

COLEGIO NACIONAL DE BUENOS AIRES

PROF. AZUL MARTINA BLASEOTTO  
PLÁSTICA , 1ER AÑO / COLOR

Pensando alrededor de los colores ("color" es nuestro eje central para trabajar durante el segundo trimestre), en este material los vemos desde una óptica científica: de dónde es que salen y qué son esas cosas con las que embadurnamos los pinceles.

Este apunte será debatido en clase y sirve también para la prueba.

Fuente: "La ciencia del color", Ana Von Rebeur, Buenos Aires

2010

## 1. Zambullidos en el arcoíris

### ¿Qué son los colores?

Si somos capaces de pasar media hora en una tienda dudando sobre qué tono elegir para una pared o qué zapatillas combinan mejor con nuestra ropa, es porque los colores nos importan... y mucho. Es que, para bien o para mal, ellos nos afectan profundamente.

Los pigmentos siempre obsesionaron a la humanidad. Desde que el primer cavernícola garabateó un bisonte en una cueva, pasando por el impresionista Claude Monet, que vivía abrumado por hallar colores que no mutaran una vez secos, o el propio Vincent van Gogh, que aguardaba siempre con ansiedad que su hermano Theo le enviara algún pomo de pintura, todos anhelaron tener mejores colores. La búsqueda del color perfecto es una historia plagada de tragedia, pasión y obcecada indagación de la fórmula química exacta que permitiera un rojo puro, un blanco luminoso o un negro contundente.

Los primeros pigmentos se obtuvieron a partir de raíces, de distintas tierras, de piedras preciosas, de insectos y otros animales, de metales y hasta de cadáveres. El procedimiento solía ser muy costoso, y hubo quienes hasta llegaron a cometer asesinatos para conseguirlos, mientras que otros entregaron sus vidas para conservarlos. ↴

En este libro, los colores nos cuentan sus mayores secretos, para que sepamos de dónde vienen y para qué sirven. Muchos esconden historias trágicas, románticas y apasionantes. Sabremos por qué el

azul ocasionó un genocidio en el Caribe, cómo incidió el verde en la muerte de Napoleón Bonaparte, y conoceremos la relación entre la palabra “violencia” y el color violeta. Descubriremos por qué los dólares son verdes, qué tienen en común las tarjetas de crédito y los uniformes de la policía, por qué los automóviles deportivos son mayormente rojos o negros, por qué las empresas petroleras y las panaderías eligen el amarillo, por qué es blanca la bandera de la paz y azul el *jean*, y por qué las mujeres se pintan los labios de rojo. Cada capítulo cuenta la historia de un color: sus lenguajes, sus expresiones, sus usos.

Como privilegiados testigos de la era del color estable, en vibrantes gamas para todos los gustos, ahora podemos tener el arcoíris en la palma de la mano. Bienvenidos a ese mundo multicolor.

### ¿Quién necesita el color?

Durante más de un siglo miramos fotografías en blanco y negro, sin problemas. Lo mismo hicimos con la televisión durante veinte años. Entonces, ¿quién necesita el color? ¿Un mundo en blanco y negro sería tan terrible? Después de todo, el negro es un color de moda bastante elegante. En un mundo sin colores, no tendríamos que re-decorar la casa tan seguido y sería mucho más fácil combinar la ropa antes de salir. Claro que los parques de diversiones perderían todo su encanto y no tendría mucho sentido contratar a un jardinero. Además de que no podríamos distinguir una comida saludable de una en mal estado. Como mínimo, acabaríamos intoxicados.

¡Ajá! ¿Será por eso que precisamos los colores? ¿Para no intoxicarnos? Muchos antropólogos y científicos que estudian la evolución aseguran que así es.

En el fondo de nuestras retinas tenemos dos veces más células sensibles al movimiento y las formas que al color. Así, la mayoría de los mamíferos ven sólo en matices de azul y amarillo, es decir que son *dicrómatas*. Pero los hombres, junto a algunos simios también frugívoros, somos *tricrómatas*: captamos más colores para dis-

tinguir la fruta madura entre los infinitos matices de la luz diurna. De modo que nos importa mucho más encontrar frutos apetitosos que percibir para qué lado se escapa una vaca. Los colores hacen nuestra vida más variada y atractiva... y con menos dolores de estómago.

