

00172

**APROXIMACIONES AL USO DEL COLOR
EN EL DISEÑO INDUSTRIAL**

Tesis para obtener el Grado de
Maestro en Diseño Industrial

Mauricio Moyssén Chávez

Tutor: Dr. Óscar Salinas Flores
Sinodales: Prof. Horacio Durán Navarro
MDI Luis Rodríguez Morales
MDI Ana María Losada Alfaro
MDI Angel Grosó Sandoval



**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).


El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: MAURICIO JAVIER
MOYSSÉS CHÁVEZ

FECHA: 25 MAYO 2004

FIRMA: 

Agradezco la participación y los consejos de mi tutor y los cuatro sinodales, cuyas observaciones contribuyeron a afinar los conceptos y la estructura de la tesis, así como a mis compañeros académicos del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial y, especialmente, a mis alumnos del curso sobre color que imparto en la licenciatura desde 1994, muchos de cuyos resultados se encuentran en las siguientes páginas.

También se encuentran muchos conceptos derivados de pláticas y lecturas con que me alimentaron, durante los casi diez años que lleva esta investigación, sobre todo Juan Carlos Chávez, Alejandro Landeta, Enrique Navarrete, Fernando Rubio, Silvia Segarra, Luis Equihua, Andrés Fonseca y Joel Olivares, entre otros.

Por la competencia, la compañía y la amistad, a mis compañeros de viajes y pláticas interminables Alejandro y Lorena, Gemma, Celia, Raúl, Javier, Roberto, Nacho, Claudia y Rafael. A Martha y Miguel, Renato, Verónica, Alberto y Ricardo, Samuel y JC.

Un agradecimiento especial más es para mi maestra Laura Martha Chávez, por la paciencia y sabiduría de siempre en la corrección de estilo, por escrito y por teléfono.

Pero el mayor agradecimiento, por los fines de semana robados, por los cientos de fotografías y consultas, las docenas de arco iris junto a la carretera, por ser y por estar, para Patricia, a quien dedico este trabajo (también éste) y quien me sigue enseñando diario que, efectivamente, la vida es de colores.

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | V |
| 1. EL FENÓMENO DEL COLOR | 1 |
| 1.1 El Color es Luz | 1 |
| 1.2 La Luz y los Materiales | 3 |
| 1.2.1 Modificación de la Luz por los Materiales | 3 |
| 1.2.2 Características de los Materiales | 5 |
| 2. PERCEPCIÓN E INTERPRETACIÓN | 7 |
| 2.1 El Proceso de la Visión | 7 |
| 2.1.1. Formas de visión | 7 |
| 2.1.2 LA Visión Humana | 8 |
| 2.1.3 Defectos y enfermedades del ojo | 9 |
| 2.1.4 Adaptación a la oscuridad | 12 |
| 2.1.5 Flujo Óptico | 12 |
| 2.2 La Percepción en el Cerebro | 12 |
| 2.3 La Teoría Gestalt | 13 |
| 2.3.1 Relación Figura- Fondo | 13 |
| 2.3.2 Agrupamiento | 14 |
| 2.3.3 Pregnancia | 14 |
| 2.3.4 Efectos Secundarios de la Figura: Saturación | 15 |
| 2.4 Ilusiones Ópticas | 16 |
| 2.4.1 Figuras Ambiguas | 17 |
| 2.4.2. Objetos Imposibles | 17 |
| 3. EL COLOR | 19 |
| 3.1 Condicionantes del Color | 19 |
| 3.1.1 Luminosidad o Valor | 19 |
| 3.1.2 Tono o Color | 20 |
| 3.1.3 Saturación o Croma | 21 |
| 3.2 Las Tres Coordenadas del Color | 21 |
| 3.3 Variaciones en las Condicionantes: Metamerismo | 21 |
| 3.4 Más o Menos Luz: Clasificación de los Colores | 22 |
| 3.4.1 Colores Aditivos o de Luz | 22 |
| 3.4.2 Colores Sustractivos o Sólidos | 23 |
| 3.4.3 Colores Partitivos | 24 |
| 3.4.4 Iridiscencia | 24 |
| 4. ESTUDIANDO LOS COLORES | 25 |
| 4.1 Esfuerzos por Conocer el Color a través de la Historia | 25 |
| 4.2. El Siglo XX: De Ostwald a la Bauhaus | 28 |
| 4.3 Sistemas Tridimensionales | 30 |
| 4.4 Normas Internacionales para aplicar Color: CIE | 31 |
| 4.5 El Espacio CIE L*a*b | 33 |
| 4.6 Otros Sistemas empleados en la Actualidad | 33 |
| 4.7 Un Modelo para la Industria: Pantone | 34 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5. | EL COLOR COMO ELEMENTO DE LA COMUNICACIÓN | 37 |
| 5.1 | Los Elementos de la Comunicación | 37 |
| 5.2 | El Signo | 39 |
| 5.3 | Significado | 40 |
| 5.4 | Clasificación de los Signos | 41 |
| 5.5 | Señales | 42 |
| 5.6 | Símbolos | 43 |
| 5.7 | Los colores y su valor simbólico | 46 |
| 6. | DESCRIPCIÓN DE LOS COLORES | 49 |
| 6.1 | Rojo | 50 |
| 6.2 | Naranja | 51 |
| 6.3 | Amarillo | 52 |
| 6.4 | Verde | 53 |
| 6.5 | Azul | 55 |
| 6.6 | Violeta | 56 |
| 6.7 | Café | 57 |
| 6.8 | Negro | 58 |
| 6.9 | Gris | 59 |
| 6.10 | Blanco | 60 |
| 6.11 | Colores, Significados y Aplicaciones | 61 |
| 7. | COLOR Y DISEÑO | 63 |
| 7.1 | Racionalidad, Forma y Diseño | 63 |
| 7.2 | La Figura y el Fondo | 64 |
| 7.3 | Texturas | 65 |
| 7.4 | Contraste | 66 |
| 7.4 | Equilibrio y Simetría | 68 |
| 7.5 | Proporción | 69 |
| 7.6 | Ritmo | 71 |
| 7.7 | Forma, Imágenes y Objetos | 71 |
| 7.8 | Contenido y Contenido: Forma y Color | 73 |
| 8. | EL PAPEL DEL COLOR EN LA CONFIGURACIÓN DE LOS OBJETOS | 79 |
| 8.1 | El Color en el Desarrollo del Hombre | 79 |
| 8.2 | El Científico Siglo XIX | 82 |
| 8.3 | Color y Tradición: El Movimiento de Artes y Oficios | 83 |
| 9. | EL PAPEL DEL COLOR EN LOS OBJETOS DEL SIGLO XX | 85 |
| 9.1 | Puente del Pasado al Futuro: La Bauhaus | 85 |
| 9.2 | Cuando las Ideologías definen los Objetos | 86 |
| 9.3 | La Tradición marca el Rumbo | 88 |
| 9.4 | Economía, Tecnología y Color | 89 |
| 9.5 | Mayores Ventas: El Diseño y la Mercadotecnia | 90 |
| 9.6 | Colores de Moda | 91 |
| 9.7 | El Color como Suma de Factores | 93 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 10. | EL COLOR COMO HERRAMIENTA EN EL DISEÑO INDUSTRIAL | 95 |
| 10.1 | El Proceso de Diseño de un nuevo Producto | 95 |
| 10.2 | Decisiones sobre Color | 96 |
| 10.3 | Consideraciones sobre Tecnología y Moda | 99 |
| 10.4 | Responder al Mercado | 100 |
| 10.5 | Integrando: Una Conclusión | 101 |
| | | |
| 11. | FUENTES DOCUMENTALES | 103 |
| 11.1 | Libros | 103 |
| 11.2 | Publicaciones Periódicas | 105 |
| 11.3 | Publicaciones Electrónicas | 106 |

*¿Las razas negras, amarillas, rojas, indias, etc.,
sienten los colores de la misma manera?
Wassily Kandinsky ¹*

INTRODUCCIÓN

La labor de un diseñador industrial, como parte de un equipo que decide la configuración de un producto nuevo o el rediseño de uno existente, varía de acuerdo con la etapa de desarrollo del producto: puede ir desde propuestas que sirvan de partida para el diseño, hasta la definición de las características finales y los medios con que será fabricado el objeto.

Si el diseñador cuenta con herramientas suficientes y conocimientos profundos sobre las variables con que trabaja, podrá llevar a la realidad los productos que su creatividad genere. De hecho, esa creatividad se alimenta con la profundización en tales herramientas y conocimientos, de modo que, mientras mayores sean éstos en cantidad y detalle, más fácil será la tarea de creación del diseñador, más fácilmente contará con la inspiración para su trabajo creativo y más cercano estará ese trabajo de la realidad en la que se moverán los productos que contribuye a generar. Más aún: crecerá también la posibilidad de que tal objeto influya a su vez en el entorno social y económico, lo cual llevará su éxito más allá de lo meramente económico hacia una trascendencia cultural.

Podríamos dividir las herramientas en tres tipos, sin perder de vista su integración en el momento de diseñar y en la impresión que causará el resultado. Hay, en primer lugar, herramientas para la labor creativa, que comprenden el conocimiento y manejo de los elementos de la composición estética, esto es, la proporción entre sus partes, la simetría de su acomodo, el ritmo o el contraste, por citar algunos elementos. Estas primeras herramientas se ven afectadas, durante la labor creativa del diseñador, por las del segundo tipo, que abarcan los llamados factores humanos, no sólo de percepción del objeto, sino también de relación física, directa, que el producto tendrá con sus usuarios. Finalmente, contamos con las herramientas tecnológicas que ponen a nuestra disposición los materiales con que serán fabricados los objetos, así como la maquinaria y el instrumental necesarios para transformarlos y darles un acabado superficial adecuado y atractivo.

Entre las herramientas del primer tipo, de carácter creativo, sobresale el uso de color, que determina la apariencia del objeto y es un factor muy importante en la primera impresión del comprador o usuario del producto y en su identificación posterior. Para dotar de color a un objeto hay que tener conocimientos sobre su impacto psicológico y el ambiente en que se utilizará pero, también, conocimientos e información actualizada sobre los medios físicos de aplicación de los acabados cromáticos, para cada uno de los materiales que se elijan para fabricar el producto.

Entrar al estudio del color es ciertamente llevar el análisis sobre las herramientas con que cuenta el diseñador a niveles de detalle pero, conforme se adentra uno en el tema, se descubren características del fenómeno de la percepción que también serán de utilidad en la labor creativa. A pesar de ser una de las principales variables a manejar en la apariencia de los objetos que nos rodean, el color es un tema poco desarrollado como factor de diferenciación e identidad del producto, y conforme se le estudia más a detalle aumenta necesariamente su complejidad, sobre todo si se aspira a abarcar el mayor número de enfoques sobre el uso del color, ya sea en la pintura, la escultura, la arquitectura, el diseño gráfico, el vestido, u otros aspectos de la vida diaria. De hecho, la pri-

¹ Cfr. Kandinsky, Wassily.- "Cursos de la Bauhaus". Alianza Forma II. Alianza Editorial. Madrid, 1983.
Pág. 47

mera y más constante dificultad que se encontró en el desarrollo de este documento, fue precisamente lo disperso de la información y su pobre organización, muchas veces presentada como un conjunto de datos curiosos y triviales.

El objeto de este estudio se refiere a muchos de esos datos que parecen curiosos, pero que caracterizan la aplicación de color en los objetos industriales, desde enfoques fundamentales que facilitan la sistematización y la comprensión de su relación con el ser humano, de modo que llegue a ser un factor que se maneje conscientemente y del que se obtenga el mayor provecho en favor de la apariencia y el éxito de los productos diseñados.

En la primera parte del estudio se revisan los conceptos básicos del color como fenómeno físico y su relación con los seres vivos, especialmente el ser humano, así como los esfuerzos que éste ha hecho a lo largo de la historia para comprenderlo y sistematizar sus conocimientos. Como sucede en otros ámbitos, el trabajo de los científicos encuentra su aplicación práctica en la labor creativa de ingenieros y diseñadores.

Los primeros capítulos, entonces, pretenden hacer un resumen somero del fenómeno físico del color en la naturaleza y en la percepción animal y humana, profundizando en la interacción entre ojos y cerebro y clarificando la existencia de tres variables: la fuente luminosa, las características del objeto en que se refleja la luz y las cualidades de percepción del observador para pasar a los efectos que los colores, relacionados con ciertas formas y en determinados contextos, pueden tener en el hombre.

Claro que los estímulos y significaciones que tienen hoy en día los colores no son fortuitos: su fuente se remonta a los orígenes mismos de la humanidad, y por tanto dependen del desarrollo ulterior de cada grupo social particular. Desde el principio de la historia, prácticamente en todos los grupos humanos se hicieron esfuerzos por entender la luz y los colores, dotándolos casi siempre de significados mágicos y propiedades esotéricas que fueron marcando las distintas culturas. En un primer acercamiento histórico, en el capítulo 4 se hace una breve relatoría de los esfuerzos de clasificación de los colores, hasta llegar a conceptos y conocimientos que han permitido sistematizar y homologar el uso de los colores, según normas y sistemas científicos, tecnológicos y comerciales.

Es necesaria esa primera revisión histórica para cerrar el apartado del color como fenómeno de la naturaleza y para pasar, en la segunda parte, a los aspectos relacionados con el lado psicológico del color. Para lograrlo, en el capítulo 5 se revisan los principios de los elementos de la comunicación, a fin de entender cómo el color puede ser un elemento del lenguaje estético que, junto con formas, texturas y otros factores característicos de los objetos que nos rodean y que nos comunican algo continuamente; con ello, podemos dedicar el siguiente capítulo precisamente a exponer algunos significados de cada color en diversos contextos: desde los primitivos mágicos y esotéricos, hasta los más prácticos del diseño de objetos.

Habiendo entendido el papel de los colores como elementos comunicantes y los significados que puede tener cada uno de ellos, ya es posible acercarse, en el capítulo 7, hacia un enfoque pragmático del uso del color, específico para los diseñadores industriales, en estrecha relación con los otros elementos fundamentales del diseño como ritmo, contraste o equilibrio. En este momento el color se convierte en herramienta de diseño, en expresión de una intencionalidad y una voluntad de comunicación por parte del diseñador de objetos (al igual que del gráfico, del de espacios arquitectónicos o virtuales, o que el ilustrador).

