Jean-Gabriel CAUSSE, 2014

Traductora: Claudia Lipovesky

Derechos exclusivos de edición en castellano para América latina

© Grupo ILHSA S. A. para su sello Editorial El Ateneo, 2015

Patagones 2463 - (C1282ACA) Buenos Aires - Argentina

Tel: (54 11) 4943 8200 - Fax: (54 11) 4308 4199

editorial@elateneo.com - www.editorialelateneo.com.ar

1ª edición: mayo de 2015

ISBN 978-950-02-0869-7

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723.

Libro de edición argentina.



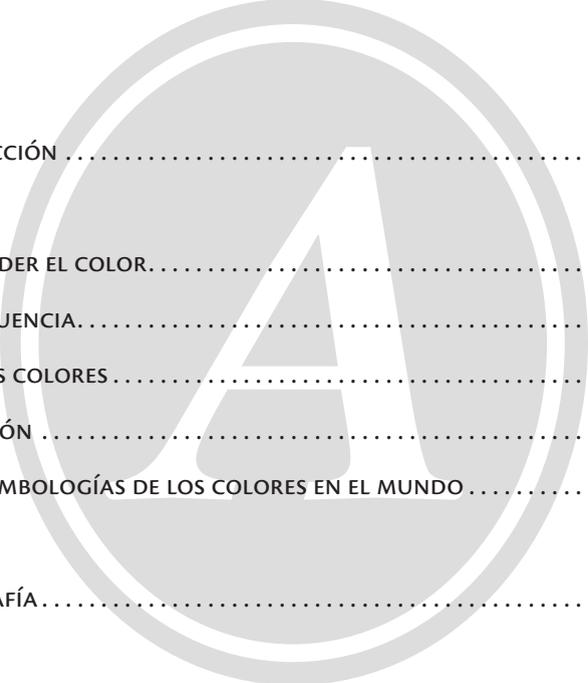
Gracias al profesor David da Fonseca,
a la doctora Agnès Trébuchon, a Alain Timsit, Laurence Le Du,
Eric Peyre, Pascal Mollaret, Janine Demiddealer, Robin Gillet,
Alexandra Arizanovic, Claire Célario, Alexandra Gaber,
Benoit Mahé, Bruno Lavagna, Agnès Sotty, Isabelle Garnerone,
Christine Pourcelot, Marion Lamarque, Laure Vouzellaud,
Annabel Salomon, Olivier Guillemin, Suzanne Marest,
Pascal Lefieux, Béatrice Calderon, Bruno Philippart y a mi es-
posa, Elodie Causse, por sus contribuciones.

Gracias a mi editor, Jean-Jacques Salomon,
por su confianza y su paciencia...

A Capucine, Arthur y sus ojos verdes cenicientos.



ÍNDICE



INTRODUCCIÓN	11
COMPRENDER EL COLOR.....	15
BAJO INFLUENCIA.....	51
ELEGIR LOS COLORES.....	139
CONCLUSIÓN	189
ANEXO. SIMBOLOGÍAS DE LOS COLORES EN EL MUNDO	195
BIBLIOGRAFÍA.....	203



INTRODUCCIÓN

Imagine que usted es estudiante en una universidad estadounidense y está a punto de rendir la famosa prueba del coeficiente intelectual. Sobre su hoja está escrito, con grueso marcador rojo, su número de candidato. Usted es el número ochenta y siete.

Incluso si se encuentra un poco tenso, está dispuesto a dar lo mejor de sí. ¡Señal de inicio, tiene veinte minutos! Está concentrado al cien por ciento. No existe nada más durante ese tiempo. Sabe que cada segundo cuenta si quiere responder a un máximo de preguntas. Fin del examen. Devuelve el trabajo, más bien satisfecho, porque casi terminó la prueba. ¡Bravo!

Ahora, imagine que usted es otro estudiante de esta misma universidad y que, sobre su hoja, su número de candidato no está escrito con marcador rojo, sino negro. Al principio, ni siquiera nota su número, porque sus pensamientos están en otra parte. Dicen que esta prueba no tiene nada que ver con su carrera universitaria. Por lo tanto, no tiene ninguna presión, y la toma como un juego porque, “en alguna parte”, le interesa saber si es tan inteligente como cree su madre. Señal de inicio. Lee la

pregunta 1. La encuentra evidente. ¡Bueno, si todas las preguntas son de este nivel, mamá va a estar contenta! A la pregunta 2, la encuentra aún más fácil. ¿Y si mamá tuviera razón?... Usted sonríe, mientras se sumerge en la pregunta siguiente. Pero, cuando el examen termina y recogen los trabajos, usted está lejos de haber terminado. Quizá sea mejor no decirle nada a mamá...

Este estudio se llevó a cabo en 2007 en la Universidad de Rochester, cerca de Nueva York. Analizaba la influencia del color rojo sobre una prueba de CI. De hecho, el número no era más que un pretexto, para no llamar la atención de los candidatos. Lo que les interesaba a los investigadores era averiguar si el simple color del número podía incidir sobre los resultados. Los estudiantes cuyo número era rojo respondieron a más preguntas, pero cometieron muchos más errores, de modo que obtuvieron menores puntuaciones. Conclusión: el rojo crea un estrés que altera su raciocinio, sin que usted lo sepa. Eso se cuantifica por una pérdida significativa de puntos, en una prueba de CI (Elliot, Maier, Moller *et al.*, 2007 - Lichtenfeld, S., Maier M., Elliot, J., Pekrun R., 2008).

En este libro, lo invito a conocer los más recientes estudios científicos sobre las influencias psíquicas o fisiológicas de los colores. Ya lo verá, los resultados son tan espectaculares como desconocidos y se reflejan en nuestra conducta, nuestra confianza, nuestro estado de ánimo, nuestra capacidad de concentración, nuestros deseos, nuestro rendimiento deportivo, nuestra fuerza física... ¡Sí, hasta nuestra fuerza física está influenciada por el color!

El color modifica profundamente nuestra conducta, cualquiera sea el campo. Desde un punto de vista práctico, los resultados de estos estudios científicos permitirán, a cada uno, elegir mejor sus colores, según el objetivo buscado: colores de la vestimenta, colores en decoración de interiores, colores de oficinas, de un punto de venta, de un producto de gran consumo y mucho más.





Comprender el color





A riesgo de decepcionarlo, debo decirle que ¡el color no existe! O más exactamente, “existe solo porque lo miramos. Por lo tanto, es una pura producción del hombre”, como escribe Michel Pastoureau en sus libros sobre la historia de los colores. Tal inexistencia, que va en contra de nuestra intuición, también preocupó a los científicos, que invirtieron tiempo en investigar, para “ver claro”, y llegaron a una conclusión unánime sobre el tema... ¡recién desde el fin del siglo xx! En suma, apenas ayer.

Entonces, ¿qué es un color o, más exactamente, una percepción coloreada? El ojo es sensible a ciertas longitudes de onda comprendidas entre 380 y 780 nanómetros. Los científicos hablan de espectro óptico. Más sencillamente, se trata de la luz que el ojo ve. La luz es un fenómeno ondulatorio, de la misma manera que los infrarrojos, las microondas, las ondas de radio –más largas que la luz– o los rayos X y los UV –ondas más cortas que la luz–. La diferencia fundamental es que nuestros ojos “no ven” esas otras longitudes de onda.