### ¿De dónde salen los colores?

En realidad, no hay colores: hay luz o no la hay. O sea que el mundo es blanco cuando hay luz o negro si la apagamos. Muchísimos estudiosos trataron de indagar por qué vemos colores. Platón creía que nuestros ojos emitían un rayo invisible que los detectaba, como si fuéramos superhéroes de historieta. Inspirado en el arcoíris, Aristóteles sugirió que los tonos se dividían en escalas similares a las de la escala musical. Muchos otros repitieron estos conceptos, porque a los griegos clásicos no se les discute nada. Pero todo cambió en 1665, tras un descubrimiento que realizó un joven de 22 años en la casa de su mamá en Lincolnshire, lejos de la Universidad de Cambridge, que por entonces era asolada por la peste.

Rodeado de los cuidados maternos, este inquieto observador gozó de dieciocho meses de tranquilidad para investigar lo que tuviera en mente sin sufrir presiones, algo que cualquier científico le envidiaría hoy en día. Estaba fascinado porque veinte años atrás René Descartes había detectado que, al atravesar un prisma, la luz se descomponía en colores como los del arcoíris, por lo que dedujo que se producían dentro del cristal. Entonces él decidió usar otro lente para unir nuevamente los haces y vio que formaban una luz blanca. Así supo que la luz blanca está compuesta, en realidad, por distintos colores.

Ese muchacho era Isaac Newton, y el mismo experimento se puede realizar usando linternas envueltas en celofán rojo, verde y azul (los colores primarios) y apuntándolas contra una pared blanca. Allí donde todos los colores se unen, la pared aparece iluminada de blanco. Lo curioso de la experiencia es que la mezcla

de luz roja y luz verde da amarillo, de azul y verde da cian (turquesa) y de azul y roja, magenta (un rosa intenso). Y de la mezcla de esos tres colores primarios se obtiene la luz blanca. Si hacemos lo mismo con témperas, no obtendremos blanco, sino un marrón oscuro. Pero si pintamos un disco de cartón con los colores del arcoíris y lo hacemos girar a gran velocidad, se verá casi blanco, lo que prueba que es mejor no discutir la teoría de Newton. Sin embargo, en su época fue rechazada porque se sabía que la mezcla de todos los colores da sólo un pardo oscuro. El dilema se resolvió cuando, mucho tiempo después, el escocés James Clerk Maxwell demostró que mezclar luz (mezcla aditiva) no es lo mismo que mezclar pigmentos (mezcla sustractiva). Hoy en día, en impresión en papel se logran todos los colores a partir de la mezcla de cian, magenta y amarillo. Pero para el negro... se usa negro.

O sea que los colores son fracciones, trocitos, pedazos de luz blanca. Las moléculas de las cosas dejan penetrar en su estructura algunas ondas de luz (ciertos colores que absorben) mientras que rechazan otras (justamente el color que les vemos a las cosas). De modo que las cosas, en verdad, son de todos los colores menos del color que las vemos, porque ése es justamente el que rebota hasta nuestros ojos. Y si molesta mucho pensar así —pensar, por ejemplo, que una mujer es rubia porque su cabello rechaza el amarillo dorado—, podemos decir también que las cosas son de todos los colores —tanto los absorbidos como los rechazados—, que juntos forman una energía que percibimos como el color emanado por ellas.

El hecho de que percibamos como blanco la suma de todos los colores es el principio por el cual vemos televisión y tenemos monitores de computadora a color. Las pantallas están hechas con *píxeles* de tres colores que se activan de manera variable para formar los distintos tonos. Para ver esos colores podemos realizar un experimento sencillo: si observamos la pantalla de un monitor con una lupa, encontraremos puntos de color verde, rojo y azul organizados de acuerdo con algún patrón, según cómo esté fabricada la pantalla. Sin una lente de aumento, no percibiríamos que los colores, juntos, dan luz blanca (que es como vemos la pantalla). Para

nosotros, saber esto ahora es fácil. Pero físicos de todo el mundo pasaron muchos años tratando de descubrir qué era la luz...