La tercera parte del trabajo está dedicada a la relación de los aspectos tecnológicos de la aplicación del color con la evolución de la configuración de los objetos iniciando, una vez más, con una revisión histórica, ahora del desarrollo de los materiales y herramientas necesarios para aplicar color, desde las primeras pinturas rituales en el cuerpo, hasta las tendencias provocadas en el siglo XIX por la industrialización. Estas tendencias darían lugar a una nueva concepción de lo que debe ser un objeto fabricado en serie, pero no por ello frío y deshumanizado, que derivó, desde principios del siglo XX, en el nacimiento del Diseño Industrial propiamente dicho. El advenimiento de la nueva disciplina significó, sí, un desplazamiento casi total de los objetos artesanales por aquéllos desarrollados por profesionistas que, si bien tienen un contacto más bien marginal con los aspectos tecnológicos y

la fabricación directa de los objetos, poseen a cambio conocimientos más profundos en diversos aspectos que rodean la generación y manufactura de los mismos y que abarcan el contacto con el usuario y el aprovechamiento eficiente de los materiales y los medios de producción, junto con una sensibilidad y preparación estética que aumentarán las posibilidades de éxito en los mercados globales que se han generado en los últimos cien años.

El capítulo 9 profundiza, precisamente, en algunos objetos sobresalientes de 1900 a la fecha y en la incidencia del color en los factores ideológicos, tecnológicos, de moda o mercadológicos, como base para una propuesta de integración que se plantea en el último capítulo del documento. En éste se pretende reunir toda la información contenida en el documento, y aglutinarla en el objetivo central del diseñador industrial, que es la generación de objetos con posibilidades de éxito en un mercado muy competido, y en el que el uso del color puede tener importancia estratégica.

Conviene recordar aquí que éste es un documento nacido de la necesidad de recopilar, sistematizar y presentar de manera clara, la información sobre el color que es pertinente para un diseñador industrial, que lo podrá, y deberá, utilizar como elemento compositivo de la mayor importancia, pues la elección adecuada de un color para un objeto determinado puede hacer la diferencia en el éxito comercial del mismo, además del papel como elemento de cultura que le es inherente al proporcionar un servicio al ser humano y establecer una relación directa con él. La utilidad del presente trabajo, como herramienta auxiliar para su creatividad, dependerá de la capacidad del diseñador para entender y aprovechar, en beneficio de sus proyectos, la manera en que los colores se generan, se modifican en las superficies de los objetos, y cómo son percibidos por el ser humano, quien necesariamente reacciona a los estímulos que le comunican los productos, ya sea para propiciar su adquisición o para facilitar su uso, incidiendo simultáneamente en su entorno cultural, tanto en lo local como en lo temporal. Es deseable también que este trabajo tenga un impacto y una utilidad tales en el diseñador, que el color pase a ser, de un elemento añadido a objetos que se diseñan "en blanco", a una parte integral del mismo, vehículo de comunicación y herramienta estética y mercadológica.

Para un diseñador industrial, sin embargo, la tarea no puede terminar en el croquis o la perspectiva de presentación: es necesario que defina los materiales con que se fabricará el objeto que propone, el equipo o herramientas necesarios, sus sistemas de unión, las secuencias de armado, el empaque, transporte, muchas veces también la presentación para venta, así como su uso, mantenimiento, y aún el reúso, reciclado o disposición final de sus partes cuando haya concluido su vida útil. Queda pendiente, en este sentido una descripción de los procesos de aplicación de color a los diferentes materiales con que se fabrican los objetos, que complemente la visión proyectual para pasar a la de materialización de los productos diseñados.

EL FENÓMENO DEL COLOR

1.1 EL COLOR ES LUZ

Una prueba de la teoría según la cual el universo tuvo un principio en el llamado "Gran Estallido" o "Big Bang", es el "fondo" cósmico uniforme de microondas que se ha detectado y estudiado en los últimos treinta años con instrumentos de extrema sensibilidad y discriminación de señales, que permiten "observar" los confines del espacio y seguir su evolución desde hace quince mil millones de años. Las señales de esos primeros instantes llegan a nosotros confundidas con millones de otras ondas que conforman el "espectro electromagnético".

El espectro electromagnético, que viaja en línea recta en todas direcciones, comprende ondas de diversa longitud y amplitud, cuya variación natural genera un sinnúmero de fenómenos y contiene información de los más variados tipos, que sólo son específicamente captados por los órganos especializados de los seres vivos o por aparatos que amplían nuestra capacidad de percepción, discriminación e interpretación. La "modulación" o manipulación a voluntad de las señales electromagnéticas le ha permitido al hombre perfeccionar diversas aplicaciones: desde las comunicaciones inalámbricas o el horno de microondas, hasta aparatos de exploración y operación médicas muy sofisticados.

| | TIPO DE ONDA | LONGITUD | FRECUENCIA | APLICACIÓN |
|-----|---------------------------|---------------------|-------------------|--|
| HF | RADIO | 100 Km | 10 MHz | <ul style="list-style-type: none"> • Radio AM • Radio Digital • Juguetes de Control Remoto |
| VHF | Y TELEVISIÓN | 30 m | 100 MHz 1 GHz | <ul style="list-style-type: none"> • Radio FM • Comunicaciones aeronáuticas • Puertas de Control Remoto |
| UHF | | 3 m | 10 GHz 100 GHz | <ul style="list-style-type: none"> • Teléfonos Celulares • Radiolocalizadores |
| SHF | MICROONDAS | 30 cm 3 cm | | <ul style="list-style-type: none"> • Hornos de Microondas |
| EHF | RAYOS INFRARROJOS | 1 mm | | <ul style="list-style-type: none"> • Visión Nocturna |
| | LUZ VISIBLE | 380 a 750 nm | | |
| | RAYOS ULTRAVIOLETA (U.V.) | 10^{-6} m | | <ul style="list-style-type: none"> • Matar gérmenes • Purificar |
| | RAYOS X | 10^{-9} m | | <ul style="list-style-type: none"> • Medicina |
| | RAYOS GAMA | 10^{-12} m | | <ul style="list-style-type: none"> • Radioactividad |
| | RAYOS CÓSMICOS | | | |

Fig. 1.1: El Espectro Electromagnético y sus aplicaciones prácticas

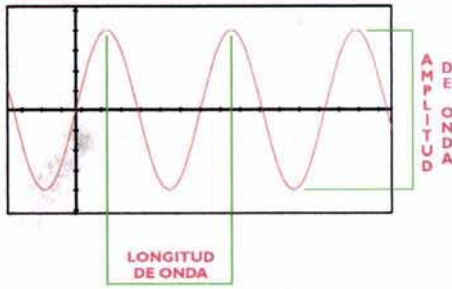


Fig. 1.2 Longitud y Amplitud de una onda electromagnética

Para cada una de las radiaciones, la "longitud de onda" determina su ubicación en el espectro total, es decir, el tipo de energía radiada y, por tanto, el órgano sensible o los aparatos con que pueden ser captadas, amplificadas e interpretadas, y puede definirse como la distancia que recorre la onda antes de repetir su ciclo, mientras que la "amplitud" es la cantidad de energía que se capta, representada por la distancia que hay entre un "valle" y una "cima" de dicha onda, de acuerdo a la figura 1.2. La frecuencia de una onda es el número de veces que tal onda se repite en un segundo y, por supuesto, depende de la longitud. Mientras más alta es su frecuencia, mayor es la energía que transmite la onda.

Para las comunicaciones, por ejemplo, se "modula" la frecuencia (el número de ondas por segundo) o la amplitud, y se obtienen diferentes tipos de señal de radio y de televisión: hoy en día, se envían señales de imagen y de sonido estereofónico de alta fidelidad simultáneamente para una transmisión televisiva normal, es decir, un mínimo de tres ondas por señal. Si la señal disponible es muy débil y/o de corto alcance, se puede crear una red de repetidoras que localicen y envíen la señal al receptor específico del mensaje, tal como se hace normalmente en la telefonía celular y los "pagers" o localizadores personales analógicos.

Cada segmento del espectro se divide a su vez en "bandas" que corresponden a una frecuencia o amplitud específicas. Del mismo modo en que dentro de las bandas de radio de Amplitud o de Frecuencia Modulada o en la televisión se utilizan aparatos para seleccionar entre toda la gama de la banda la deseada, en el caso de la luz el ojo puede detectar diversas "señales" dentro de la banda de la luz visible.

La sensibilidad específica del ojo humano limita la parte visible del espectro a una banda muy estrecha de longitudes de onda entre 380 y 750 nanómetros (un nanómetro, μm , es igual a una millonésima de milímetro ó 10^{-9} m), que percibimos como luz en diferentes colores. Más allá del límite superior de esa pequeña banda del espectro, se encuentran los rayos infrarrojos. El tono que reconocemos como rojo tiene longitudes mayores a 630 nm, el naranja entre 590 y 630nm; el amarillo, entre 560 y 590 nm, el verde entre 480 y 560, mientras el azul se encuentra debajo de los 480 nm y, por debajo de ellos, los rayos ultravioleta, de mayor frecuencia y, por tanto, con más energía. Por cierto, el púrpura, producido al mezclar luz roja y azul de los extremos del espectro, es el único tono que no se encuentra en el espectro.



Fig. 1.3 Durante el ocaso la luz del sol debe atravesar un tramo más ancho de la atmósfera, en un ángulo en que son visibles sus componentes naranja y rojo.

La luz, que viaja en línea recta, a 300,000 Km/s, tarda aproximadamente 8 minutos en su viaje del sol a la tierra. Una vez que entra a la atmósfera, sufre un proceso de refracción debido al contenido de partículas muy pequeñas (que reflejan más fácilmente las ondas de menos longitud), en el aire. Los rayos luminosos se dispersan y la luz parece venir de todas partes del cielo, que toma un color azul, por el tamaño tan reducido de las partículas. Al amanecer y al atardecer, cuando el sol está cerca del horizonte, partículas más grandes reflejan los rayos de mayor longitud, es decir, los amarillos y rojos característicos de esas horas. Las auroras boreales son el espectáculo más impresionante generado por este fenómeno, al combinarse con las cargas magnéticas que llegan del sol al polo norte.



Fig. 1.4 La descomposición de la luz solar por las gotas de lluvia forma el Arco Iris vespertino.

Al llover, eventualmente la luz es descompuesta por las gotas de lluvia que hacen las veces de millones de prismas para formar el "arco iris", en el que se encuentran todos los tonos mencionados, ordenados según su frecuencia específica: en la parte baja, hacia el centro, menos de 480 nm para el violeta, el azul seguido del verde, amarillo, naranja y rojo a más de 630 nm en la parte alta. El observador del arco iris, por cierto, siempre se encuentra entre éste y el sol y lo que observa es el reflejo, en la pared interior de las gotas, de los ra-

ynos descompuestos al entrar en cada una. Por otra parte, para que pueda darse el fenómeno es necesario que la luz del sol incida con un ángulo aproximado de 42° respecto a la superficie, lo que sucede generalmente entre 4 y 6 de la tarde, y las gotas mismas deben tener un ángulo tal que permitan la reflexión hacia un observador en la tierra. El ojo de este observador es el vértice de un cono en el que se encuentran infinito número de puntos al ángulo adecuado; es por ello, precisamente, que vemos este fenómeno como un arco. Junto a todo arco iris generalmente aparece también otro, paralelo, con los colores invertidos; entre ambos, el cielo se ve más oscuro.¹

Como es sabido, fue Isaac Newton quien, en un proceso análogo descubrió, hacia 1730, que la luz solar que nos parece blanca es en realidad la mezcla mencionada de rayos de diferentes colores: así, si se dirige un haz de luz blanca a un prisma, será descompuesto en su espectro, la misma banda de colores del arco iris, que viajan a diferentes velocidades (dependiendo de su longitud de onda), desde el rojo que atraviesa el vidrio a mayor velocidad, hasta el violeta, que tarda más en cruzarlo. Entre ambos, se ubicarán los demás colores, siempre en el mismo orden, por su longitud de onda específica: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. De manera inversa, al sumar rayos de luz de todos los colores se obtendrá blanco, lo que termina por comprobar que los colores no son en realidad más que luz, que puede ser modificada y percibida en diversas formas que analizaremos adelante.

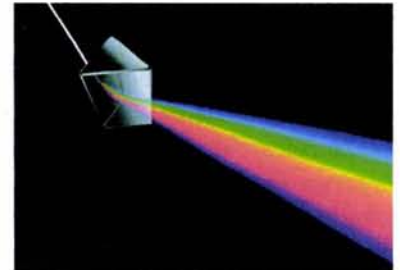


Fig. 1.5 La experiencia de Newton de separación de la luz blanca con un prisma es fácilmente repetible.

Hoy en día es posible "ver" más allá de los límites rojo y violeta que capta el ojo, como los rayos infrarrojos que emite un cuerpo como calor, y que permiten ubicarlo en la oscuridad visual humana. De modo semejante, se han estudiado las frecuencias en que los diferentes elementos químicos emiten sus radiaciones, y con la ayuda de aparatos muy sensibles se pueden conocer la composición química, la distancia y la edad de estrellas muy lejanas e incluso ya desaparecidas pero cuyo espectro, incluyendo la luz, apenas llega a nosotros.

1.2. LA LUZ Y LOS MATERIALES

Conforme han ido avanzando el conocimiento y la profundización en este campo, se ha logrado entender mejor el fenómeno de la luz, tratándolo ya como energía vibratoria, ondulante, ya como corpúsculos subatómicos ("fotones") que viajan a través del espacio, en dos concepciones que, hoy se sabe, no compiten entre sí, sino que juntas contribuyen al esclarecimiento de un fenómeno que, sin embargo, no ha logrado ser suficientemente explicado. Una conclusión previa parece ser que esos fotones viajan en "paquetes" de manera ondulatoria. Lo que sí se sabe de cierto es que sólo una parte de los cuerpos emite luz (los llamados "cuerpos luminosos"), y los demás únicamente reflejan una cantidad mayor o menor de la que les llega ("cuerpos iluminados"). En términos prácticos, la percepción de los colores depende totalmente de la existencia de la luz, pues un cuerpo no hace sino reflejar parte de la luz que le llega, que será entonces captada e interpretada por el receptor. Como un primer paso en el análisis de la visión podemos, por ende, apoyarnos en las investigaciones en el campo de la física y la química, que estudian la composición tanto de los cuerpos luminosos como de los iluminados.

1.2.1 MODIFICACIÓN DE LA LUZ POR LOS MATERIALES

Cuando la luz toca un objeto, ocurren una o más cosas relacionadas con el color:

Transmisión. La luz puede atravesar o no un cuerpo. Es decir, es transmitida en mayor o menor medida por el material que forma el cuerpo. Si la luz es transmitida totalmente, sin modificación, se dice que el material es transparente. Si pasa sólo parcialmente, el cuerpo es translúcido y, si no tiene color, ambas superficies del objeto reflejan una pequeña cantidad de luz. Finalmente, el cuerpo es opaco si no permite el paso de la luz.