La luz puede ser emitida por el objeto que nuestro ojo “ve”: lámpara, sol, superficie fosforescente, velas, etcétera. Puede ser

filtrada, de modo que solo pase parcialmente: es el principio de las diapositivas y también el de un par de anteojos de sol. Finalmente, puede ser reflejada, en su totalidad o en parte: es lo que nos permite ver las cosas que nos rodean, pero también la luna. Hablando de la reflexión de la luz, existe un popular juego infantil, en el que se coloca debajo del cuello de un niño una flor botón de oro y, si un pequeño resplandor amarillo le ilumina el mentón, querría decir que a él o a ella le gusta la mantequilla. Pues bien, los investigadores acaban de desentrañar el mito, al descubrir el origen de ese excepcional resplandor. En efecto, las longitudes de onda que corresponden al amarillo se reflejan de manera focalizada sobre una pequeña zona, justo por encima de la flor, en razón de la forma cóncava de los pétalos (Universidad de Cambridge, 2012). Eso explica el resplandor sobre el mentón..., pero no por qué a los niños les gusta la mantequilla.

En síntesis, la luz es una onda electromagnética emitida, filtrada o reflejada.

Pero nuestro amigo Einstein, que era más inteligente que nosotros, ha querido complicarlo todo. Postuló la hipótesis, posteriormente confirmada, de que la luz visible no era más que una vulgar onda electromagnética, pero también un haz de fotones, cantidades de luz. Entonces, la luz es también una transferencia de energía; un fotón “violeta” posee, por ejemplo, una energía de 3 electronvoltios. Todo esto fue reafirmado en 2012, por la confirmación de la existencia del bosón de Higgs.

Si las teorías sobre el color son unánimes desde hace muy poco tiempo entre los científicos contemporáneos, es porque algunos no se atrevían a desautorizar a un célebre maestro. Se trata, nada menos, que de Johann Wolfgang von Goethe, que además de escritor era un notable científico, y cuya teoría del color estuvo vigente durante más de doscientos años! Goethe explicaba, en un texto generoso de más de dos mil páginas, que existían cuatro colores fundamentales, que se oponían de dos en dos: el azul al amarillo y el rojo al verde (así como, en menor medida, el blanco al negro). El amarillo, puerta de entrada hacia la luz (“tan cerca de la luz”), y el azul, muy emparentado con la oscuridad (“tan cerca de la sombra”), son los dos polos opuestos, entre los cuales todos los demás colores se dejan ordenar. Goethe se dio cuenta de que una misma luz, por ejemplo, visible gracias a un humo, tenía una dominante amarilla delante de un fondo blanco, y una dominante azulada delante de un fondo negro. Muchos pintores han sido influenciados por su *Teoría de los colores*, publicada originalmente en 1810; entre ellos, William Turner, que ha sido apodado el “pintor de la luz” y que creó cielos profundos, cargados y coloridos como ninguno. La mayoría de los científicos le explicarán, un poco molestos, que la teoría de Goethe sobre el color es solo muy parcialmente justa, por no decir relativamente superada... Pero si esto puede consolar a los admiradores de Goethe, también Isaac Newton va a ser reprendido.

Como diría mi sobrinito, Newton es el primero en comprender que “los colores de la luz blanca no son, de ninguna manera,

un efecto de la superficie de refracción, sino que están contenidos en la luz blanca incidente”. Con claridad, Newton partió de los trabajos de Descartes, que había descompuesto la luz a través de un prisma. Usted sabe, el lindo arcoíris que se obtiene al iluminar una pirámide transparente, inmortalizado por la tapa del disco *The Dark Side of the Moon*, de Pink Floyd. Newton fue aún más lejos, al recomponer la luz original a partir de ese mismo arcoíris. Para hacerlo, hizo converger en un mismo punto, con una lupa, los rayos coloreados que emergían del prisma. En el punto de convergencia, constató que se volvía a encontrar la luz blanca inicial. Conclusión: el prisma no produce los colores; no hace más que separar los colores ya contenidos en la luz blanca. ¡Era un descubrimiento revolucionario! El color no es un grado de luminosidad, sino una característica de la luz. Cada color posee su ángulo de refracción. ¡Qué clarividencia la de este señor Newton!

Bueno, después de esto, tenía que caerle una manzana sobre la cabeza. Porque si Goethe era alguien generoso con sus cuatro colores, ¡qué decir de Newton! Isaac, un verdadero guerrero del arcoíris, se permitió a sí mismo, como un grande, definir siete colores elementales: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. ¿Por qué siete? Porque sobre su tarjeta de visita se habría podido leer: “Sir Isaac Newton, sabio, alquimista, esotérico, numerólogo”. Y la armonía solo existe en la cifra siete.

Siete, como los siete días de la Creación, como los siete planetas o las siete notas musicales, e incluso el número de enanos compañeros de Blancanieves. Para respetar esa armonía,

Newton destacó el índigo, pero en la actualidad se considera que un arcoíris tiene solo seis colores netos. Veremos, un poco más adelante, que en realidad solo existen, fundamentalmente, tres colores...

PERCEPCIÓN DE LOS COLORES

El color se caracteriza por tres elementos: el tinte, la luminosidad (o valor) y la saturación.

El tinte es el color del espectro correspondiente a una longitud de onda única (azul, verde, amarillo, rojo, marrón, etcétera.). La luminosidad es, esquemáticamente, su porcentaje de blanco. El rojo, por ejemplo, varía del rosa pálido al bordó oscuro. El azul, del celeste al azul marino. Finalmente, su saturación se emparenta con el porcentaje de gris.

Para ser exactos e integrar la contribución de Einstein a la teoría de los colores, cuanto menos energético sea el fotón visible, más rojo parecerá, y cuanto más energético sea, parecerá tender más hacia el violeta. La luminosidad podrá ser apprehendida como la cantidad de fotones emitidos por la fuente luminosa. En cuanto a la saturación, es la amplitud relativa de la longitud de onda, de la fuente luminosa. Desde que coexiste una segunda longitud de onda, el color resultante no es más "espectral" y pierde saturación.

Si percibimos los colores, es porque la retina del ojo humano está provista de tres tipos de células sensoriales, llamadas

conos, siendo cada una sensible a un cierto rango de longitudes de onda del espectro: los conos “S” (*small*; longitudes de onda cortas) son sensibles a los azules; los “M” (*medium*; longitudes de onda medianas), más bien a los verdes, y los “L” (*large*; longitudes de onda largas), a los rojos. Hoy se piensa que habría, en el 10% de los hombres y el 50% de las mujeres, un cuarto tipo de fotorreceptores, sensibles a los naranjas (Jameson, Highnote y Wasserman, 2001 - Bimler, Kirkland y Jameson, 2004).

Estas personas tendrían, por lo tanto, una mejor percepción de los matices de los colores, en los amarillos, naranjas y rojos. Se habla de “tetracrómatas” (“¡Eres un tetracrómata!” queda, no obstante, como un cumplido que hay que utilizar con discreción, dado que su notoriedad es, todavía, balbuceante). Si usted es mujer y sus hijos son daltónicos, tiene buenas posibilidades de ser tetracrómata. Y si, por añadidura, le gustan el marrón y el amarillo, se sacó el primer premio, porque es capaz de ver cien veces más matices en las heces, que el común de los mortales tricrómatas (Gabriele Jordan, 2012).