### **Esa cosa loca llamada luz**

Inti, Amón-Ra o Helios son algunos de los nombres que recibió el dios Sol, adorado desde la antigüedad por muchas culturas. ¡Es que sin él, nadie encontraba sus zapatos! ¿Y qué es el sol? Es una estrella que nos bombardea con ondas de todo tipo: de radio, microondas, magnetismo, rayos X, gamma, ultravioletas... y de luz. La luz visible es sólo una porción mínima de la energía que nos llega. Es tan pequeña esa parte que podemos “ver”, que es como si intentáramos mirar un elefante a través de una cerradura y sólo viéramos uno de sus pelos. Esa mínima porción son partículas que se desplazan en ondas electromagnéticas a 300 millones de metros por segundo, la velocidad máxima posible en todo el universo. La longitud de onda —es decir la distancia entre dos crestas consecutivas— se mide en nanómetros (nm), cada uno de los cuales equivale a una mil millonésima parte de un metro, un tamaño tan pequeño que es imposible captar con un microscopio. Para lograr una idea más acabada: si un pelo fino mide 100 micrones de ancho, dentro de un pelo caben 200 000 ondas de luz cómodamente, y hasta con algo de lugar para bailar un tango. De modo que somos sólo capaces de visualizar una mínima parte de las longitudes de onda existentes. ¿Y qué tiene que ver esto con los colores?

De toda la luz que nos llega únicamente podemos percibir la que va desde los 380 nm de longitud de onda, que corresponden al color violeta, hasta los 780 nm, que se perciben como rojo. A esta porción de colores se la denomina “espectro visible”. Dentro de esas ondas viajan partículas llamadas fotones, por lo que a menor energía de fotones más ancha es la onda, y a mayor energía, más corta es ésta. Para que una onda pura —o “monocromática”— se vea de color rojo, su longitud debe ser mayor que 620 nm, es decir que hay unas 1 600 ondas de luz en cada milímetro. Para la luz

verde, la longitud debe ser de un 500 millonésimo de milímetro, o sea que entran 2 000 ondas en 1 milímetro. Y para la luz violeta, la longitud es más corta, y entra el doble de ondas en cada milímetro.

A medida que se acorta la longitud de onda, se acaba el espectro visible y nos encontramos con luz ultravioleta (que ven las abejas pero nosotros no), los rayos X (longitud de onda del tamaño de un átomo) y rayos gamma (longitud de onda del tamaño del núcleo atómico). Cuando la onda es más larga pasamos al infrarrojo (que ven las serpientes, pero nosotros no) y las microondas (de los hornos y las telecomunicaciones, de una longitud que va del tamaño de un grano de arena al de una papa). Y también están las ondas de radio, con una longitud del tamaño de algunos metros (las de frecuencia modulada o FM, o las de televisión) y hasta del largo de un estadio de fútbol (las de amplitud modulada o AM), captadas por la tele y la radio, pero no por nosotros. Increíblemente, vemos las ondas más pequeñas, pero no las del tamaño de un estadio de fútbol. Quizá se deba a que nuestra supervivencia depende de que percibamos las ondas cortas, y no de mirar televisión.

### ¿Y para qué sirve la luz?

Para empezar, sirve para que podamos interactuar con nuestro propio sistema de interpretación del entorno, a través de la luz que rebota en los objetos. Otros seres vivos poseen otros sistemas. Aunque, por supuesto, no es nuestro único modo de interpretación, ya que el oído y el tacto también nos guían en gran medida. Sin embargo, la luz no sólo nos sirve para ver nuestro entorno, alimentarnos y comunicarnos, sino que afecta nuestra salud. Por ejemplo, tiene un efecto vital en la fijación de la vitamina D que ingerimos, que es esencial para actuar junto con el calcio en la producción de células óseas en los huesos. Así, la primera indicación que recibe una persona que sufre osteoporosis es tomar sol y hacer

ejercicio para aumentar la densidad de sus huesos. El ejercicio y la luz refuerzan nuestro esqueleto.