¹ Para datos sobre el arco iris, referirse a los artículos de Lara (LARA, Carlos A. M.- "El Arco Iris".- Suplemento Lunes en la Ciencia, La Jornada, 7 de Febrero de 2000, pág. 1) y de Achenbach (ACHENBACH, Joel.- "El Poder de la Luz". National Geographic en Español, Vol. 9, Núm. 4, Octubre de 2001, pp. 5 a 31.

Absorción. Al tocar cuerpos opacos o translúcidos, parte de la luz también puede ser absorbida, o perdida como luz visible y convertida en calor. Si el material absorbe sólo parte de la luz, aparece coloreado pero aún es transparente; si toda la luz es absorbida, el material es negro y opaco.

Refracción. Al viajar en el aire, la luz tiene una dirección que, al tocar el objeto, enfrenta una resistencia por la densidad y composición del mismo, lo que hace que cambie la dirección del haz luminoso. En todo límite entre dos materiales diferentes cualesquiera, la luz cambia su dirección.

Como resultado, una pequeña fracción de la luz es reflejada y, a menos que llegue perpendicularmente (a incidencia "normal"), la dirección del rayo de luz es cambiada. El cambio de dirección depende de la longitud de onda y explica cómo la luz forma un espectro al ser refractada por un prisma.

La refracción dentro del cuerpo, la reflexión externa y la dispersión de la luz, descrita más adelante, ocurren por el cambio en el llamado "índice de refracción", que mide cuánta luz es frenada en un material, respecto a su dirección en el aire.



Fig. 1.6 Parte de la luz es absorbida por todos los cuerpos, pero otra parte es reflejada, lo que les da su apariencia característica. En la imagen, la luz es transmitida por el agua y la atraviesa, pero sufre un proceso de refracción que hace que la tabla parezca doblarse al cruzar la superficie. La misma agua refleja lo que hay encima de su superficie, pero apenas deja ver lo que hay en el fondo del lago.

Reflexión. Al llegar al cuerpo, entonces, la luz puede ser refractada, o parte de ella puede ser absorbida y convertida en calor, pero el resto será reflejado en todas direcciones. La frecuencia específica de la luz reflejada es la que da al objeto su atributo de color, es decir, un objeto es rojo porque refleja la energía a longitud de onda de 630 nm. El resto de la energía en las demás longitudes de onda es absorbido y convertido en calor. El color de cada material, por tanto, depende de la cantidad y el tipo de refracción y absorción que lo caractericen.

De aquí se deduce que, si un cuerpo refleja todas las longitudes de onda, es de apariencia blanca: no absorbe ni convierte en calor ninguna energía. Por el contrario, un objeto que absorbe todas las longitudes de onda y las convierte en calor, es de color negro. De ahí la frescura de los objetos blancos o de colores claros, y lo cálido de aquellos de colores oscuros o negros.

La parte del espectro que cada color refleja se puede graficar como "Curvas de reflectancia" (Fig. 1.7). La gráfica del color blanco es una línea continua de alta energía, suma de las frecuencias de todos los colores, mientras el negro, ausencia de color, estará en la parte inferior de la gráfica y el gris se encontrará a medio camino.

Difusión. Parte de la luz es absorbida y reemitida con la misma longitud de onda, pero ahora partes de ella viajan en diferentes direcciones. en lo que se llama "reflexión especular", y que depende del acabado de la superficie del material: Mientras más tersa la superficie, más suave es la reflexión especular y más brillante se ve el cuerpo; en una superficie burda, la difusión se da en todas direcciones y aumenta la "reflexión difusa": El cuerpo se va viendo más mate. Aunque se consideran auto-excluyentes, en algunos casos existen reflexión especular y difusa simultáneamente, sobre todo en materiales translúcidos.

Factor Ambiental. La luz ambiente ilumina a los objetos de manera no direccional y sirve de fondo para la percepción. Al actuar sobre el objeto forma parte del componente de difusión. Mientras más bajo es el factor ambiental más se hace un efecto de claro-oscuro, con sombras negras y brillos muy definidos.

1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

El color no sólo deriva de los fenómenos físicos de emisión, difusión y reflexión de la luz, sino además depende de las sustancias que componen o cubren un objeto. Es de gran interés para la tecnología actual, y para diseñar los objetos de uso cotidiano, poder predecir cuál será la apariencia de los colorantes cuando les sean aplicados a los productos. Como sustancias químicas, también interesan en virtud del contacto más o menos directo con el usuario, y las características de toxicidad, fijación, desgaste y su duración aproximada como componente de los objetos e incluso su descomposición cuando el objeto sea desechado.

Tales consideraciones varían de acuerdo a los diferentes materiales que componen el objeto, pues cada uno requiere técnicas de coloración específicas, integral (interna) o superficial, y no siempre puede hacerse un intercambio de colorantes entre diferentes materiales.

Una vez que la luz llega al objeto y sufre las modificaciones referidas, puede ser captada por órganos o aparatos especializados, creando diferentes efectos, según el organismo o el aparato al que llega: una reacción biológica o psicológica, o una serie de datos, respectivamente. El capítulo 2 abarca esa "captura" o percepción de la luz por algunos animales y el hombre, los órganos que la realizan y los efectos que lo que ven puede tener en sus ojos y cerebros.

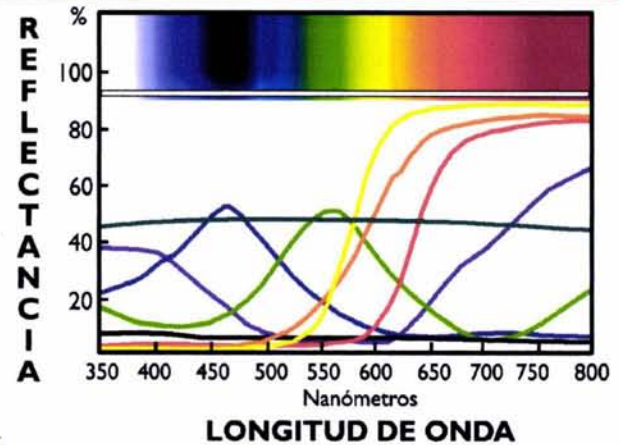


Fig. 1.7 Curvas de reflectancia de diferentes materiales de color, según Billmeyer y Saltzman.²

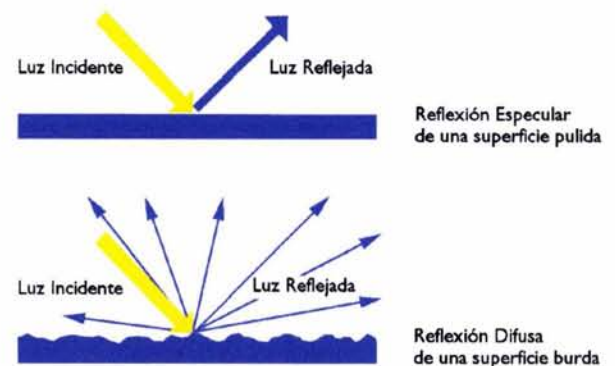


Fig. 1.8 El acabado más o menos liso de una superficie refleja la luz de manera más definida o difusa.



Fig. 1.9 El diseño contemporáneo aprovecha las características de transparencia de materiales de diferentes texturas y colores. Esta aspiradora de James Dyson tiene componentes transparentes y translúcidos en la carcasa, que permiten ver otros elementos, principalmente mecánicos, que son opacos, aunque de colores vivos y atractivos.

² Gráfica generada a partir de BERNIS, Roy S.- "Billmeyer & Saltzman's Principles of Color Technology", 3ª Ed., John Wiley & Sons, 2000, Nueva York, pág. 11

PERCEPCIÓN E INTERPRETACIÓN

2.1 EL PROCESO DE LA VISIÓN

2.1.1 FORMAS DE VISIÓN

La visión es un proceso complejo por el que los ojos captan la luz proveniente de los objetos, la convierten en estímulos nerviosos y la envían al cerebro que, a su vez, los transforma en información relevante ("vemos por medio de los ojos, pero percibimos con el cerebro" ¹). Este proceso es modular, con tareas específicas llevadas a cabo por diferentes componentes de nuestros órganos funcionando independientemente, desde la regulación del paso de luz al ojo, hasta la identificación de lo visto en la corteza cerebral.

El proceso visual, por supuesto, no es exclusivo del ser humano pero, dado que los principios físicos de transmisión de la luz son universales, no hay necesidad de que exista una gran variedad de ojos entre los animales, si bien los órganos de la visión pueden servir muy bien para hacer un seguimiento de la evolución animal: mientras más complejo el organismo, más sofisticados los órganos y los mecanismos para ver.

Un estudio de la Universidad de Cornell sobre insectos parasitarios de hace 225 millones de años, semejantes a los trilobites, permitió saber cómo veían estos artrópodos: poseían cientos de lentes individuales con 50 facetas cada uno y una retina individual que les permitía abarcar un campo visual muy amplio. Cada lente se conectaba a 100 fotorreceptores. El procesamiento de tanta información captada (proporcionalmente a su tamaño), le suponía 75% de su actividad cerebral, al igual que a su actual descendiente ².

Conforme las especies evolucionaban, los lentes fueron simplificándose, hasta llegar a los ojos esféricos de los mamíferos superiores. Por lo mismo, no todos los animales perciben las formas ni los colores de la misma manera, sino que ven de acuerdo a su nivel de evolución: los insectos tienen cientos de pequeños ojos, con elementos fotosensibles independientes (ommatidios), que captan diferentes imágenes y las conjuntan para formar la imagen completa. El campo visual de la mosca, por ejemplo, alcanza únicamente 10 centímetros, dentro de los que sólo puede ver el movimiento de un objeto y la velocidad y dirección del mismo.

Otros insectos perciben los colores en un rango diferente a como lo hacemos los humanos, lo que les permite ubicar mejor las flores y frutos de los que se alimentan, así como a los animales de su propia especie o a algunos depredadores (en la figura 2.1 se ilustra cómo ve una abeja una hélice de 6 paletas). La gran mayoría de los insectos, además, es ciega a las frecuencias entre 280 y 440 nanómetros, es decir, no percibe los tonos azules ni verdes, aunque las arañas son ciegas a los rojos.

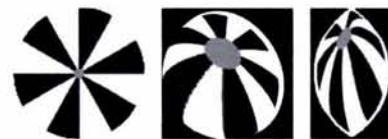


Fig. 2.1 Una figura de 6 brazos, cómo se proyecta en el campo visual de una abeja y, finalmente, cómo la percibe ésta con sus ojos múltiples organizados en una red hexagonal.

¹ SCOTT, Robert G.- "Fundamentos del Diseño", Limusa, México, 1998, pág. 39.

² BUSCHBECK, Elke, EHMER B., HOY Ron.- "Chunk versus Point Sampling: Visual Imaging in a Small Insect". Science Magazine, N° 286, Noviembre 5 de 1999, pp. 1178-1180.



Fig. 2.2 Una flor que el ser humano percibe como amarillo intenso tiene un aspecto muy diferente para un insecto.

Conforme han ido evolucionando los animales, sus órganos de visión han ido haciéndose más sofisticados, pasando de los ojos múltiples a esferas que reaccionan a las variaciones de luz y abarcan un mayor campo con menos esfuerzo de percepción y de interpretación. El desarrollo se ha dado también en función del entorno y de las necesidades específicas de supervivencia de las especies y casi siempre es reforzado o inclusive sustituido con otros sentidos: el olfato, el gusto, el tacto o el oído. Algunos mamíferos pueden percibir un mayor rango del espectro electro-

magnético y ven en lo que para el hombre es oscuridad, aunque sea en blanco y negro si sus ojos carecen de conos, como en el caso de los perros. Un buen ejemplo de adaptación visual son los topos, cuya cuasi ceguera es proverbial, pues viviendo bajo tierra la vista no les es de mucha utilidad para percibir su mundo; en cambio, tienen sensores en sus extremos delantero y trasero para detectar movimiento. En el otro extremo, la víbora de cascabel es el único animal que cuenta con un sensor de rayos infrarrojos entre la nariz y los ojos, para ubicar a sus presas por el calor que éstas emanan.

2.1.2 LA VISIÓN HUMANA

Igual que en la mayoría de los animales superiores, los ojos son los órganos sensibles con que cuenta el humano para detectar la luz y sus componentes, convertirlos en impulsos nerviosos y enviarlos al cerebro vía el nervio óptico. El hecho de tener dos ojos permite una mejor apreciación de formas, contornos, volúmenes y distancias bi- y tridimensionales, movimientos, grados de luminosidad y colores de los espacios, seres y objetos que nos rodean, en lo que se llama visión estereoscópica.

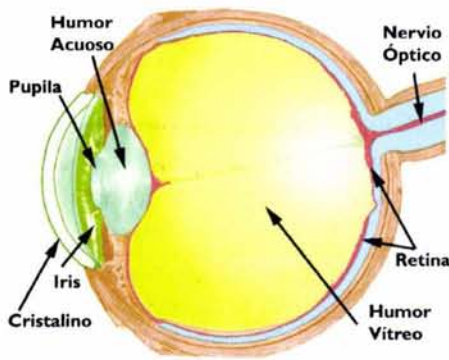


Fig. 2.3 Corte transversal de un ojo humano.

La luz emitida o reflejada por los objetos pasa a través del cristalino, lente biconvexa flexible que puede modificar su curvatura (con ayuda del músculo ciliar), para enfocar a diferentes distancias. Delante del cristalino se encuentra la pupila, una prolongación del iris que forma una abertura para dar paso a la luz. El iris, parte coloreada del ojo, regula la dilatación o contracción de la pupila, y con ello el ángulo y la cantidad de la luz que entra al ojo. Conforme va aumentando la luminosidad, la pupila se va cerrando para dejar pasar menos luz, pero se abre para dejar pasar mayor cantidad conforme va habiendo mayor oscuridad. Los prodigios del ojo comienzan desde esta capacidad única de adaptar su curvatura para enfocar objetos a diferentes distancias, y para permitir el paso de la luz justa necesaria para lograr una visión cómoda y adecuada.

En el interior del ojo, la luz refractada por la pupila, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo, es enfocada, invertida, sobre la retina, una red fotosensible compuesta por aproximadamente 137 millones de células receptoras, que forman un tejido nervioso cuyos extremos tocan la membrana de pigmentos. Las células receptoras se reúnen en un haz (nervio óptico), encargado de llevar al cerebro las sensaciones captadas en el proceso, de manera cruzada: lo que ve el ojo izquierdo se transmite al lado derecho del cerebro, y viceversa. No hay células fotosensibles en el punto del que el nervio óptico parte hacia el cerebro: es el "punto ciego".