La sensación de color, entonces, es una mezcla de estas tres o cuatro percepciones, decodificadas por el cerebro. Los egipcios, en el tiempo de los faraones, pensaban que el ojo era “la paleta que mezcla los colores”. No es del todo verdadero. La mezcla se produce, esencialmente, en la región occipital o en la parte posterior del cerebro (Walsh, 1999). Por lo tanto, no es del todo injustificado decir: “No veo los colores con los ojos, ¡sino con la nuca!”.

La intensidad de la percepción de las células sensoriales corresponde a la luminosidad. En la penumbra, por ejemplo, cuando baja la intensidad luminosa, los conos, que tienen una sensibilidad limitada, no perciben más los colores. Por la noche, todos los gatos no son pardos, ¡son nuestros conos, que duermen! Por fortuna, los conos no están solos en la retina, también están los bastoncillos. Estos bastoncillos, diez veces más numerosos que los conos, no son sensibles a los colores, sino, simplemente, a la intensidad luminosa. Y cuando esta baja, la luz puede ser suficiente para activar los bastoncillos, pero demasiado débil para activar los conos. No obstante, siempre se observa, entre nuestros conos, una mejor sensibilidad en la penumbra a los azules, y una baja de sensibilidad a los rojos. Una técnica muy empleada en el cine de los años setenta consistía en recrear artificialmente la noche poniendo un filtro azul sobre el objetivo de la cámara.

A la inversa, nos deslumbramos cuando hay demasiados fotones que chocan, simultáneamente, con los conos retinianos y los bastoncillos: entonces, son saturados.

Para ir un poquito en el sentido de Goethe, hay que considerar las nociones de oposiciones de colores en el cerebro (verde/rojo, amarillo/azul y negro/blanco) (Gegenfurtner y Kiper, 2003). Eso explicaría por qué no se percibe ningún color rojo verdoso o amarillo azulado. Pero eso elucidaría, asimismo, los *color after-effects*, los efectos secundarios del color, que son remanencias cromáticas negativas. Cuando nuestro ojo mira un color, genera automáticamente su color complementario y proyecta esta

imagen remanente sobre los objetos circundantes. Si la moda de los cirujanos en los quirófanos se obstina en permanecer en el verde, es para neutralizar las manchas remanentes causadas por el campo operatorio rojo.

Otra pregunta que pudo ser respondida gracias a los recientes progresos de la neurociencia es cómo puede ser que percibamos tan próximos los colores rojo y violeta, siendo que están en los dos extremos del espectro de la luz y son, por lo tanto, físicamente, colores que no podrían estar más alejados. Simplemente, porque la zona cortical sensible al rojo está justo al lado de la que es sensible al violeta, incluso con cierta porosidad entre ambas (Shepard, 1997 - Xiao, Wang y Felleman, 2003).

Los neurocientíficos también se preguntaron, en el primer abordaje, algo un poco ridículo: “En una foto, ¿los colores se ven en blanco y negro?”

Concretamente, cuando usted mira la foto en blanco y negro de una banana, ¿su cerebro decodifica la información en gris o en amarillo? Respuesta sorprendente: el cerebro traduce el negro y el blanco en colores. Una banana, un brócoli o una manzana, en una foto en blanco y negro son interpretados, por su cerebro, como amarillo, verde o rojo, respectivamente (Bannert y Bartels, 2013).

Pero volvamos a nuestros conos; tienen numerosas ventajas. En primer lugar, son robustos, más o menos inalterables y ya están perfectamente formados en los niños pequeños, desde los seis meses de edad. Antes, los bebés no perciben los azules, ni los violetas, que se les aparecen grisáceos, ni los colores pastel,

a los que ven blancos (Adams y Courage, 1998 - Suttle, Banks y Graf, 2002).

Entonces, ¿un ser humano percibe casi los mismos colores a lo largo de toda su vida? Casi. El envejecimiento de la córnea de las personas mayores opera como un filtro muy ligeramente amarillo, que va a empujar, a nuestros queridos jubilados, a buscar más bien los blancos azulados, como referencia del blanco absoluto.

A menudo se cita la pintura de Claude Monet quien, cuando comenzó a padecer de cataratas, empezó a modificar su paleta de colores, y la desplazó, poco a poco, hacia tintes amarillos y rojizos, hasta su operación, a los ochenta y dos años.

Después de su intervención quirúrgica, Monet volvió a pintar telas muy azules. Según un estudio retransmitido por el *Guardian*, de Inglaterra (mayo 2012), la operación de cataratas le habría permitido, incluso, ensanchar su espectro, y ver colores en los ultravioletas. Los periodistas extraen esa audaz conclusión de un análisis, bajo UV, de los colores utilizados para pintar los tallos de las flores de sus últimas telas.

TEMPERATURA DE COLOR

¿Cuál es el color más cálido? ¿El rojo o el azul? Parece una pregunta básica de un programa de preguntas y respuestas, ¿verdad? La mayoría de las personas “sabe” que el rojo es un color cálido y que el azul es un color frío.

La mayoría de las personas... salvo los científicos y, en particular, los astrónomos, quienes nos explican que las estrellas azules son diez veces más calientes que las estrellas rojas.

Más cerca de nosotros, si una mañana, mientras tuesta el pan, usted percibe que la resistencia de su tostadora, habitualmente rojo-anaranjada, vira hacia el azul, ¡llame pronto al 911! Y si sobrevive, contáctese con los Guinness World Records, por pan tostado a más de 10.000 °C.

La temperatura de los colores va, en efecto, a la inversa de lo que estamos acostumbrados a pensar. Cuanto más elevada es, más tiende el color hacia el azul. La temperatura de los colores se expresa en grados Kelvin, y está basada en el interesante concepto de “cuerpo negro”. Tome un pedazo de carbón: es un cuerpo negro que absorbe todas las radiaciones de la luz, cualquiera sea su longitud de onda. Si usted calienta ese carbón, por incandescencia, se volverá naranja a una temperatura de 1500 K (luz de una vela), amarillo-naranja a 2700 K (luz de una lamparita), amarillo claro a 3200 K (luz de una lámpara halógena) y blanco a 5800 K (luz del sol). A temperaturas superiores, el color de nuestro pedazo de carbón será cada vez más azul.

Pero si el azul es “físicamente” más cálido que el rojo, ¿podría el azul ser percibido como un color más cálido? La respuesta, bajo ciertas condiciones, es ¡sí!

En un estudio clásico, se pidió a un grupo de personas que comparasen la temperatura de cubos equipados con resistencias eléctricas y envueltos en telas de diferentes colores saturados.

Lo que estos científicos-escondedores “olvidaron” decir a los cobayos humanos es que los cubos estaban exactamente a la misma temperatura, de 42 °C. Se llevaron a cabo comparaciones por pares, en las que los sujetos debían decir, en un segundo, qué cubo era el más cálido. El azul y el verde fueron citados con más frecuencia como los tintes más cálidos, mientras que el rojo y el violeta se percibieron como los colores más fríos (Mogensen e English, 1926). Inconscientemente, las personas, que esperaban encontrar los cubos azules o verdes más fríos, sobrestimaron su temperatura.