Asimismo, durante los meses de invierno, mucha gente se deprime debido a la disminución de las horas de luz. Esta situación se conoce como desorden afectivo estacional, y se cura exponiendo al paciente a la luz (30 minutos a 10 000 lux,<sup>2</sup> según el doctor Michael Terman, del Centro de Psicología de la Universidad de Carolina del Norte).<sup>3</sup> La fototerapia también se aplica con éxito en casos de bulimia y depresiones no estacionales.<sup>4</sup> Además, está indicada para curar la ictericia porque disminuye la bilirrubina, un pigmento amarillo que aparece cuando el hígado está forzado por problemas metabólicos variados.<sup>5</sup>

Una importante cantidad de bacterias y gérmenes se solazan en la oscuridad y no toleran la exposición a la luz solar. Esto bien lo sabían nuestras abuelas, que sacaban a ventilar frazadas, colchones y almohadas, y abrían las ventanas para que entrara el sol. La luz –y con ella todo el espectro de colores que la componen– es terapéutica. Y así los colores tienen que ver cada vez menos con la decoración y cada vez más con las ciencias. El doctor Enrique San Román –químico argentino, investigador principal del Conicet y especialista en fotoquímica, el estudio de las reacciones químicas vinculadas con la luz– afirma que ya se está tratando el cáncer con los colores, mediante una terapia llamada fotodinámica: la zona tumoral se “pinta” con nanopartículas coloreadas reactivas a determinada longitud de onda. Y el mismo mecanismo se aplica en procesos de descontaminación de lagos y ríos.<sup>6</sup>

2 Un lux es una unidad de medida de intensidad luminosa; 10 000 lux equivalen a cien veces la iluminación de un estudio de televisión o a la luz que recibimos en una mañana de sol.

3 <http://www.apa.org/monitor/feb06/sad.aspx>.

4 *American Journal of Psychiatry*, vol. 162, n° 4, pp. 656-662. Robert Golden y colegas, Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, abril de 2005: <http://www.apa.org/monitor/feb06/light.aspx>.

5 <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001559.htm>.

6 <http://www.pagina12.com.ar/diario/ciencia/index-2009-04-01.html>.

Pantone, la mayor empresa de especificación del color, comenzó como una imprenta y amplió su intervención a la estandarización de los colores de las banderas, así como a medir los tonos de las piedras preciosas y reponer las tejas del color correcto en la Catedral de San Marcos, de Venecia. También desarrolló una serie de tarjetas de colores de hígados cuyos tonos varían según su contenido graso, para ser utilizadas en los trasplantes. “Esas tarjetas son nuestro orgullo: ya han salvado varias vidas al reducir las tasas de rechazo”, dijo Lawrence Herbert, propietario de Pantone.<sup>7</sup>

Y como si esto fuera poco, los colores nos sirven para hacer nuestros hogares más cálidos y nuestros alimentos más apetitosos. Vale la pena conocerlos.

## 2. ¿Cómo vemos los colores?

### Catarata de fotones

¿Cómo es que vemos colores? Muy simple: con un aparatito maravilloso, nuestros ojos, en los que penetra la luz a través de la *pupila*, que es un agujerito en el *iris* (la parte de color del ojo) que se contrae o se expande para regular el ingreso. El iris está justo detrás de una lente que lo protege, y que a la vez enfoca la luz, llamada *córnea*. Esta *córnea* es lavada continuamente por dentro por un líquido. Nuestros párpados húmedos, en cada parpadeo, la limpian también por fuera. A través de ella, la luz pasa por la pupila y llega a otra lente, el *crystalino*, que cambia de grosor para enfocar lo que vemos. Imaginemos unas gafas que se encogen o se expanden para ver mejor y ser multifocales.

La luz atraviesa el globo ocular traspasando un líquido llamado *humor vítreo* y se proyecta en el fondo, llamado *retina*. En medio de la retina está la *fóvea*, tapada por una densa alfombra de *células fotorreceptoras*, que reciben la imagen invertida de lo que vemos y la transmiten por el *nervio óptico* hasta nuestro cerebro, en un sitio llamado *corteza visual*. Las imágenes del ojo derecho se procesan en el hemisferio izquierdo y las del izquierdo en el hemisferio derecho, cruzándose los “cables” en un sitio denominado *quiasma óptico*.

Nuestro sistema visual tiene una cobertura de 180 grados de visión periférica horizontal de baja resolución, y una excelente capacidad para detectar movimientos en una muy variada gama de niveles de iluminación. Gracias a la disposición de nuestros ojos