En la retina la imagen formada se convierte en impulsos eléctricos que serán decodificados por el cerebro. La retina se compone de ocho capas, entre las que sobresale el epitelio pigmentario que sirve de soporte a la retina y secreta el pigmento llamado "púrpura visual". Detrás de él, se encuentra la capa de los conos y bastones, células con moléculas que modifican su estructura temporalmente mientras se procesa la luz, emitiendo un impulso eléctrico. Los bastones, alrededor de 120 millones, sirven para distinguir la luz (y por tanto las sombras y los volúmenes), mientras que los conos (6 millones) tienen la función de medir valores de color filtrándolos a través de colorantes orgánicos. Las seis capas restantes de la retina están formadas por las dendritas de las neuronas conectadas directamente al cerebro.

Los conos, sensibles al color, pero cuya sensibilidad a la luz es mucho menor a la de los bastones, no están repartidos uniformemente en la retina, sino que se acumulan hacia el centro, en el fondo del ojo llamado fovea (hasta 147,000 por mm^2)³, donde no hay bastones y donde se enfoca la imagen; de ahí, los conos disminuyen concéntricamente. Esto permite discernir adecuadamente la imagen enfocada, sin dejar de percibir cualquier cambio o movimiento alrededor de ella, que se conoce como ver "con el rabillo del ojo". Es aquí donde se lleva a cabo la mayor parte del análisis de los colores. Por ello, tenemos buena percepción del color únicamente en las imágenes muy cercanas unas a otras.

Aún cuando no se ha podido definir con exactitud cómo reciben los conos la energía luminosa y la convierten en sensaciones de color y nuevas investigaciones hablan de que la separación de los colores se realiza con el púrpura visual, comúnmente se acepta que hay tres clases de conos, según el color al que son específicamente más sensibles: rojo (590 nanómetros), verde (540 nm) y azul (440 nm). La sensibilidad del ojo humano queda así limitada a longitudes de onda entre 380 (indigo) y 750 nanómetros (rojo) y la curva de respuesta espectral del ojo es una campana, más allá de cuyos extremos se encuentran la luz ultravioleta y la infrarroja, respectivamente. El blanco no figura en el espectro, por ser resultado de la mezcla de muchos colores, mientras que el negro es la ausencia de sensación (un ciego de nacimiento no lo conoce).

El hombre ha logrado extender los límites de su visión física gracias a algunos instrumentos: con el microscopio puede ver detalles infinitesimales de su entorno, con los telescopios se acerca a las estrellas, mientras con el espectrógrafo es capaz de reconocer la composición química de un objeto, incluso a años luz de distancia, descomponiendo la luz en un patrón en el que la emisión de cada elemento químico corresponde a un color en el espectro.

A pesar de que ya hace mucho tiempo se conoce la fotografía infrarroja, que permite captar la repartición del calor y esfuerzos de un cuerpo, y de que se han utilizado esos patrones en simuladores y detectores computarizados, sólo hasta últimas fechas se han desarrollado anteojos especiales para captar el calor de los cuerpos en movimiento de manera directa e instantánea, lo cual abre un abanico enorme de utilidad en el rescate de personas en incendios u otro tipo de desastres.

2.1.3 DEFECTOS Y ENFERMEDADES DEL OJO

Los impulsos combinados dan al cerebro una sensación completa de las imágenes al individuo "tricomate" (que ve los tres tonos o de visión normal), pero cuando los conos son muy pocos, no funcionan a los valores comunes o no existen en absoluto, la persona padece alguna forma de percepción errónea de los colores. De hecho, 90% de la gente de más de 65 años tiene visión anormal del color, mientras cerca de 8% de los hombres y 0.5% de las mujeres en el mundo no pueden percibir determinados colores: sufren alguna clase de "discromatopsia" o "daltonismo", anomalía que padecía el mismo físico, Dalton, quien inició su estudio y clasificación en cuatro grandes categorías:

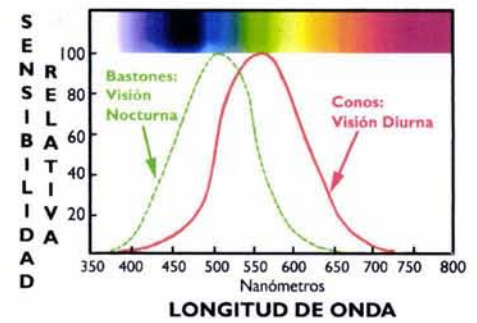


Fig. 2.4 Los bastones perciben ondas de menor frecuencia que los conos, lo que facilita la visión con baja iluminación.

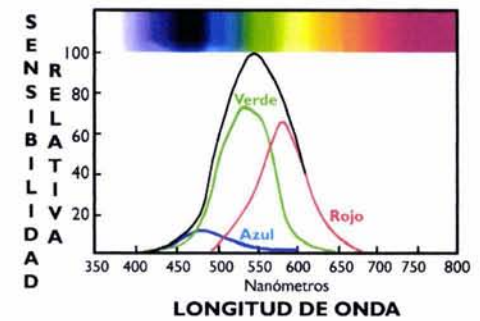


Fig. 2.5 Sensibilidad de los conos a las frecuencias de los tonos azul, verde y rojo.



Fig. 2.6 Percepción de un protanope comparada con la de un individuo con visión normal.

³ FORGUS, Ronald H.- "Percepción: Proceso básicos en el desarrollo cognoscitivo" Ed. Trillas, México, 1972, pág. 59

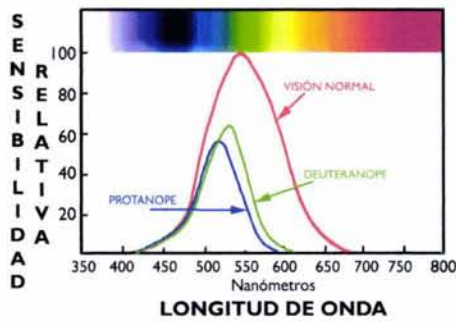


Fig. 2.7 Diferencia de percepción relativa de la visión normal, la de un protanope y la de un deuteranope

Si existen conos de los tres tipos, pero funcionan incorrectamente, se habla de "acromatopsia total" o ceguera para los colores y la luz diurna; el individuo no percibe el rojo y los demás colores aparecen como diferentes tonos de gris.

El "protanope" no percibe el color rojo, es decir, no capta las mayores longitudes de onda. Se le llama también "dicromato", pues ve sólo dos colores primarios aditivos, el azul y el verde; el resto de los colores del espectro aparecen alterados.

Un "deuteranope" no percibe el verde y los receptores de azul y rojo están limitados en su alcance, lo que provoca que confunda rojos y verdes. Protanopes y deuteranopes suman 99% de las personas con problemas para percibir colores.

Un individuo que padece de Tritanopía no tiene receptores para el azul, aunque esto no afecta mucho su visión. Es una anomalía poco común y menos estudiada que las otras.

El "monocromate", finalmente, no percibe las variaciones de intensidad en un espectro reducido y no tiene sensación de color.

De cualquier manera, aún en la percepción de los colores por los tricromates normales existen algunas variaciones, aunque mucho menores que las descritas hasta ahora, que son causadas por variables incontrolables como son la pigmentación macular o la descoloración del cristalino, debidas sobre todo a la edad.

Existen diversas pruebas para detectar deficiencias en la percepción del color, pero las más conocidas son las del científico japonés Ishihara en 1917, quien desarrolló una serie de figuras pigmentadas en que se ven números contra fondos de diferentes colores. Los tonos de estos pigmentos causan confusión a protanopes y deuteranopes, pues tanto fondo como figura tienen brillantez semejante, es decir, producirían tonos semejantes de gris cuando se les eliminaran los tonos.

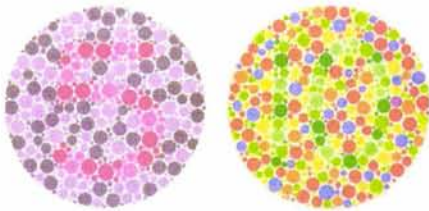


Fig. 2.8 Si el observador no percibe figuras entre la serie de círculos, es señal de que padece algún tipo de daltonismo.

Por otra parte, pueden existir defectos en la curvatura de la pupila, que afectarán el enfoque de las imágenes: En vez de ser de sección redonda, parece ser elíptica. Si la pupila es más "chata" de lo normal (la elipse está colocada perpendicularmente al eje del ojo), el individuo no podrá ver bien de cerca, en lo que se llama "hipermetropía", pues la zona para que la imagen se forme queda detrás de la retina. Por el contrario, si la curvatura del ojo es más "alargada" (la elipse es paralela al eje del ojo), el individuo padece miopía y no percibe bien los objetos lejanos: la imagen se forma delante la retina. A últimas fechas se ha demostrado que la

| LONG. DE ONDA | 397 | 424 | 455 | 492 | 575 | 585 | 647 | 723 m μ |
|------------------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|-----------------|-----------------------------|
| TRICOMATE | Violeta | Añil | Azul | Verde | | Amarillo | Naranja | Rojo |
| DICROMATE (PROTANOPE) | Negro tendiente al azul | Azul Vivo | Azul Claro | Gris Claro | Marrón Claro | Amarillo | Amarillo Oscuro | Amarillo tendiente al negro |
| MONOCROMATE | | | | | | | | |

Fig. 2.9 Los colores como son percibidos por Tricromates (visión normal), dicromates, protanopes y monocromates

miopía no tiene sus orígenes sólo en la genética, sino que se ha convertido en un gran problema de salud, sobre todo en el sureste asiático, donde hasta 90% de la población es miope, debido, aparente y paradójicamente, a los crecientes niveles de educación y de urbanización de los países de la región.

Hoy en día, además de lentes correctores de defectos, pueden hacerse incisiones para "rebajar" la retina, y hacer que la elipse se convierta en esfera hasta llegar al punto focal correcto.

En el caso del astigmatismo, la córnea o el cristalino no son regulares, de nacimiento o por cicatrices en la córnea. Se dificulta enfocar la imagen de lejos o de cerca porque las imágenes no convergen en un sólo punto sobre la retina.

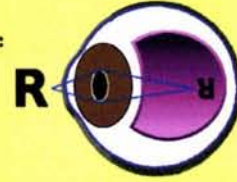
La "presbicia" o vista cansada, es causada por una disminución en la flexibilidad del cristalino y por ende de su capacidad de enfoque; se desarrolla con la edad y afecta a todos los individuos a partir de los 40 años, aunque ya también es objeto de investigaciones para su tratamiento quirúrgico.

También relacionada con la edad, aunque no sea su única causa, la catarata es una opacidad del cristalino que nubla la vista, aumenta la sensibilidad a la luz pero reduce la visión nocturna y desvanece y hace amarillentos los colores. Hoy en día se puede eliminar la catarata mediante cirugía con láser. En cambio, el glaucoma es incurable hasta la fecha y consiste en un daño al nervio óptico y pérdida gradual del campo de visión. Sus causas, sobre todo a partir de los 45 años de edad, están relacionadas con presión intraocular alta, pero también con la miopía y la diabetes.

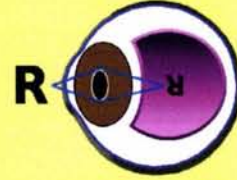
De acuerdo con datos del Comité Internacional Pro Ciego, publicados en un programa televisado en México en 1999, para ese año existían en México 18,400 personas ciegas, mientras 791,000 eran débiles visuales. En cuanto a enfermedades o padecimientos, según la misma fuente, 10% de la población mexicana es miope, 12% tiene alguna forma de patología en el nervio óptico, 11% en la mácula, 5% tiene cataratas y 6% glaucoma. Además, 9% padece patologías retinianas y distrofias, mientras que 5.5% sufre de algún tipo de patología congénita ⁴.

Existen además deficiencias temporales que afectan la visión en color, pues las sustancias químicas contenidas en los bastones y los conos se destruyen por la exposición a la luz. Cuando se les deja en la oscuridad, van regenerando.

VISIÓN NORMAL (20/20):
Es posible leer letras de 9.5 mm (3/8") de alto a una distancia de 6 metros (20')
La visión es nítida a cualquier distancia.



MIOPIA:
O la córnea es muy pronunciada o el globo ocular es muy largo, por lo que la luz se afoca delante de la retina.
Se ven mejor los objetos cercanos.



HIPERMETROPIA:
O la córnea es muy plana o el globo ocular es muy corto; la luz se afoca detrás de la retina.
Se ve mejor de lejos.



ASTIGMATISMO:
La curva de la córnea es irregular y evita que la luz se afoque en un solo punto, provocando visión borrosa.

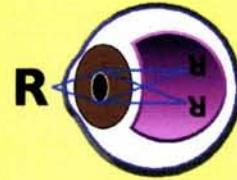


Fig. 2.10 La visión normal y con tres afectaciones a la córnea.

CATARATA:
Se forma una opacidad en el cristalino, lo que desvanece la visión, que parece borrosa.



Fig. 2.11 Visión normal y visión cuando hay una catarata en el ojo.

⁴ TELEVISIÓN AZTECA, Canal 13.- "A Quien Corresponda", edición del 23 de junio de 1999.

rándose, aumentando su concentración y, por lo mismo, las células se hacen más sensibles a la luz.⁵ De ahí la importancia de un descanso periódico suficiente y de una iluminación adecuada durante las horas de trabajo, sobre todo hoy que nuestra vida está marcada por los estímulos visuales.

2.1.4 ADAPTACIÓN A LA OSCURIDAD

Una disminución en la intensidad de la luz produce una reducción en el umbral visual: se ve menos al derredor, y la visión se enfoca en el centro. Cuando hay una transición abrupta de luz brillante a oscuridad total, la sensibilidad del ojo aumenta cien mil veces: los bastones se adaptan desde el principio a las nuevas condiciones, y pueden empezar a percibir en la oscuridad más rápidamente que los conos; éstos tardan 10 minutos en tener una adaptación media y la completan hasta en 30 ó 40 minutos.

Si una superficie radiante se ilumina de repente, la luz parece surgir primero en la parte central del panel, e irse diseminando hacia las orillas. Si por el contrario se oscurece súbitamente, las orillas desaparecen primero, y la sensación parece concentrarse en el centro, por el período de adaptación de conos y bastones a las nuevas condiciones.