Por supuesto, excepto en un caso particular como aquel, percibimos el rojo, el naranja y el amarillo como colores cálidos, y el azul y el violeta, como fríos. El verde se debe considerar un color “tibio”, es decir, un color ni cálido ni frío, ya que está exactamente en el medio del espectro de la luz visible para el ojo humano. Pero sepan que, aunque esa sea nuestra sensación, desde un punto de vista físico, es falso.

Esta noción de temperatura del color es capital, porque nuestro cerebro percibe los colores de un modo diferente según su temperatura. Tenemos la costumbre de distinguir la luz de una vela, la luz de nuestras lámparas y la luz del día. Deberíamos precisar, aún, “la luz del día, al mediodía, por el sol brillante”. ¿Acaso no hablamos de los bellos colores de la mañana o de los bellos colores del invierno? Exagerando apenas, se podría decir que un limón aparece blanco bajo una luz roja, y marrón, bajo una verde. Solo bajo una luz blanca, un limón aparece amarillo limón...

La vela es una luz que, a menudo, se tiende a descuidar. Es un error. En particular cuando se expone a ciertos pintores. Todos escuchamos decir que algunos artistas, tan prestigiosos como pobres, pintaban alumbrados por simples velas. Por lo tanto, creaban su paleta de colores bajo esa luz anaranjada. Entonces, los curadores de los museos no buscan presentar sus cuadros según los colores que “veían” los pintores, entregados a su arte, sino ¡en función de nuestras costumbres contemporáneas de iluminación con una luz blanca! Por eso muchos cuadros aparecen muy azules en los museos. Dicen que Picasso habría pintado a la luz de las velas en sus comienzos. Por lo tanto, tendríamos derecho a preguntarnos si su período azul no sería, simplemente, un error de iluminación en la exposición de sus obras...

Ciertos coloristas integran esta noción de cambio de color –hablamos de colores metámeros–, en particular, en los grandes grupos textiles. ¿Cuál será la devolución de un color de una prenda a la luz de día, que también dará según la temperatura de color del punto de venta? Un verde ¿no se convertirá en marrón bajo una luz demasiado amarilla?

Y ya que evocamos la luz del día, aquí está la respuesta a tres preguntas poéticas que usted, obligadamente, hizo a sus padres, cuando era niño, a las que ellos, inevitablemente, respondían molestos: “Porque es así, querido mío”. ¿Por qué las nubes son blancas? ¿Por qué vemos el sol rojo por la mañana y por la tarde? ¿Por qué el cielo es azul?

Y bien, todo esto es culpa de los señores Mie y Rayleigh, y su principio de difusión. Para hacerlo sencillo, si las nubes son

blancas, es porque las gotitas de agua son de tamaño superior a las longitudes de onda de la luz (Gustav Mie, 1908). Se refleja la totalidad del espectro, lo que da blanco.

Si el sol está rojo, en el horizonte, es porque las partículas en suspensión en la atmósfera actúan como millones de espejos microscópicos, que difunden la luz en todas direcciones. Rayleigh ha demostrado que las longitudes de onda cortas (azul) se desvían mucho más que las longitudes de onda largas (rojo), las que continúan, más o menos, su camino, a pesar de todo. Cuando el sol está en el horizonte, la luz recorre un trayecto más largo, a través de la atmósfera y, por lo tanto, encuentra más “impurezas-espejos”, antes de llegar a nuestros ojos. Las longitudes de onda rojas llegan, en su mayor parte, a nosotros, mientras que las longitudes de onda azules son desviadas.

Al mediodía, cuando el sol está en vertical a la Tierra, este fenómeno también existe, pero en menor medida. Por eso el sol nos aparece amarillo, ¡mientras que un astronauta lo ve blanco!

Finalmente, si el cielo es azul, es por la misma razón. Cuando los rayos del sol, tangentes a la Tierra, atraviesan la atmósfera, algunos, que tendrían que pasar por sobre nuestras cabezas, son desviados hacia nuestros ojos por las impurezas del aire. Debido a que la luz azul es desviada diez veces más que la luz roja, es esta luz azul la que vemos mayoritariamente. Eso es lo que le da al cielo este magnífico color azul. Un color que cambia, según las regiones, es decir, según la naturaleza de las impurezas en el aire.

¿CUÁNTOS COLORES HAY?

La percepción de los colores varía según la materia del objeto, la reacción del cerebro y la temperatura de color, así como la intensidad luminosa. Pero ¿cuántos colores somos capaces de ver?

¡Sepa que su ojo tiene una muy mala memoria de los colores! Imagine un juego de cartas, con 10.000 cartas de 10.000 matices de colores diferentes. Si yo instalo frente a usted algunas cartas, con matices casi idénticos, usted es capaz de ver, en comparación, que una carta es ligeramente más clara o más saturada. Por el contrario, si le muestro por unos segundos una de esas cartas, sola, y, unos instantes más tarde, le muestro otra carta de ese mismo grupo, usted será incapaz de decir si esta carta es la mostrada precedentemente u otra de ese grupo.

El hombre tiene una memoria muy imprecisa de los colores (excepto, tal vez, usted mismo, querido lector, porque pensándolo bien, no tengo ganas de enojarme con usted). Pero ¿cuántos podemos distinguir, si nos los presentan en forma de muestrario?

La respuesta es... ¡muchos!

Para ser un poco más preciso, entre algunos millares y algunos millones.

Un muestrario tipo Pantone cuenta con dos mil cien colores. Al haber trabajado mucho tiempo en publicidad, puedo decirle que todos los directores artísticos se quejan, y dicen que faltan verdaderamente muchos.

Verdaderamente muchos es, quizá, diez veces más. Los tintoreros de lana de la Fábrica de Gobelinos de París se jactaban de distinguir veinte mil matices de color (Chevreul, 1839). Los expertos en colorimetría acuerdan en decir, hoy, que se pueden distinguir ciento cincuenta tintes monocromáticos, es decir, trescientos mil colores jugando sobre la luminosidad y la saturación (estudio de la Comisión Internacional de Iluminación). Algunos especialistas notables del color, para quienes el vaso de agua está siempre medio lleno, nos creen capaces de distinguir hasta tres millones de colores (Chapanis, 1954 - Christ, 1975). Este número relativiza, de todos modos, el interés por las promesas de los vendedores de TV, ¡que nos proponen pantallas con seis u ocho millones de colores!

La única certeza es que es más fácil distinguir dos colores muy próximos sobre una gran superficie, que sobre una pequeña, y que distinguimos con más facilidad los colores en los rojos, que en los azules.

En definitiva, aún no se sabe cuántos colores es usted capaz de ver. ¿Por qué? Una de las razones principales es que no somos en absoluto iguales en cuanto a la percepción de los colores. Las mujeres tienen, en general, una mejor percepción que los hombres. Un estudio por resonancia magnética demuestra que las respuestas cerebrales del área visual difieren, entre los hombres y las mujeres, en un entorno azul (Cowan *et al.*, 2000).

Los daltónicos confunden ciertos colores y, por lo tanto, ven muchos menos. Esta afección tiene una incidencia de

0,4% en las mujeres y 8% en los hombres, en general, como consecuencia de una anomalía en el cromosoma Y. Eso puede ser un impedimento para ejercer ciertos oficios, como piloto de línea, controlador aéreo o desactivador de bombas. Es cierto que, para quien ejerce ese último oficio, si debe cortar el cable azul y lo confunde con el rojo, el fin de su carrera llegará antes de tiempo. Por el contrario, el daltonismo no le impidió a Mark Zuckerberg triunfar en la vida. Si eligió un azul para Facebook, es porque es el único color que ve correctamente. Se cita muy a menudo a Uderzo, el dibujante de *Ásterix*, que, sabiéndose daltónico, prefirió dejar a sus colaboradores el cuidado de colorear sus historietas. La gran mayoría de los hombres, y no solamente los daltónicos, tienen mucha dificultad en encontrar la diferencia entre el color malva y el rosa. Las mujeres distinguen mejor los colores que los hombres, en los verdes, los amarillos y los azules (Abramov *et al.*, 2012). Asimismo, vimos que hay más mujeres tetracrómatas que hombres, y que ellos solo son, en su mayoría, vulgares tricrómatas...

Por otro lado, la percepción de los colores varía según los rendimientos visuales, que difieren de una persona a otra; según la luminosidad (los ojos rasgados de los asiáticos, por ejemplo, sufren menos la luz fuerte que los de los occidentales); la superficie, que puede ser mate o brillante; el ángulo de refracción; la distancia entre el objeto y el ojo, etcétera.

Nuestros conos también se dejan impresionar por el tamaño. Cuanto más voluminosa es la muestra, más intenso nos parece

el color. El pintor Henri Matisse solía decir: “Un metro cuadrado de azul es más azul que un centímetro cuadrado de azul”.

Asimismo, el color cambia en función de la luminosidad. Cuanto más claro (luminoso) es un amarillo, más se percibe como tendiente al amarillo-verde: entonces, hay que desplazar la longitud de onda hacia el rojo, para conservar la misma impresión de tinte (Buzold y Brücke, siglo XIX). Idéntico fenómeno se produce, en sentido inverso, con los azules. Cuanto más saturado es un tinte, más oscuro parece; hay que aumentar la luminancia para conservar la misma impresión de luminosidad (fenómeno de Abney).

Finalmente, y es primordial en la elección de colores de todos los coloristas, la sensación de color cambia según las asociaciones de colores. El violeta, por ejemplo, parece más cálido al lado de un color frío, como el azul. Pero el mismo violeta parece más frío si está ubicado al lado de un color cálido, como un naranja. Del mismo modo, el amarillo-verde nos parece más frío al lado de un color cálido, o más cálido al lado de un color frío.

Esta noción de contraste es importante. Por supuesto, ha sido estudiada, en especial por los publicistas, para que los mensajes sean perfectamente percibidos. El realizador de carteles norteamericano Meadow recomienda, en orden decreciente de legibilidad (sobre un fondo más claro): negro sobre amarillo, negro sobre blanco, azul sobre blanco, verde sobre blanco, verde sobre amarillo.

El negro y el amarillo son, por lo tanto, los colores que presentan el mayor contraste para nuestros ojos. Negro y amarillo,

¿no le recuerda nada? ¡Es el color de los taxis en Nueva York, por supuesto! Y este color no es azaroso. John Hertz era un señor muy inteligente, que manejaba la compañía de taxis de Chicago, a principios del siglo xx. Los taxis eran negros. Como los frenos y las suspensiones de los vehículos de la época no eran de buena calidad, había que lamentar accidentes a menudo. Cuando Hertz tuvo la oportunidad de crear una compañía de taxis en Nueva York, se dijo que, si sus taxis eran visibles desde lejos por los peatones, pero también por los demás automovilistas, eso reduciría el número de accidentes. Eligió, entonces, los colores más contrastantes para su nueva flota, y creó la compañía Yellow Cabs.

Sabemos también que los colores complementarios crean un fuerte contraste. Se lo debemos, en gran parte, a Eugène Chevreul, un científico del siglo xix. Detengámonos un instante en este hombre, vale la pena. Chevreul era el director de la Fábrica de Gobelinos de París y, sobre todo, esclavo del trabajo de todos los tintoreros franceses. Estos últimos, no necesariamente siempre bien educados, le daban cuenta, en términos que tendré cuidado de no citar aquí, del hecho de que los colorantes de la fábrica no daban siempre el color esperado. Nuestro hombre, por cierto muy susceptible, intuyó que el problema no provenía de la calidad de sus pigmentos, sino de las asociaciones de colores. Chevreul tenía dos soluciones: fugarse o tomar la pluma. En 1839, publicó un ensayo que habría podido titular “¡¡¡Les digo que no es mi culpa!!!”, pero prefirió titularlo *De la ley del contraste simultáneo de los colores*. Demostró que un color le da, a un color

contiguo, un matiz complementario: los complementarios se aclaran mutuamente y los colores no complementarios parecen “sucios”. Asimismo, un color aparecerá diferente si está ubicado sobre un color más o menos oscuro, o más o menos saturado. Esta obra de Chevreul, ya conocida por Delacroix, iba a marcar profundamente los movimientos artísticos, tales como el impresionismo y el puntillismo de Georges Seurat...

Ya hemos hablado de la remanencia negativa, también llamada fenómeno de inducción, y que explica por qué los cirujanos se visten de verde. Es una ilusión óptica bastante frecuente y, sin embargo, poco conocida. Un color, bajo ciertas condiciones, crea la ilusión de su complementario. Por ejemplo, un cuadrado amarillo, que rodea un centro blanco o gris, provocará un matiz complementario (aquí violáceo) en su centro (Clark, 1985). Es una noción muy importante, que todos los decoradores deberían tener en cuenta.

He aquí un ejemplo concreto. Nicole es una comerciante que tiene una vieja tienda de ropa de cama. Las pinturas comienzan a escamarse. Se levanta una mañana de calor apabullante y se dice: “Voy a pintar toda mi tienda de azul, eso se verá fresco”. Ahora bien, Nicole vende, en su mayoría, ropa de cama de color blanco. A causa de las paredes azules que rodean su ropa de cama de rayón, esta aparece amarillenta, lo que le hace perder ventas. En la continuación de mi demostración, me disculpará, pero no voy a ser muy amable con Nicole... A causa de su ropa de cama que parece amarilla, Nicole no vende nada más, quiebra y decide convertirse en esteticista.

Transforma su tienda en salón y, para hacerlo más alegre, pinta sus paredes de color casi rojo. Luego, ubica un gran espejo en medio de la pared. Desgraciadamente, por el fenómeno de inducción, ¡las clientas se ven en el espejo con la tez verdosa!

Es el mismo mecanismo de inducción de los colores que se encuentran en el efecto llamado “acuarela” (*watercolor effect*). Basta una línea coloreada, que sigue el mismo trazado que un ribete más oscuro, para dar la impresión de que la zona interior, delimitada por los trazados, es del mismo color que la línea (Pinna, Brelstaff y Spillmann, 2001).

Entonces, el fenómeno de inducción puede modificar la percepción de los colores de manera sensible. Y, sin embargo, son raros los decoradores de interiores o arquitectos que tienen conciencia de eso.

Ahora, lo invito a divisar la gran cuestión que siempre produce polémica sobre la percepción de los colores: al color al que bauticé “naranja” le doy ese nombre porque percibo su fruta de cierto color, y cuando era niño me explicaron que ese color era “naranja”. Entonces, para mí, cada vez que veo ese color, hablo de naranja. Pero ¿qué es lo que me dice que usted ve el mismo naranja que yo? ¿Quizás usted lo ve un poco más rojo? Y, quién sabe, si usted se metiera en mi cerebro, lo que yo llamo naranja, ¿sería, quizás, a sus ojos, un color salmón?