Pero si antes de llegar a la oscuridad total se reduce la intensidad durante un período más o menos prolongado, el tiempo y el efecto de adaptación disminuyen. En la vida cotidiana, ello explica por qué en un teatro o un cine la sala se encuentra menos iluminada que el vestíbulo, pues ello facilita que el ojo se vaya acostumbrando a las nuevas condiciones de luminosidad. Antes de la función principal, los "cortos" completan la adaptación de los ojos y concentran toda la atención en la pantalla, pues la luz se concentra en la fovea y se reducen, casi hasta cero, los estímulos periféricos.

2.1.5 FLUJO ÓPTICO

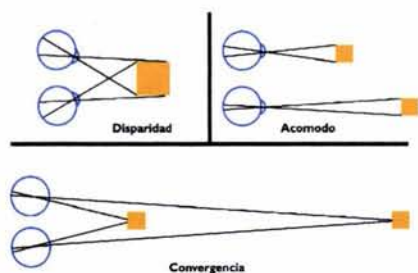


Fig. 2.12 Tres diferentes maneras en que el ojo ubica los objetos por su profundidad en el campo visual.

Al movernos en el mundo, casi todo lo que vemos se mueve también en nuestras retinas. El "Flujo Óptico" generado está determinado por el movimiento del observador. Todos sus movimientos posibles pueden describirse con 6 números: tres para la traslación (movimiento en línea recta) y 3 para la rotación, en los tradicionales ejes cartesianos: "x" para izquierda o derecha, "y" arriba o abajo, "z" atrás o adelante.

Los ojos, que sólo pueden afocar 2 grados con la fovea, "leen" o recorren una escena a saltos, completando la percepción final al conjuntar la serie de estímulos producto de esas visiones parciales. Así ubican los objetos en el espacio, según los tres ejes de traslación

mencionados: a la izquierda o a la derecha, arriba o abajo, atrás o adelante. Según Scott,⁶ precisamente para complementar la percepción de profundidad, ambos ojos trabajan en conjunto según los principios de disparidad, acomodación y convergencia (figura 2.12).

2.2 LA PERCEPCIÓN EN EL CEREBRO

Una vez que llega la información de las formas y los colores al centro de visión cerebral, en la parte posterior del cráneo, el cerebro debe corregir la orientación de las imágenes, conjuntar las de ambos ojos en una sola e interpretar las sensaciones que le producen y que se asocian con informaciones y recuerdos de todo tipo que permiten al individuo ubicarse y moverse en el espacio, traducir señales gestuales, escritas y gráficas de todo tipo, así como las características de los objetos que lo rodean: formas, texturas, colores. Esta interpretación de los datos enviados desde las retinas inicia con los llamados componentes "pictográficos" (bidimensionales), que

⁵ FORGUS, op. cit., pág. 60

reproducen los objetos presentes y se complementa con elementos tridimensionales, "estereográficos", que dan las relaciones espaciales entre dichos objetos.⁷

Corresponde a la psicología estudiar la manera en que determinados colores, y otros elementos, actúan sobre los estados de ánimo y las actitudes de los individuos y de las sociedades. En efecto, existen asociaciones "culturales" con determinados colores, de acuerdo a cánones o costumbres formados dentro de un grupo social o cultural dado, que tendrán significados característicos propios para los integrantes de dicho grupo, diferentes en muchos casos de los significados para otros grupos sociales. En países orientales y en algunas regiones occidentales en el pasado, el color blanco es asociado con el luto y con la muerte, mientras en la cultura occidental contemporánea tal asociación se da con el negro, como se verá en el capítulo correspondiente.

Partiendo de los estudios de la influencia y los significados de los colores en los grupos sociales, puede también estudiarse y manejarse la comunicación con sus integrantes. Esto permitirá, una vez conocido el código grupal, establecer mejores canales de comunicación con determinado conjunto social.

De esta manera, los estudios de psicología individual y grupal respecto a los colores se convierten en herramientas de comunicación para artistas y diseñadores. Dado el alto contenido anímico que identifica a los objetos más allá de su mero funcionamiento y sus relaciones físicas con el hombre, el estudio del color es fundamental para asumir al objeto como medio de comunicación y de identificación anímica del usuario. En la medida en que podamos manejar de manera eficiente el código de colores de un grupo social, es decir, las asociaciones y sensaciones que provocan en sus integrantes, podremos diseñar objetos que cumplan de mejor manera con esa función básica de todo producto de diseño industrial: la satisfacción de necesidades anímicas de identificación, pertenencia y trascendencia.

2.3 LA TEORÍA GESTALT

Como se ha mencionado, la visión comprende varios mecanismos fisiológicos y mentales. Éstos últimos han sido estudiados en especial por los psicólogos de la "Gestalt" ("Configuración"), nacida a principios del Siglo XX en Alemania, y que ha avanzado mucho en la explicación de ciertos mecanismos de la identificación, interpretación y organización de lo percibido. Aunque muchas de sus teorías se consideran superadas hoy en día, sus aportaciones a los fenómenos de la percepción siguen siendo vigentes y de gran utilidad para entender cómo funcionan tales fenómenos y el efecto en nuestra mente de los objetos que nos rodean.

2.3.1 RELACIÓN FIGURA- FONDO

Según los especialistas de la Gestalt, pocas cosas son tan importantes como la distinción entre "figura" y "fondo", para la psicología de la percepción. Cada "Gestalt" o configuración existe como una figura contra un fondo más general y vago.

Desde el punto de vista fisiológico, si existe una energía constante llegando desde todos los puntos del campo visual (como sucede en un ciclorama fotográfico o en medio de una niebla espesa), no se percibirá ningún objeto y se perderán el sentido de la orientación y el de profundidad. Es necesario que haya un cambio de energía para poder percibir una figura contra el fondo. La heterogeneidad puede darse por el matiz o la intensidad de la figura respecto al fondo.

Para percibir la figura, se requiere un tiempo suficiente de observación que permita captar más información de lo observado, pero aún así puede ser muy inesta-

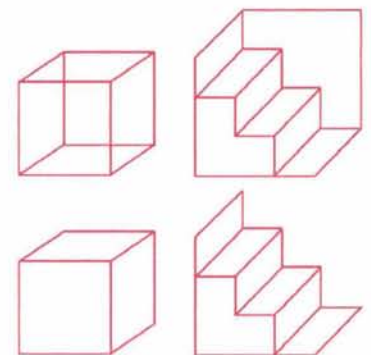


Fig. 2.13 Ambigüedad en las figuras que se soluciona al eliminar elementos innecesarios para la comunicación

⁶ SCOTT, Robert G.- Op. cit., pág. 38.

⁷ ERNST, Bruno.- "Optical Illusions". Benedikt Taschen Verlag, GmbH, Colonia, 1992, pp. 21-24

ble la percepción de la ubicación o la orientación de la figura y el fondo. A esta inestabilidad se le llama "rango de incertidumbre".

Para evitar la ambigüedad o incertidumbre en las figuras de la figura 2.13, es necesario dar mayor información, a través de un cambio de intensidad para realzar alguna de ellas, o eliminar elementos que confundan, aunque también es de utilidad dar alguna información verbal que condicione la predominancia de un elemento sobre otro.

En la figura 2.14, en principio se percibe una cruz de cuatro brazos sobre un fondo de círculos concéntricos. Sin embargo, al observarla detenidamente, parecen ser más bien cuatro brazos en forma de arcos contra un fondo de líneas radiales que parten del centro. Es claro que se necesitan más elementos para poder "decidir" qué es fondo y qué figura. Sin embargo, una vez detectada la doble posibilidad, se puede empezar a "jugar" con la percepción de ambos.

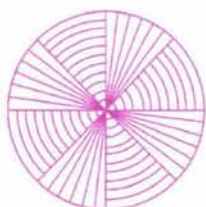


Fig. 2.14 Ambigüedad por competencia entre el fondo y la figura.

En la vida diaria, la figura no siempre es la misma, sino que es distinta para cada observador, que va deteniendo su atención en lo que le interesa de acuerdo a su experiencia y sus intereses. Este punto es de importancia fundamental para generar diseños que sobresalgan entre el resto de lo que el eventual comprador o usuario percibe en su campo visual. Por supuesto, en esto juega un papel capital el manejo de los colores, como veremos adelante.

2.3.2 AGRUPAMIENTO



Fig. 2.15 Agrupamiento por semejanza, tamaño o posición

Si se presentan algunos puntos idénticos, a distancias constantes, el observador no podrá discernir cuántos son, y generalmente dirá que es **un** conjunto de puntos; si se modifican las distancias o la forma de algunos puntos, se podrá discernir mejor que son **tres** conjuntos diferentes o separados, aunque no se consignen mayores datos sobre la cantidad o características de los puntos.

2.3.3 PREGNANCIA

Nuevamente de acuerdo con las teorías de la Gestalt, la "pregnancia" (Prägnanz) es la tendencia a construir la forma más sencilla con los elementos de que se dispone, gracias a factores de regularidad, simetría, simplicidad, inclusividad, continuidad y unificación. Según las leyes de la pregnancia, toda experiencia, perceptiva o de otro tipo, tiende a completarse a sí misma y a ser "lo mejor posible".⁸

En una figura son más importantes los ángulos y los ejes de simetría que sus lados; el contorno y el color se ordenan de manera natural, obligando al observador a percibir el conjunto de una manera dada, de acuerdo a los siguientes principios de la pregnancia:

A. Ley de Cierre

Las figuras no se dividen si no están completas, sino que se unen, manteniendo una identidad de figura completa. El ojo, de acuerdo a su experiencia y su conocimiento previo, completa figuras cerradas a partir de elementos individuales, acomodados de manera característica (Figura 2.16).



Fig. 2.16 El ojo tiende a construir figuras que pueda identificar

B. Ley de Inclusividad

Como se ve en la figura 2.17, al integrar figuras conocidas en un conjunto mayor, pierden su identidad individual y pasan a formar parte de la nueva unidad.



Fig. 2.17 Los triángulos pierden su propia identidad al dar lugar a una nueva figura.

C. Ley de Continuidad y Dirección

Esta ley, semejante a la de Cierre, establece que las formas de contornos continuos y no interrumpidos representan mejores configuraciones que las que tienen contornos discontinuos. En la figura 2.18, se percibe un rombo (figura continua, cerrada) entre dos líneas, antes que dos figuras con dos intersecciones: Una W encima de una M.



Fig. 2.18 Ambigüedad en la figura por una continuidad que no ayuda a la interpretación correcta.

E. Ley de Proximidad

La distancia entre elementos semejantes influye en su percepción como conjuntos más o menos grandes. En la sucesión de puntos superior, los círculos se agrupan por pares más que como una línea continua, mientras que en el grupo inferior tienden más a formar una línea continua por la constante en la distancia entre ellos.

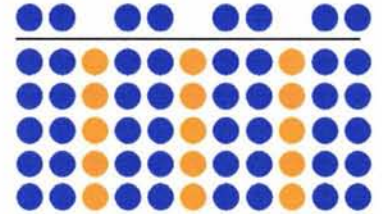


Fig. 2.19 Los círculos de arriba se agrupan por la proximidad de cada par, mientras que abajo se perciben columnas por la semejanza de los colores.

F. Ley de Semejanza

En el mismo ejemplo, los círculos superiores se agrupan por la semejanza de los pares, mientras que los inferiores se agrupan por las tonalidades, alternándose conjuntos idénticos claros y oscuros.

G. Leyes de Competitividad

En la mayoría de los casos, las leyes anteriores no son aplicables independientemente, sino que se encuentran simultáneamente en diversas composiciones, persistiendo unas sobre otras. En el ejemplo, la agrupación original por semejanza y proximidad de las seis líneas se ve modificada en el momento en que los elementos horizontales cierran dos figuras, formando dos rectángulos flanqueados por dos líneas.



Fig. 2.20 Al lado izquierdo hay 3 grupos de pares por proximidad. En el derecho, la proximidad se desvanece con los nuevos elementos horizontales.

2.3.4 EFECTOS SECUNDARIOS DE LA FIGURA: SATURACIÓN

Entre las investigaciones de la psicología del Gestalt se propone la teoría de la saturación de información a la corteza cerebral, para explicar algunos efectos en la percepción de las imágenes. Parece ser que el cerebro, al observar por mucho tiempo una figura, se "acostumbra" a ella, por lo que al cambiar el estímulo por otro semejante, otros elementos (constantes) de la figura parecen modificar su posición relativa.

Los colores pueden ser elementos variables contra formas, tamaños y disposiciones constantes: si después de observar durante unos minutos el punto negro dentro del corazón verde (figura 2.21) se pasa rápidamente la vista a una hoja o pantalla blanca, se verá un corazón de igual tamaño, pero con los colores complementarios para el mismo y para su fondo. Esta "post-imagen" se genera con la última imagen en la retina, como consecuencia del trabajo remanente de conos y bastones que, al haber cesado el estímulo, parecen percibir los colores complementarios antes de llegar a su estado de reposo.

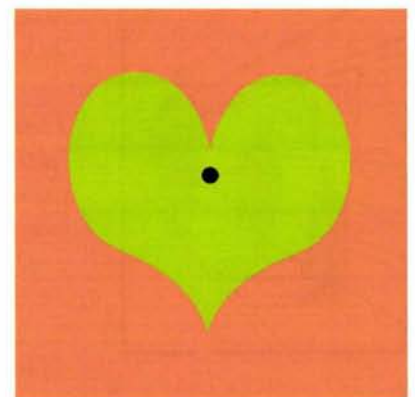


Fig. 2.21 Después de una exposición prolongada a un color puro, se ve la imagen de color complementario.

⁸ GARRET, Henry.- "Las Grandes Realizaciones de la Psicología Experimental", FCE., pp 87-95

Estos efectos son temporales y su duración dependerá del entrenamiento visual del observador, del tiempo de observación y de la atención con que observe, pero son importantes al momento de diseñar elementos que requieran de la atención continua del usuario, pues se pueden obtener estímulos contraproducentes por causa de una saturación cromática, que confunda y cansa a quien esté usando el objeto e incluso, en situaciones extremas, que lo ponga en peligro si tal saturación sucede al manejar un equipo de manejo delicado.

2.4 ILUSIONES ÓPTICAS

Hay semejanza entre el efecto secundario de la figura del corazón y las llamadas ilusiones ópticas, pero su efecto parece ser sucesivo, mientras el de las ilusiones es simultáneo. Aunque podría explicarse con la teoría de saciación, el fenómeno de ilusión óptica parece más relacionado con la tendencia de la visión a completar y ajustar lo contemplado a sus parámetros, aunque ello conlleve un error.