Esta noción de percepción ocupa a los científicos y a los filósofos, desde Demócrito y Platón, pasando por Galileo, Descartes y, por supuesto, Newton. El color se considera una cualidad secundaria, al igual que el olor, el gusto, el calor y el frío,

opuesta a las cualidades primarias, que son tamaño, forma y movimiento. También Locke teorizó sobre todo esto, en su *Ensayo sobre el entendimiento*: “Las cualidades secundarias no están en los objetos mismos, sino que solo son un poder de producir sensaciones en nosotros”. Claramente, estamos seguros de que una esfera es una esfera. Podemos definir con certeza su composición, su masa y su volumen, pero la percepción de su color sigue siendo subjetiva y, por lo tanto, incuantificable.

De todos modos, un grupo de investigadores demostraron hace poco que los hombres ven los colores cálidos, aún más cálidos que las mujeres. El naranja, por ejemplo, aparece más rojo para un hombre que para una mujer. De la misma forma, la hierba es percibida más amarilla por un hombre, y más verde por una mujer (Abramov *et al.*, 2012).

Pero allí donde la batalla es más feroz, y nos aproximamos al corazón de nuestro tema sobre la influencia de los colores, es con relación a la universalidad o al relativismo de la percepción de los colores. ¿Los colores son innatos o adquiridos?

A mi izquierda, están los muy numerosos relativistas, quienes sostienen que es la cultura la que en gran parte condiciona los colores que vemos.

Un ejemplo entre tantos otros: rojo/blanco y rojo/negro son contrastes más fuertes en Occidente que blanco/negro. El juego de ajedrez, por ejemplo, inventado en India hacia el siglo VI, tenía casillas rojas y negras, lo que convenía perfectamente a los persas y a los árabes, que mantuvieron esta oposición. Pero cuando el juego llegó al Occidente, hacia el año 1000, los europeos

preferieron oponer los rojos y los blancos. Luego, en el Renacimiento, se pasó a la oposición blanco contra negro.

Un asombroso artículo, publicado en 2009 en la revista *National Geographic*, demuestra que los jóvenes adictos a los videojuegos, en particular a los juegos de guerra, desarrollan una mayor sensibilidad a los contrastes, especialmente en los grises, y en los detalles que les permiten leer mejor o conducir por la noche (Brian Handwerk, 2009).

He aquí, entonces, por qué nuestros niños se afanan en jugar a los videojuegos... ¿no es por placer!

Pero el punto más convincente de los relativistas es el lenguaje: los esquimales, por ejemplo, que viven alrededor del círculo polar, tienen más de veinticinco palabras para definir el blanco, lo que prueba que su contacto cotidiano con la nieve aguzó su percepción del blanco.

A la inversa, hay colores que, sencillamente, no tienen nombre en ciertas civilizaciones. Dado que se pone una palabra sobre cada cosa, esto querría decir que estos colores se confunden con otros y que, por lo tanto, estas civilizaciones no son sensibles a esos colores. En tiempos de Aristóteles, por ejemplo, solo existían cinco colores: blanco, rojo, verde, azul y negro. No había ninguna palabra para calificar el amarillo, el naranja, el violeta ni ningún otro color. La claridad y la oscuridad eran nociones preponderantes con relación a los tintes. Se clasificaban los colores únicamente por su luminosidad entre el blanco y el negro.

En la Antigüedad, el blanco era solo un amarillo extremadamente brillante, y el negro, el más oscuro de los azules.

Entre los aztecas, el azul y el verde no existían, y llevaban un mismo nombre que traduciríamos, sin duda, como “turquesa”.

Abandonemos estas anécdotas exótico-poético-históricas y escuchemos a quienes quedaron a mi derecha, los universalistas, que tienen una opinión bastante opuesta. Están representados, entre otros, por cuatro premios Nobel de Fisiología o Medicina: Francis Crick, Gerald Edelman, Torsten Wiesel y David Hubel. ¡Nada menos! Con un aire despectivo al máximo, estos grandes hombres declaran que “la visión tricromática, compartida por los miembros de la especie humana, precedió al lenguaje articulado por una buena treintena de millones de años”. “Entonces, ¿hubo que esperar al lenguaje para descubrir los colores?”, se ríen, burlescamente, desde lo alto de su podio.

Hoy, para reconciliar a los universalistas con los relativistas, los científicos que no se quieren enojar con nadie (y que también querrían un premio Nobel para ellos) emiten la hipótesis de que la verdad se encuentra entre esas dos escuelas. Bornstein, en 1973, por ejemplo, se fue bajo los cocoteros, para intentar comprender por qué los pueblos tropicales veían muy mal los azules. Se apoyó en el hecho de que los individuos que viven en los trópicos estaban expuestos a tres veces más radiaciones ultravioletas (muy especialmente UV-B) que los habitantes de latitudes más septentrionales. Una exposición durable a los UV-B acarrea modificaciones permanentes del ojo, en particular del cristalino, que se opaca y se amarillea, para protegerse (pigmentación macular), induciendo así perturbaciones, e incluso ceguera, en longitudes cortas de onda, como el azul o el amarillo

(tritanopia). Bornstein piensa que la evolución dotó a los pueblos de los trópicos de ese mecanismo de protección ocular. Es por eso que este color no tendría nombre en esas regiones (estudio confirmado por Lindsay y Brown, 2004).

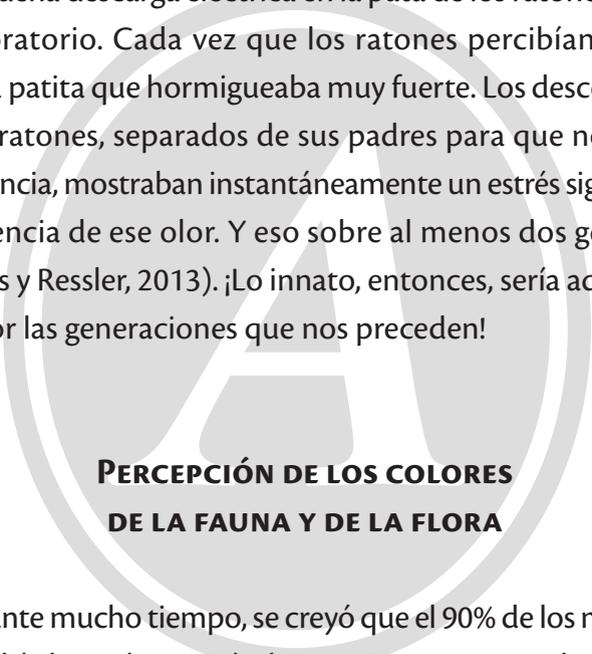
Pero ¿qué pasaría si se pusieran lentes amarillos sobre los ojos de los occidentales para amarillear sus cristalinios? Unos investigadores hicieron la prueba. Como por encantamiento, los occidentales no ven más los azules. Y cuando se les presentan colores, los nombran exactamente de la misma forma que las poblaciones expuestas a las radiaciones UV. Los autores concluyen –conciliando, quizá, relativistas con universalistas– que el grado de “amarronamiento” de los cristalinios de una población puede predecir la ausencia de la palabra “azul” en su léxico cromático (Brown y Lindsey, 2001 - Lindsey y Brown, 2002). A la inversa, un análisis de doscientas tres lenguas en el mundo muestra que las lenguas habladas en las zonas de radiaciones débiles UV-B, disponen, todas ellas, de un término básico para el azul.

Los biólogos comienzan a inmiscuirse en el debate con una ciencia tan balbuceante como prometedora: la epigenética. Detrás de esta palabra sofisticada, se esconde la teoría según la cual la experiencia y el entorno de una persona pueden influir en la herencia biológica de sus descendientes, y eso sobre varias generaciones.

Un ejemplo: si su abuelo paterno ha sido torturado durante la Segunda Guerra Mundial en una habitación verde, puede ser que su padre, usted mismo y sus hijos detesten el verde, sin saber

por qué. El trauma de su abuelo ha podido modular la actividad de algunos de sus genes, sin que hubiera mutación de ADN.

En todo el mundo, los investigadores trabajan esta ciencia y obtienen resultados sorprendentes. Se logró, por ejemplo, transmitir el miedo a un olor, en ratones, por varias generaciones. Para realizarlo, los investigadores asociaron un olor particular a una pequeña descarga eléctrica en la pata de los ratones machos del laboratorio. Cada vez que los ratones percibían ese olor, tenían la patita que hormigueaba muy fuerte. Los descendientes de esos ratones, separados de sus padres para que no hubiera interferencia, mostraban instantáneamente un estrés significativo en presencia de ese olor. Y eso sobre al menos dos generaciones (Dias y Ressler, 2013). ¡Lo innato, entonces, sería adquirido a veces por las generaciones que nos preceden!



**PERCEPCIÓN DE LOS COLORES
DE LA FAUNA Y DE LA FLORA**

Durante mucho tiempo, se creyó que el 90% de los mamíferos no percibía los colores. Aún hoy, en Internet, usted puede leer eso, más o menos por todas partes. Pero, de ahora en adelante, queda probado que es falso (¡en un 90%!) y que si los animales no perciben los mismos colores que los del espectro visible por el hombre, cada uno de ellos tiene su propio espectro. La mayoría de los mamíferos son, en efecto, daltónicos, es decir que sus retinas solo poseen dos tipos de conos fotosensibles: azulados

y amarillentos, para los deficientes de los conos L o M, y azul, verde y rojo, aproximadamente, para los deficientes del cono S40. El perro, por ejemplo, solo distingue bien los colores en los verdes. Por lo tanto, si quiere complacer a su perrito, hágale elegir un collar en la paleta de los verdes; todos los demás colores le aparecen grises, más o menos oscuros.

Gatos, conejos, ratas y bovinos no tienen idea alguna de lo que es el rojo. Por el contrario, serían sensibles al azul y al verde. Si la capa que agita el torero es de ese color, es simplemente para enmascarar las manchas de sangre de la pobre bestia, que pronto perderá sus orejas, su cola y, sobre todo, su vida.

En este bestiario en colores, sepa que el caballo distingue bien el amarillo y el verde, pero mezcla el azul y el rojo. Entre los reptiles, se sabe que la tortuga diferencia el azul, el verde y el naranja, y que el lagarto distingue el amarillo, el rojo, el verde y el azul. En cuanto a los insectos, aprecian particularmente el amarillo. Por cierto, no es casualidad si los papeles matamoscas y otras trampas para insectos son amarillos... En el medio marino, donde no nos gustan demasiado los bichos, en general se prohíbe el amarillo como color del casco de barco, para que los insectos no vayan a anidar allí, al confundir la embarcación con una enorme reserva de polen. Finalmente, los pájaros tienen una percepción del colorido muy desarrollada y, por cierto, parecen ordenar su conducta más sobre el color que sobre la forma o el movimiento.

Los únicos animales que poseen, más o menos, la misma percepción de colores y el mismo espectro que el hombre, serían las ardillas, las musarañas y algunas mariposas. No son muchos...

De todos modos, no hay de qué quejarse: ¡muchos animales tiene una mejor percepción de los colores que nosotros!

Los campeones del color son los crustáceos. El camarón posee doce tipos de fotorreceptores, seguido de cerca por la mantis de mar, con diez tipos de fotorreceptores; le gana por mucho a los tres fotorreceptores oficiales –azul, verde y rojo– del ojo humano.

Otros animales tienen un espectro mucho más amplio que los humanos, como los peces. Perciben los colores del espectro humano, pero además, ¡perciben colores en los ultravioletas!

Y sí, porque tanto en los infrarrojos como en los ultravioletas, es decir, en el exterior del espectro de la luz visible por el hombre, hay numerosos colores que no percibimos. Hay colores que somos incapaces de imaginar y que nos aparecen, lamentablemente, como grises más o menos oscuros.

Los murciélagos, por ejemplo, ven muy bien los infrarrojos. Si alguien se cruza con Batman, sería interesante pedirle que intente explicarnos de qué color son, para él, las hojas de los árboles, dado que la mayor parte de su radiación espectral no está en el verde, sino en los infrarrojos.

Igual para las serpientes, que detectan a su presa en la oscuridad total, con sus hoyuelos labiales, únicamente por la presencia de radiaciones que aquella emite mediante el calor de su cuerpo.

En cuanto a las abejas, perciben muy bien los colores los ultravioletas. Para atraerlas, numerosas flores tuvieron, por lo tanto, la buena idea de engalanarse con esos colores, invisibles para nuestro ojo. La margarita, por ejemplo, nos aparece blanca, mientras

que lo esencial de su radiación se sitúa en los ultravioletas (Nathans, Thomas y Hogness, 1986 - Sharpe *et al.*, 1999 - Lanthony, 2001).

Ya que hablamos de animales, tenemos a los camaleones y sus célebres cambios de colores; el humorista francés Cavanna piensa que “el camaleón no tiene el color del camaleón, salvo cuando está apoyado sobre otro camaleón”. ¡Es muy divertido! Lo que sigue, lo es un poco menos: almas sensibles, salteen la próxima línea... El color de los camaleones no varía en función del decorado, sino en función de su estado emocional. Lo siento... ¡Personalmente, esta información me entristeció mucho!

Las plantas también son sensibles a los colores. Más exactamente, a un solo color: el rojo. En efecto, poseen un fotorreceptor llamado “fitocromo”, que solo es sensible al rojo. Ilumine la mayoría de las plantas con una luz roja, y le agradecerán creciendo más rápido, más alto y con flores más bellas.

LA SINESTESIA

Si lo desea, vamos a hacer una pequeña prueba. Visualice una herramienta en su cabeza. No importa cuál. Ahora, asócielo un color. Cierre los ojos... No haga trampas... ¿Qué vio? Hay grandes posibilidades de que haya visto... un martillo rojo.

Si no hizo el ejercicio (o si no funcionó), lo invito a hacer esta prueba con su familia. El resultado es sorprendente, y funciona alrededor de dos cada tres veces.

Se piensa que es una forma de sinestesia asistida. La sinestesia es un fenómeno neurológico que asocia, al menos, dos de sus sentidos. Algunos asocian, espontáneamente, los colores a cada forma; otros, a cada cifra, letra, día del calendario, etcétera. Se han contado ciento cincuenta y dos formas de sinestesia.