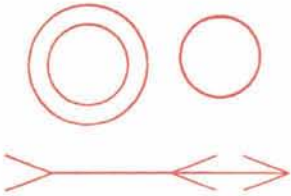


Fig. 2.22 La percepción de las figuras siempre se influencia por su entorno. Aquí parece que cambia el tamaño

En el ejemplo 2.22, a pesar de que el círculo de la derecha es idéntico al interior de la izquierda, la presencia del otro más grande lo hace parecer de diámetro más reducido. Los teóricos de la Gestalt estudiaron también fenómenos de la visión como el de las dos líneas inferiores: ambas miden exactamente lo mismo pero, al estar delimitadas por las diagonales en forma de flecha, del lado izquierdo el espacio se "abre", haciendo que este segmento parezca más largo que el de la derecha, al que las puntas de flecha parecen acortar.

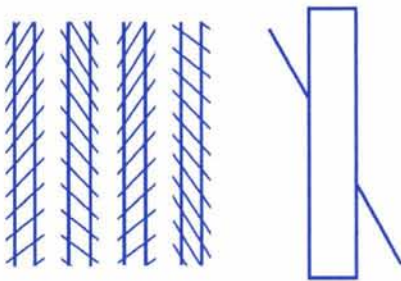


Fig. 2.23 Ilusiones ópticas con líneas.

En la siguientes figura 2.23, del lado izquierdo, los cuatro pares de líneas rectas paralelas parecen "desviarse" a diferentes lados, en un efecto de dirección aparente inducida por los pequeños segmentos que las atraviesan en diferentes sentidos.

En la figura del lado derecho, la línea diagonal parece ser interrumpida por el rectángulo que tiene encima. Parecería que son dos líneas, dado que la continuidad de la diagonal es rota por el peso específico mayor del rectángulo.



Fig. 2.24 Percepción errónea de la perspectiva por el tamaño de las figuras.

Otro ejemplo de ilusión óptica con líneas, es el trazo de una perspectiva con un punto de fuga muy marcado, en que se colocan figuras del mismo tamaño, en diferentes espacios dentro del fondo de la perspectiva. Las figuras parecen ir creciendo conforme se acercan al "punto de fuga" en un efecto de "perspectiva inversa"

Ya se ha dicho también que el proceso de la visión comprende tanto la imagen "pictográfica" (los objetos observados) como la "estereográfica" (sus relaciones espaciales), que generalmente aparecen juntas, para ser procesados como una interpretación significativa. Normalmente, esto no implica mayor dificultad, y todo el proceso toma no más de una fracción de segundo.

Sin embargo, hay ocasiones en que el cerebro ofrece dos interpretaciones válidas de lo que se ve: fondo y figura compiten por la preponderancia en la observación, por lo que si en un momento vemos una figura, al momento siguiente aparece otra, empezando a alternarse. Aparece el rango de incertidumbre alto que se mencionó antes, y que es el que crea la "ilusión óptica".

Se habla de dos tipos de ilusiones ópticas: aquéllas formadas por formas bidimensionales, llamadas "figuras ambiguas", y los "objetos imposibles" que, aunque también son figuras planas, aparentan tener volumen; sólo después de un análisis detenido se comprueba la imposibilidad de construirlas físicamente.

2.4.1 FIGURAS AMBIGUAS

Las figuras ambiguas (figura 2.25) o "dobles" se forman en la retina, y pueden ser tanto pictográficas como estereográficas (espaciales), pues una de las funciones más importantes de la visión es precisamente reconstruir espacios tridimensionales:

Estas figuras pueden ser tan sencillas como un conjunto de líneas que semejen la caricatura de medio rostro o, desde otro punto de vista, como un vagabundo con su perro, dando la vuelta en una esquina.

Es muy conocida la ambigüedad pictográfica "Mi mujer y mi suegra", publicada en 1915 por W.E. Hill, donde se presentan dos figuras contrastantes tanto por su edad como por su ángulo aparente. A raíz de ella, han aparecido muchas más, como el "esquimal-indio" que puede verse como una persona con abrigo entrando a una cueva, o como una cabeza.

Por lo que toca a la ambigüedad estereográfica, ésta nace precisamente de la reconstrucción del espacio tridimensional que elabora el cerebro a partir de las dos imágenes bidimensionales de nuestras retinas.

La reducción de tri- a bidimensionalidad encierra una ambigüedad fundamental: la línea X-Y de la figura puede ser interpretada de distintas maneras: puede verse como una línea independiente, aunque no se sepa si X o Y está más cerca. Si se da a la visión un poco más de información sobre el entorno o espacio donde se encuentra XY, se establecen las posiciones de ambos extremos, ya sea que X aparezca más cerca y más arriba que Y, o viceversa. Pero en la última ilustración, XY es una línea horizontal que se fuga dentro de una perspectiva.

La ambigüedad espacial más conocida es en el Cubo de Necker, quien lo investigó en 1832, donde el cubo parece variar entre una posición por arriba y a la derecha del observador y una abajo y a la izquierda. Aún dotando a la figura de un punto sobre una cara, él mismo parece cambiar su posición entre el ángulo inferior izquierdo de una cara o el centro de otra.

2.4.2 OBJETOS IMPOSIBLES

Se da por hecho que las ilustraciones reproducen la realidad, pero existen ilusiones creadas por una perspectiva aparente que, tras un examen detenido, revelan la imposibilidad de su existencia real.

Un ejemplo muy conocido es el triángulo de tres barras, donde el extremo de cada barra parece perpendicular con respecto a la que lo toca. La suma de estos tres ángulos internos sería de 270° , lo cual es imposible (los ángulos internos de cualquier triángulo suman, por definición, 180°). La ilusión se crea ade-



Fig. 2.25
3 ejemplos
de figuras
ambiguas

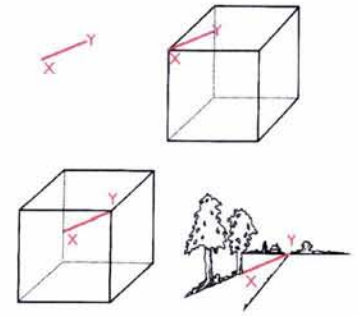


Fig. 2.26 El segmento X-Y varía su significado de acuerdo a su contexto

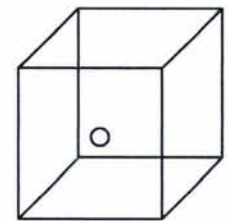


Fig. 2.27 Cubo de Necker

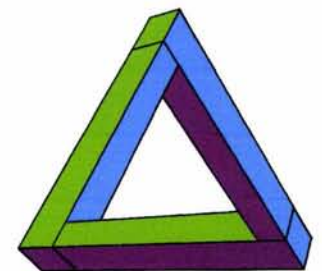


Fig. 2.28 Triángulo "Imposible"

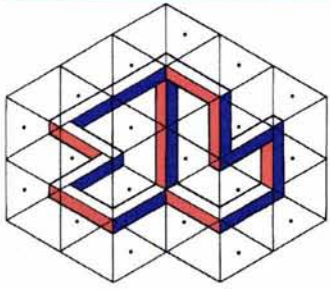


Fig. 2.29 Reticula geométrica con la que se puede "jugar" para crear ilusiones ópticas

más por un esfuerzo de la visión por completar la imagen estereométrica. Al observar detenidamente, las caras de cada barra parecen "doblarse" e intersectar en dos o más puntos simultáneamente.

El ojo tarda menos de un segundo en enviar el mensaje de que se trata de un cuerpo cerrado, formado por tres barras. El cerebro, al analizarlo, concluye que tal cuerpo no puede existir, y que la impresión inicial era incorrecta. Teóricamente, la figura debería despojarse de su presencia espacial y convertirse en un conjunto de líneas sin relación posible entre todas ellas. Sin embargo, el ojo insiste: es un objeto cerrado formado por tres barras. Así llegamos a la conclusión de que "es y no es un objeto". He ahí la paradoja, la ilusión de un objeto "imposible".⁹

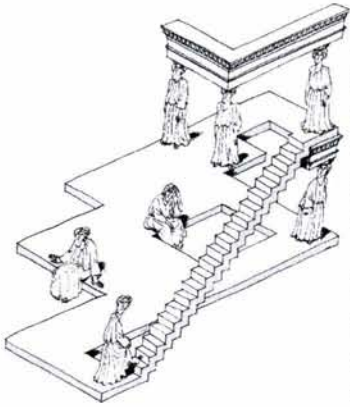


Fig. 2.30 Grabado de M.C. Escher sobre una retícula geométrica

La mayoría de los objetos imposibles se basa en retículas geométricas básicas o en distintos acercamientos geométricos, como hizo magistralmente M.C. Escher, aprovechando las investigaciones en la geometría no euclidiana, elíptica o hiperbólica, así como la topología o la geometría fractal, tal como se verá en su momento, pudiendo llegar a crear ilusiones con espacios muy complejos, como en las "cariátides" de la ilustración: ¿Quién carga qué? ¿Cuáles están arriba y cuáles abajo de qué?

No podremos, sin embargo, terminar de esclarecer la importancia de la percepción, sus reglas y sus juegos para el diseño, hasta no enfrentar un ejemplo que involucre directamente al diseño industrial, solicitando al lector que trate de construir un prototipo de la pieza que se especifica en el plano de la figura 2.31, dibujado según las normas de dibujo técnico. Para facilitararlo, se incluye un detalle de las tuercas a utilizar.

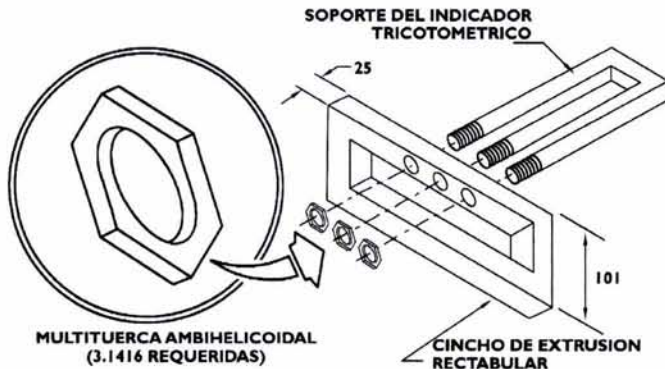


Fig. 2.31 Todas las cotas están expresadas en mm como establece la Norma ISO

Lo más importante de esta revisión a la forma en que el ojo percibe y el cerebro interpreta los estímulos luminosos radica precisamente en el cuidado que debe tener el diseñador para enviar mensajes unívocos con los elementos de su propuesta, a fin de no cansar al observador y llevarle a cometer un error de apreciación o una reacción equivocada.

Es momento ahora de empezar a clasificar los colores, una vez que hemos cubierto su origen como resultado del fenómeno lumínico y que se ha explicado cómo llega a los ojos para ser transformada en estímulos, que llegan al cerebro y generan reacciones en el mismo, aunque hayamos tenido que mostrar situaciones extremas, de confusión, para dejar clara la manera en que la interpretación cerebral se lleva a cabo y, de manera implícita, el manejo que podemos hacer con esos estímulos para provocar una reacción en un sentido específico.

⁹ ERNST, Bruno, Op. cit., pp. 33-38

3.1 CONDICIONANTES DEL COLOR

Ya se ha mencionado cómo la luz blanca se divide en sus componentes cromáticos y cómo el ojo humano los percibe como colores, gracias a los conos en su interior. Es conveniente ahora profundizar en el mecanismo específico en que se combinan todos los factores para conformar los estímulos que llegan al cerebro.

La primera condición necesaria para la percepción del color es la fuente lumínica, que posee una distribución de energía propia (la cantidad de energía que emite para cada longitud de onda), como se expuso en el primer capítulo. Al final del mismo se presentó también una gráfica de la reflectancia espectral de los materiales de color: la energía que reflejan los colores para cada longitud de onda cuando los toca una luz blanca. Por último, se presentó en el capítulo 2 la gráfica de la energía que el ojo humano es capaz de percibir para cada longitud de onda.

Al combinar (multiplicar para cada longitud de onda) los tres valores graficados, se obtiene el estímulo aproximado que el ojo envía al cerebro. En esta ecuación, el ojo humano se considera una constante, pues apenas cambia de un individuo a otro, mientras que las condiciones de iluminación pueden variar no sólo de un ambiente a otro, sino aún con el paso de las horas o por modificaciones climáticas. Claro que también son variables los colores de los objetos que observamos y su propio entorno: los otros objetos que los rodean con sus colores, brillantez, texturas, sombras, la distancia a que se encuentran, etc.

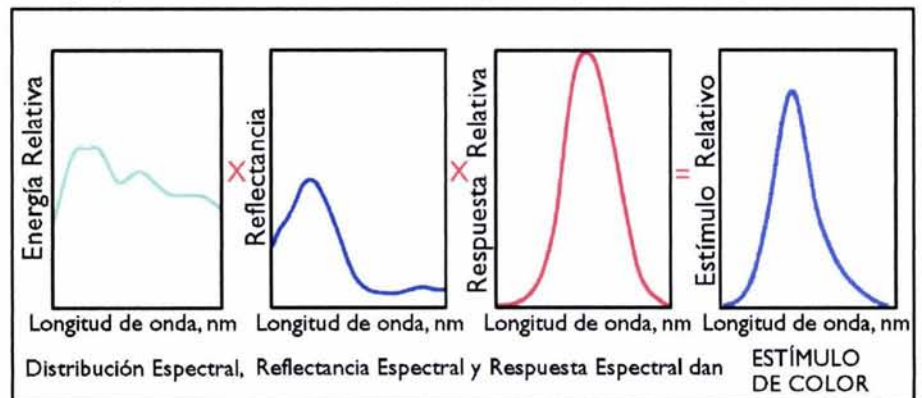


Fig. 3.1 El estímulo de color que se envía al cerebro resulta de las tres condiciones físicas que afectan la visión

Para analizar el color, se han construido distintos sistemas, que han ido perfeccionando nuestro entendimiento sobre él. Actualmente, se consideran tres variables básicas, para un sistema tridimensional de representación: luminosidad, tono y saturación.

3.1.1 LUMINOSIDAD O VALOR

La primera variable, la luminosidad, es la característica más evidente y fácil de comprender, y representa la cantidad relativa de luz que emana de una fuente y que se refleja en el objeto, dependiendo de los atributos de éste; es decir, se separan los aspectos cromáticos de la luz, para estudiar los acromáticos: la cantidad de luz emitida o reflejada, o "luminosidad", varía desde el blanco absoluto hasta el negro más profundo, pasando por una gama muy amplia de grises que se pueden organizar en una línea de mayor a menor oscuridad e, inversamente, menor



Fig. 3.2 Escala de 10 grados diferentes de gris, del blanco al negro, según W. Wong

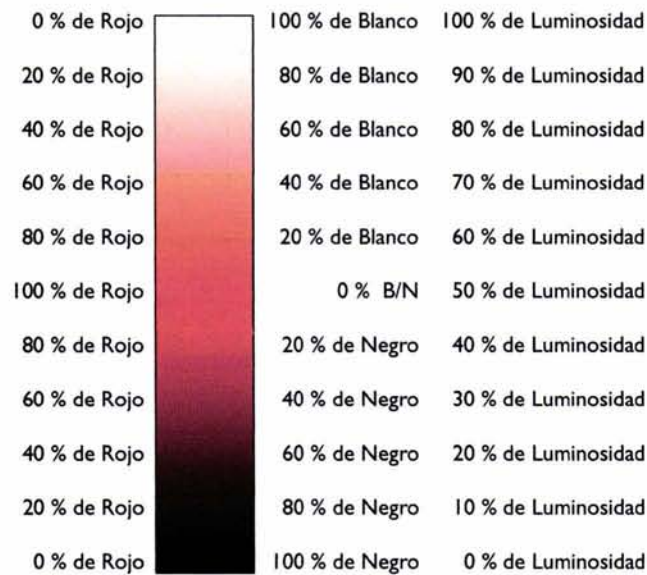


Fig. 3.3 Escala de 10 grados diferentes de blanco a rojo y a negro

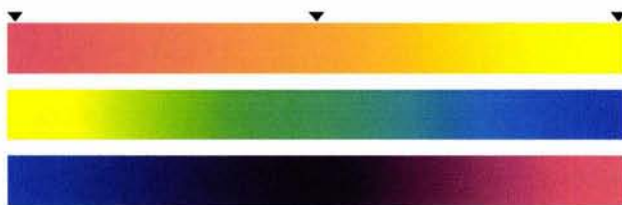


Fig. 3.4 Las gamas entre los tonos de color (triángulos de los extremos), dan lugar a los tonos secundarios (al centro)

a mayor luminosidad o valor. Wucius Wong establece nueve valores intermedios de gris entre blanco y negro ¹.

3.1.2 TONO O COLOR

Para abordar las características cromáticas de la luz emitida o reflejada, el primer factor a considerar es el relativo al "tono": la longitud de onda específica recibida por los ojos: rojo, azul, verde, naranja, etc.. El tono es lo que comúnmente se conoce como "color". cuando no existen denominaciones específicas para tales matices, como podrían ser el rojo bermellón, diferente del rojo cadmio, los tonos son medibles sólo en comparación con otros tonos, en referencia a lo que se conoce como matiz y permite identificar a un azul verdoso o a un verde

azuloso, a un amarillo rojizo o a uno verdoso, siempre en relación con otros tonos dentro de la gama, Por ello existen distintas subdivisiones dentro de cada tono, dependiendo de los tonos a los que se acercan, o a su propia "pureza".

Dentro de la gama de tonos hay una diferenciación más fina que se puede hacer para cada tono independiente, al comparar su "luminosidad relativa", o valor, con los grises descritos en la figura 3.2, de modo que se puedan diferenciar los rojos más claros -rosas- de los más oscuros como los rojos cereza. Existe una correlación directa entre la luminosidad de los tonos de color y la luminosidad acromática presentada arriba.

También se pueden hacer gamas semejantes entre distintos tonos, como las que se muestran en la figura 3.4 (gamas cromáticas). Esas transiciones pueden hacerse entre los tonos (o "colores") primarios (rojo, amarillo y azul), cuyas mezclas dan lugar al resto de los tonos. Si se forman bandas con un tono primario en cada extremo y se mezclan proporcionalmente, justo en el centro se ubicarán los colores secundarios, aquéllos que nacen de la mezcla al 50 % de cada primario. Entre rojo y amarillo se ubicará el naranja, entre amarillo y azul el verde y entre azul y rojo el violeta.

¹ WONG, Wucius.- Principios del Diseño en Color, Ediciones Gustavo Gili, 3ª. Ed., Barcelona, 1992. pp. 25-32

En nuestro ejemplo partimos y regresamos al rojo, lo que hace evidente que los tonos se pueden acomodar en forma de círculo continuo, que para efectos prácticos se esquematiza con 6 secciones de igual área para cada color primario y secundario, en la secuencia apuntada arriba,

3.1.3 SATURACIÓN O CROMA

La tercera característica con la que se describe un color es su "saturación", que distingue colores con el mismo tono y la misma luminosidad, pero que se parecen o se diferencian, más o menos, del gris de referencia: cuánto color tienen, qué tan "coloreados" están, en comparación con el gris correspondiente. En un esquema tridimensional, la saturación ocupa un plano perpendicular a la gama de grises y, mientras más alejado del gris está el color en cuestión, más saturado está, pues tiene menos gris. La saturación también se conoce como "croma" o "cromaticidad".

3.2 LAS TRES COORDENADAS DEL COLOR

Con distintos valores para las tres características presentadas se pueden describir todos los colores imaginables en un sistema de tres coordenadas. Aunque hay otros valores para construir el sistema de referencia, como la "brillantez", que combina luminosidad y saturación, generalmente se manejan valores en tres coordenadas para definir los colores.

Para un determinado tono se pueden utilizar sólo dos dimensiones, que comprendan todas las variaciones posibles para ese tono específico, como se ilustra en la figura 3.4: En la industria textil se manejan cuatro valores en parejas recíprocas: dependiendo de la saturación o croma y de la luminosidad o valor, un tono determinado puede ser más o menos fuerte o débil y más o menos brillante u opaco. En el caso de las pinturas comerciales, las contraposiciones del tono se describen como "débil a fuerte" y "sucio a limpio" ².

Como veremos en el capítulo 4, se han realizado diversos esfuerzos para sistematizar la forma en que con valores específicos se describe la "ubicación" exacta del color observado dentro del sistema de tres coordenadas, aunque quizá nunca se llegue al grado de determinar lo que el ojo percibe, aún con los cálculos más precisos con las tres condicionantes analizadas al principio. Entre otras razones, ello se debe a que la curva de reflectancia espectral del objeto contiene mucha más información que las coordenadas de tono, intensidad y saturación, o las de cualquier otro sistema.

3.3 VARIACIONES EN LAS CONDICIONANTES: METAMERISMO

En la percepción del color intervienen, como hemos visto, tres variables importantes: la fuente de luz, el objeto y el observador. Es posible prever lo que sucederá al modificar las condiciones de cada una de estas variables, si bien el observador puede considerarse una constante, pues las diferencias de un individuo a otro se consideran mínimas. De hecho, una de las características más sorprendentes y menos comprendidas de la visión humana es su altísima capacidad de adaptación a los cambios en la iluminación, que le permite reconocer características como color y textura de un objeto bajo diferentes luces. Esta adaptación sucede de manera imperceptible a lo largo del día, conforme la luz varía naturalmente, pero también al cambiar las luces en ambientes diferentes.

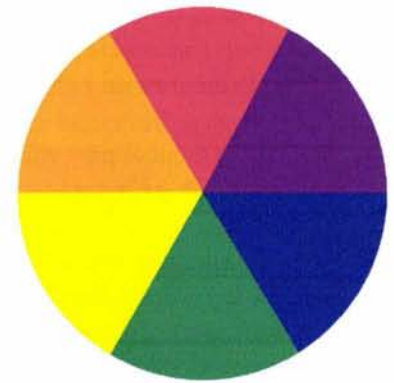


Fig. 3.5 Las gamas anteriores dan lugar al círculo cromático común.



Fig. 3.6 Coordenadas de color comúnmente usadas en las industrias textil y de la pintura.

² BILLMEYER & SALTZMAN,- Principles of Color Technology, John Wiley & Sons, Inc., 2ª Ed., Nueva York, 1981, pp. 18-22

Sin embargo, un cambio en la fuente de iluminación puede ser de crucial importancia para la apariencia de un objeto: sucede con frecuencia que una prenda adquirida bajo la luz blanca fría de un establecimiento comercial, cambia completamente de color al portarla en la calle o bajo una luz incandescente convencional en otro espacio cerrado. En otras palabras, las coordenadas de color de la prenda cambian de una fuente luminosa a otra. Esta propiedad de las fuentes para modificar los colores es el "rendimiento del color", en el que profundizaremos al analizar la influencia de la luz.

Puede también suceder que la fuente luminosa se mantenga constante, al igual que el observador, pero que las condiciones o la composición física de un objeto varíen. Un ejemplo típico se encuentra en los automóviles, construidos en su mayor parte con lámina metálica, aunque cada vez con mayor cantidad de accesorios o componentes de otros materiales, sobre todo plásticos, en espejos, molduras y fascias. Dentro de la planta de fabricación o en la concesionaria, el color de todos estos componentes se ve idéntico, es decir, los colores de los diferentes materiales coinciden perfectamente, aún a pesar de sus diferentes composiciones químicas o de los diferentes pigmentos empleados para cada uno. Al ver el automóvil en la noche, bajo la luz mercurial utilizada actualmente en las ciudades, sin embargo, los colores parecen ir variando de tono, sobre todo conforme el automóvil va envejeciendo: los colores ya no coinciden tanto.

Esta diferencia bajo distintas fuentes de luz implica que los materiales deben tener curvas de reflectancia diferentes, aunque tengan las mismas coordenadas de color al verlos bajo la fuente de luz original. Aunque parezca contradictorio, en realidad esta situación se debe a la mayor información contenida en la curva de reflectancia, además de las tres coordenadas del color, pues muchas curvas de reflectancia corresponden al mismo grupo de coordenadas. El fenómeno se conoce como **metamerismo**, y sucede que los colores están muy cerca en el espectro de tonos, valor y saturación, pero no coinciden perfectamente: los objetos son metaméricos.

Es muy importante considerar el metamerismo para conservar una misma apariencia, pareja, bajo distintas condiciones de iluminación, en un objeto que se desee fabricar y comercializar. Deben tomarse siempre en cuenta las condiciones de iluminación bajo las que puede ser observado y utilizado el objeto, para decidir el tipo de materiales y de pigmentación con que se producirán.

3.4 MÁS O MENOS LUZ: CLASIFICACIÓN DE LOS COLORES

Una vez que hemos definido en qué consiste el color y cómo se relaciona con los fenómenos de percepción, podemos proceder a su clasificación, siguiendo una lógica convencional de acuerdo con su procedencia y la composición física de sus emisores, en un afán por sistematizar la forma en que lo percibimos y que servirá de base para reproducirlo a voluntad en diferentes materiales. Así, hablamos de colores aditivos, sustractivos y partitivos, con características, fenómenos y reglas específicos para cada tipo, pero todos partiendo de la premisa de que la luz blanca resulta de la suma de las luces de colores y su reducción va acercándose al negro.

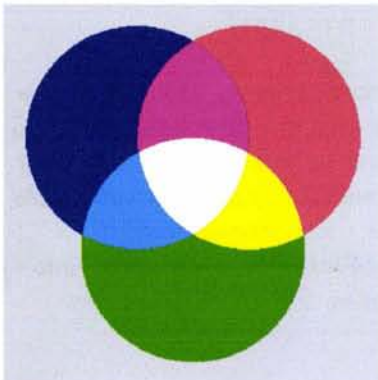


Fig. 3.7 Colores aditivos primarios, secundarios y su suma total: el blanco.

3.4.1 COLORES ADITIVOS O DE LUZ

La luz blanca es la suma de todos los colores y al descomponerla se obtienen los demás colores en forma de luz, como demostró Newton y como puede comprobar cualquiera que vea las gotas de agua descomponiendo la luz en un arcoiris o la superficie de una pompa de jabón.

Como resultado de esta observación, se considera que cualquier color resulta de restar color de la luz blanca y, de manera inversa, al aumentar haces de diferentes colores, se obtiene luz blanca. De ahí que a los colores de luz se les llame "colores aditivos": su suma total es el blanco, y mientras menos tonalidades se vayan sumando se tenderá al negro, a la oscuridad total.

En realidad, hay tres colores con los que se pueden obtener todos los demás tonos hasta llegar al blanco. Estos tres "colores primarios aditivos" son azul, verde y rojo. De su mezcla por pares se obtienen los secundarios: azul más verde dan cian, verde más rojo dan amarillo y rojo más azul dan violeta. Variando las proporciones o añadiendo un toque de cada uno de los tres primarios se obtiene el resto de la gama, pudiendo variar también, por supuesto, la luminosidad y el valor para cada uno.

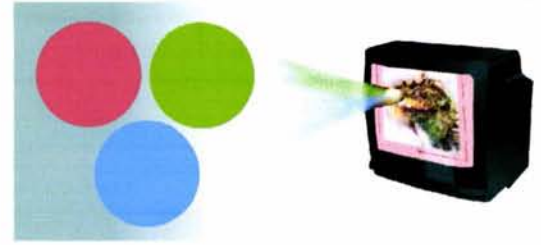


Fig. 3.8 Los colores en los monitores y pantallas de televisión están formados en su totalidad por la combinación de los primarios aditivos.

Las aplicaciones más conocidas de esta mezcla de luces de colores se han dado tradicionalmente en espectáculos cerrados como el teatro, el circo y los conciertos, hacia cuyos escenarios se dirigen diferentes haces de luz para enfatizar algún movimiento o para seguir a los artistas, y donde se juega a voluntad con las mezclas aditivas para completar la gama, aún cuando ya se cuenta con focos de los colores específicos.

Otra aplicación, menos evidente quizá, aunque muy cercana a nosotros, se encuentra en los monitores de televisión y de computadoras, donde haces de electrones son emitidos por el cinescopio hacia membranas sensibles a cada tonalidad, que se encienden y apagan de acuerdo a la señal recibida. Los puntos dentro de la pantalla son tan pequeños que el ojo percibe el conjunto como superficies coloreadas o degradadas que forman figuras y cuerpos que el mismo ojo puede reconocer.

3.4.2 COLORES SUSTRATIVOS O SÓLIDOS

Para los fines prácticos de este estudio son más importantes los "colores sustractivos": aquellos compuestos que al aplicarse van restando luminosidad a la superficie en que se encuentran. Se trata de sustancias que cubren una superficie y modifican su reflectancia espectral, haciendo que reflejen las longitudes de onda propias de la sustancia o, en el mejor de los casos, de la mezcla de las longitudes de la superficie con las de la sustancia.

Ya sea que se trate del lápiz con que se escribe en papel o de la pintura electrostática con que se recubren productos metálicos, en todos los casos se manejan sustancias que se adhieren al material y le impregnan algunas de sus características físicas y químicas, entre ellas la reflectancia espectral, es decir, el tono, la intensidad y la saturación de su color.