Esta particularidad se refiere a entre el 0,2 y el 4% de las personas, según las distintas fuentes. Hay que reconocer que los conocimientos sobre este “don” siguen siendo bastante limitados. Algunos científicos piensan que es hereditario, y que se transmite a través del cromosoma X3.

Una de sus formas más espectaculares se llama sinopsia, y son pocas las personas que conocen esta palabra. La sinopsia es la capacidad de asociar un color a un sonido. Ese don increíble se da en músicos como Duke Ellington, Michel Petrucciani o el compositor Alexander Scriabin, quienes asociaban un color a cada nota musical. Es difícil explicárselo, ya que, aun si colores y músicas tienen longitudes de onda, ninguna fórmula matemática establece una relación entre ellas.

Sin embargo, mirado más de cerca, resulta que todos somos más o menos sensibles a esta forma de sinestesia. En un estudio reciente, aparece que asociamos, de buena gana, *La flauta mágica*, de Mozart, a colores claros, como el amarillo y el naranja, mientras que el *Réquiem* en re menor nos evoca colores oscuros, como el negro o un gris azulado. Para el 95% de los encuestados, los colores claros y cálidos se asocian a las músicas rápidas, mientras que las músicas tristes y románticas se asocian a los colores poco saturados y oscuros. Y eso independientemente de la

cultura, ya que se obtienen los mismo colores cuando se encuesta a los estadounidenses de San Francisco y a los mexicanos de Guadalajara (Palmer y Schloss, 2013).

Por lo tanto, quizá sería interesante que los profesionales de la edición musical observaran, si el universo cromático de las portadas de los discos corresponde al “color” musical del álbum.

Para cerrar este capítulo, le presento al primer “sinesteta aumentado”, Neil Harbisson. Este artista inglés es un daltónico agravado, que no distingue ningún color. Decidió luchar contra su discapacidad, invitándose a la muy controvertida “realidad cerebral aumentada”. Para ello, se fijó una especie de antena sobre la frente. Esta capta los colores en su campo visual, y los restituye bajo la forma de ondas sonoras, que luego se comunican, por conducción ósea, con su oído interno.

Si le creemos a este hombre, hoy muy mediatizado, él podría “escuchar” trescientos sesenta colores. Llegó aún más lejos, al darle un sonido a los infrarrojos y a los ultravioletas. Así, por ejemplo, al entrar a un departamento, él puede decirle si la alarma está conectada o no.

REPRODUCCIÓN DE LOS COLORES

En la actualidad, los científicos acuerdan en que los colores primarios no son cuatro, sin ofender a Goethe, ni siete, señor Newton, sino tres. Se pueden reproducir todos los colores combinando tres. Mezclamos azul, rojo y amarillo para crear una

materia coloreada (síntesis sustractiva), y azul, rojo y verde para crear una luz coloreada (síntesis aditiva).

La síntesis sustractiva se realiza superponiendo tintas (impresión) o pigmentos (pintura). El principio de la síntesis sustractiva es bastante simple. Un color primario absorbe, más o menos, un tercio del espectro de lo visible. El cian (azul cielo) absorbe la zona de los rojos; el magenta (rojo claro, casi rosa), los verdes; el amarillo, los azules. Entonces, por ejemplo, si mezclamos cian y amarillo, la longitud de onda no absorbida y, por lo tanto, reflejada por la materia, se sitúa en los verdes. He aquí por qué, para pintar la hierba delante de la casa, con la chimenea humeante, su profesor de dibujo lo invitaba a mezclar el azul con el amarillo...

Mezclando los tres colores primarios, no se refleja ninguna longitud de onda. Por lo tanto, eso da negro. Por supuesto, todo eso es teoría. Y como los pigmentos nunca son puros, y no absorben al 100% las longitudes de onda correspondientes, en impresión se agrega un cuarto color: el negro, que absorbe el conjunto del espectro, y entonces, sin sorpresa, ayuda a crear negros más profundos.

Por razones de comodidad, se eligieron como colores primarios el rojo magenta, el azul cian y el amarillo. Pero bien se podría haber decidido que los colores primarios fueran el verde manzana, el violeta y el damasco.

Lo que cuenta es que estos tres colores reflejan, cada uno, un tercio del espectro cromático, y resulta que sabíamos crear, con bastante facilidad, el cian, el magenta y el amarillo. En la

actualidad, nadie cuestiona los colores primarios magenta, cian y amarillo. Lo que nos da, en colores secundarios, el verde (amarillo + azul), el naranja (rojo + amarillo) y el violeta (azul + rojo). Los colores terciarios, que son una mezcla, en proporciones variables, de los tres colores primarios, son aquellos a los que se les agrega un sufijo: *verdoso*, *rojizo*, *azulino*, así como los marrones.

La síntesis aditiva, demostrada por Maxwell en 1861, explica que es posible reproducir todos los colores superponiendo tres luces. Estas luces deberán ser de longitudes de onda lo más alejadas posible. Entonces, en los extremos del espectro están la luz roja y la luz azul y, en el centro, la luz verde. La Comisión Internacional de Iluminación dio las referencias de esos tres colores en 1931, partiendo del espectro del mercurio.

La superposición de estos tres colores, que cubren el conjunto del espectro de la luz, da, por lo tanto, blanco, como ya lo había visto Newton gracias a sus experimentos. Así se crean los colores de todas nuestras pantallas luminosas: LCD, plasma, escáneres o máquinas fotográficas numéricas.

ILUSIONES ÓPTICAS

Si usted fuera a 60.000 km/h hacia un fuego rojo, ¡lo vería verde, debido al efecto Doppler! Más fácil de experimentar, una de las más lindas ilusiones ópticas está, quizá, delante de sus ojos. Más exactamente, justo encima. Se trata de los cabellos

entrecanos, que dan una hermosa cabellera gris. Sin embargo, los cabellos grises no existen, solo hay cabellos pigmentados: negros, rubios, marrones, castaños o pelirrojos, y cabellos blancos. Pero es la mezcla de cabellos negros y cabellos blancos lo que da la impresión de una cabellera gris.

Muy rápidamente, comprendimos que podíamos abusar de la “ingenuidad” de nuestros conos, yuxtaponiendo minúsculas manchas de colores primarios, para “crear” colores. Nuestro cerebro establece una media de la percepción de los conos, y así “imagina” nuevos tintes. Es lo que hacen nuestros televisores, que solo iluminan pixeles rojos, verdes y azules. En imprenta, a eso se lo llama la trama; mire cualquier foto de revista con una lupa, y solo verá puntos amarillos, cian, magenta o negros. Los puntillistas, como Georges Seurat, y el conjunto de los impresionistas se divirtieron con eso.

Un minuto de silencio para el maestro van Gogh que es, por cierto, uno de los más grandes coloristas de todos los tiempos (y que, dicho sea al pasar, no es un impresionista propiamente dicho, ya que no era invitado a sus exposiciones...).

Era importante cubrir sucintamente los conocimientos sobre los colores, que progresaron muchísimo en los últimos treinta años y nos permitirán comprender mejor sus influencias. Tengamos siempre en mente que el color es a la vez una onda electromagnética y una transferencia de energía. Asimismo, no perdamos de vista que nuestra percepción visual está ligada a

JEAN-GABRIEL CAUSSE

los tres parámetros indisociables que son la temperatura de color de la fuente luminosa, la interpretación completamente subjetiva de nuestro cerebro y la naturaleza del objeto.

Y entremos en materia...