También en este caso, existen tres colores primarios que generan al resto de los colores sustractivos: cian (azul), magenta (rojo) y amarillo que, por cierto, corresponden a los aditivos secundarios. Son los colores primarios que presentamos en la figura 3.5, cuando hablamos de las gamas cromáticas.

La mezcla por pares de los colores primarios sustractivos genera los colores secundarios violeta, del azul y el rojo; naranja, del rojo y el amarillo; verde, del amarillo y el azul. La mezcla de todos los colores genera un café sucio, muy cercano al negro, a la ausencia total de color, de luz.

Las aplicaciones prácticas y cotidianas de estos colores son mucho más abundantes que las de los colores aditivos, y abarcan desde la escritura simple, hasta las impresiones de alta calidad y gran formato; desde las pinturas vinílicas para muros hasta los recubrimientos cerámicos en las naves espaciales; desde los tintes para las prendas de vestir, hasta los múltiples productos de maquilla-

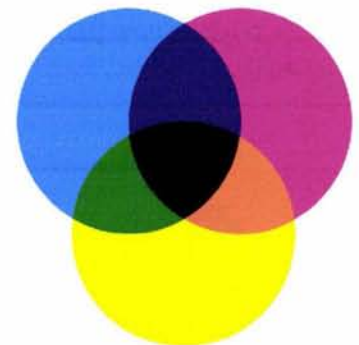


Fig. 3.9 Los colores sustractivos primarios, secundarios y su suma total: el negro.



Fig. 3.10 Las técnicas de recubrimiento con pigmentos se basa en los principios de mezcla de colores sustractivos.

je y, por supuesto, de la tinta para los planos técnicos, hasta la pintura de un objeto fabricado a gran escala, motivo de la mayor parte de este trabajo.

3.4.3 COLORES PARTITIVOS



Fig. 3.11 Aprovechando las características de los colores partitivos se logran efectos que enfatizan el mensaje en una impresión.

Pueden llamarse colores partitivos algunas mezclas visuales de colores aditivos o sustractivos. Al percibir simultáneamente distintos tonos de color, aparecen tonos que los combinan. Con recursos limitados para crear los colores partitivos, básicamente tonos que se mezclan en los ojos, se pueden crear efectos diferentes, novedosos e interesantes.

Ejemplos muy comunes de colores partitivos son algunos géneros textiles en que hilos de diferentes colores se traman, ya sea para modificar un color base, atenuándolo o realzándolo, o para crear la imagen de un color distinto del de los colores componentes. Los colores partitivos son también la base de las impresiones editoriales por selección de color: la maquinaria va imprimiendo placas sucesivas de puntos de color (amarillo, cian, magenta y negro), cuya cantidad relativa modifica el efecto final y distintas tonalidades resultantes de la mezcla de los colores usados.

3.4.4 IRIDISCENCIA

Algunos objetos, como la concha nácar, las alas de las moscas o los discos compactos, no poseen pigmentos en su superficie y, sin embargo, dan efectos de múltiples colores, que dependen tanto del ángulo de incidencia de la luz como del ángulo en que se encuentra el observador, por lo que los colores parecen cambiar desde distintos puntos de observación. Las ondas luminosas interfieren mutuamente, anulándose o reforzándose y adquiriendo intensidades muy altas.³ Se ha podido imitar el efecto de iridiscencia con un recubrimiento plástico texturizado que provoca una desviación de la luz semejante a la iridiscencia natural.



Fig. 3.12 La cubierta de este papel, o un disco compacto, dan efectos de iridiscencia semejantes a los de algunos animales.

Podemos cerrar el capítulo diciendo que, para un diseñador, son importantes sobre todo los colores sustractivos, pues los materiales con que se pinta y se decoran los objetos trabajan bajo ese principio. Como derivado, le interesan también los colores partitivos, que pueden crear sensaciones diferentes al combinarse visualmente. Finalmente, cada vez cobra más importancia para su labor el conocimiento y manejo de los principios de los colores aditivos, no sólo para ajustar lo que ve en los monitores de las computadoras con que trabaja hoy en día, sino también para prever la apariencia de los objetos que diseña en los ambientes en que se usará, se exhibirá o se venderá.

Sin embargo, no basta con esta clasificación básica de los colores. A través de la historia el hombre ha tratado de entender y organizar los colores para poder reproducirlos a voluntad. La relatoría de esos esfuerzos y sus resultados prácticos en la industria actual, es el tema del capítulo 4.

³ Se pueden observar los objetos iridiscentes y consultar la cédula y el video sobre el fenómeno en el Museo de la Luz de la UNAM, México, D.F.

4.

ESTUDIANDO LOS COLORES

4.1 ESFUERZOS POR CONOCER EL COLOR A TRAVÉS DE LA HISTORIA

Desde la más remota antigüedad se han hecho esfuerzos por entender qué son los colores, cómo se les puede clasificar, organizar y aprovechar para reproducirlos a voluntad. El desarrollo de la cultura y la satisfacción de la necesidad de expresión y trascendencia del ser humano van de la mano, como en tantos otros aspectos, del desarrollo material y tecnológico de las civilizaciones, desde aquellas primigenias hasta las actuales.

La experiencia del color atañe prácticamente a todo el mundo y, de hecho, puede hablarse de una continuidad entre los colores de la naturaleza y los colores del arte y de los utensilios y símbolos utilizados por las diferentes culturas. Por esta razón, los colores tuvieron un lugar preponderante para los ritos y las creencias de los hombres desde los primeros tiempos

Desde tiempos inmemoriales, hasta las culturas antiguas de las que tenemos registro y más adelante, durante la Edad Media, el Renacimiento y hasta nuestros días, el color se ha constituido como un importante elemento de la vida del hombre, más allá de su valor decorativo, a veces como elemento fundamental en festividades y ceremonias pero, sobre todo, como parte fundamental del simbolismo que rodea a personajes históricos o legendarios, y en muchas ocasiones limitado en su uso por el mismo valor simbólico y la división social.

El primer documento conocido en que se hace un análisis sobre el color data del siglo V a.C., cuando, en Grecia, Alcmeón de Crotona trataba sobre la contraposición de blanco y negro. A su vez, algunos pensadores como Anaxágoras generaban una primera "Teoría de la Emanación", según la cual los objetos son visibles gracias a llamas de fuego emanadas de los ojos que los iluminaban. Poco después, Demócrito afirmó que el proceso es contrario: la luz llega de los objetos a los ojos, y con ello estableció las bases para las investigaciones sobre el tema en los siglos por venir. Mientras tanto, Platón hacía un primer intento por relacionar los colores con las formas geométricas básicas y Aristóteles los relacionaba con las siete notas musicales y las siete vocales griegas, en una concepción que llegaría hasta el mismo Isaac Newton.

Con el tiempo, los artistas griegos y romanos emplearían una gran variedad de tonalidades: púrpura, ocre, amarillos, azules. La idea del Renacimiento y del Neoclásico sobre la blancura y pureza de las formas y los materiales clásicos está basada, pues, en un error histórico y en prejuicios idealistas y proyecciones psicológicas del momento. "...Ya en 1817 el erudito inglés sir William Gell se había atrevido a afirmar de los griegos que 'ninguna nación demostró nunca mayor pasión por los colores vivos'", aunque se considera que en el arte helenístico era más importante la línea de contorno que el color de relleno.¹

Durante la Edad Media se perfeccionaron las técnicas provenientes de la antigüedad, aunque no se daría mayor reflexión sobre los colores hasta el final del período, con la renovada necesidad de explicaciones racionales para los fenómenos cotidianos y los descubrimientos fruto de las travesías de la época, alimentada por la aparición de tratados y estudios de épocas muy tempranas o de regiones muy lejanas.

¹ GAGE, John.- "Color y Cultura", Ediciones Siruela, Madrid, 1993, pp. 11-15

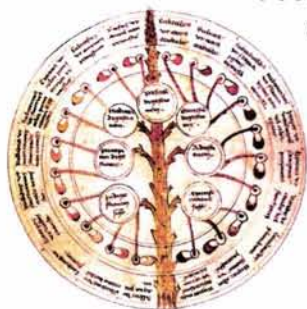


Fig. 4.1 *Círculo Cromático de De la Cuba*

Poco a poco se fue imponiendo la idea fundamental, que rige hasta nuestros días, de que existen colores primarios, cuyas mezclas generan los demás tonos, en un sistema cerrado. Ya en el siglo XV el médico Juan de la Cuba proponía un acomodo circular en que los colores iban del blanco al negro pasando por una serie de rojos y amarillos. Para 1601 Scarmilionius, el médico del emperador Rodolfo II de Viena, proponía una secuencia de cinco colores "simples": blanco, amarillo, azul, rojo y negro, y de otros secundarios: naranja y verde. En 1626 Robert Fludd, siguiendo la costumbre medieval de esquematizar el conocimiento, introdujo un círculo cromático en el que el negro y el blanco estaban uno junto al otro, con el verde y el rojo como colores intermedios, por tener la misma cantidad de blanco y de negro.



Fig. 4.2 *Círculos Cromáticos de Fludd*

A partir de entonces, empezó una evolución acumulativa, en que cada nueva investigación se sumaba a las anteriores, ampliando la comprensión y la facilidad de esquematización de los colores en un sistema racional. Si el padre del racionalismo y el modernismo, René Descartes, estableció la relación de las gotas de lluvia con la refracción en 1703 C.T. Bartholin estableció que en realidad el blanco y el negro no son colores y que sólo existen los tres primarios mencionados.

Un año después, en 1704, Isaac Newton publicó su famoso tratado "Optika", resultado de investigaciones que databan de 1669, y cuya principal aportación fue su descubrimiento de la descomposición de la luz blanca en sus componentes cromáticos, que para él generan ocho tonos, aunque más adelante los redujo a sólo siete, en un aparente intento de relacionarlos con la escala de intervalos musicales de Descartes, que ya se había discutido en la era aristotélica.

Una de las consecuencias de que Newton demostrara la descomposición de la luz fue la separación de criterios entre los artistas (que veían en las ideas newtonianas un peligroso cambio en la moral) y los científicos, que ha impedido, desde entonces, un desarrollo armónico y eficiente de la investigación y la comprensión del color como fenómeno.



Fig. 4.3 *Círculos Cromáticos de Newton*

Igual de importante fue que Newton demostrara la ventaja de organizar los colores en un esquema circular como hizo Fludd y esbozara la idea de complementariedad de los contrarios en dicho esquema, que prácticamente perdura hasta nuestros días, aunque la primera representación del círculo cromático usando colores fue creada por el inglés Moses Harris en 1766 e incluía también 10 grados de luminosidad hacia el negro².

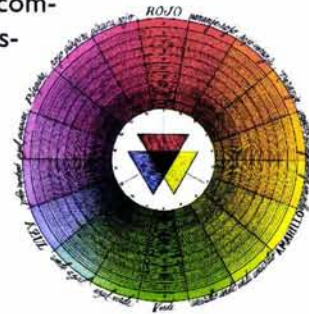


Fig. 4.4 *Círculo Cromático de Harris*



Fig. 4.5 *El pintor Delacroix proponía una disposición triangular.*

Al mismo tiempo, en el medio artístico se desarrollaba el círculo cromático de seis colores en orden continuo que, además, evidenciaba la distinta tonalidad entre opuestos, que no se llamarían "complementarios" hasta 1794.

La disposición circular de los colores se convirtió en el estándar aceptado por científicos y artistas por igual, aunque algunos de estos últimos preferían otros acomodos que dieran más realce a los primarios, como es el caso del triángulo cromático de Delacroix de 1830, o la estrella cromática de Laugel, basada a su vez en el mismo

² Ídem. pp. 153-176

Delacroix. De hecho, Delacroix llegó a ser reconocido como "el colorista científico par excellence"³.

Nadie se opuso con tanta virulencia a las ideas de Newton como el poeta alemán Goethe, quien consideraba a la vista un instrumento suficiente para estudiar el color y que la luz era homogénea, que iluminaba por efecto de la oscuridad. A pesar de considerar sus estudios sobre el color lo más importante que había hecho en su vida, Goethe terminó arrepentido de la disputa con Newton, aunque tampoco mostró mayor interés por los descubrimientos de principios del Siglo XIX sobre las ondas luminosas, que le habrían dado cierta comprobación a sus propias teorías.



Fig. 4.6 Laugel proponía una estrella de seis puntas.

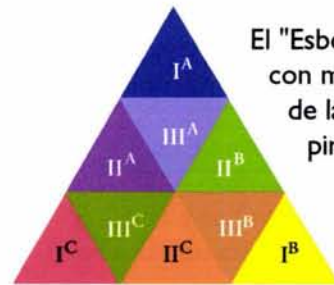


Fig. 4.7 El Triángulo cromático de Goethe

El "Esbozo de una Teoría de los Colores" de Goethe se basaba en observaciones directas con más énfasis en fisiología de la percepción que en un estudio sistemático de la visión y de la reproducción cromática y, aún así, al parecer despertaron poco interés entre los pintores, a excepción de William Turner y Philip Otto Runge.

En el triángulo de Goethe los primarios azul, rojo y amarillo se encuentran en los vértices. Las otras subdivisiones las ocupan los colores secundarios y terciarios. Los secundarios, a medio camino entre los vértices, se mezclan con los primarios para generar los terciarios.

Lo que Goethe deseaba demostrar era que los secretos de los efectos del color estaban en la reacción humana, por lo que se le considera el precursor de la psicología moderna. Consideraba su triángulo un mapa de la mente humana y asignaba un color a determinadas emociones. Sus asociaciones, meramente intuitivas, relacionaban el azul con el conocimiento y la calma, y el rojo se relacionaba con la imaginación y la alegría.

Goethe llegó a definir rasgos de carácter de acuerdo a las preferencias individuales por determinados colores, dividiendo secciones de su triángulo, como se muestra en la figura. De esta manera, no sólo influía en los filósofos, sino también en la expresión emocional de los artistas plásticos.

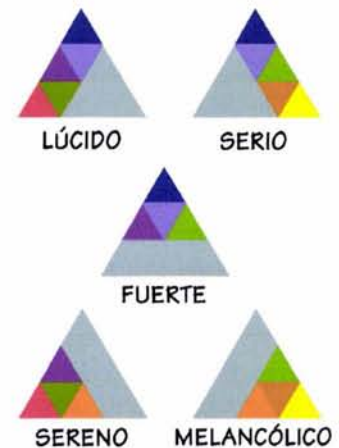


Fig. 4.8 Aplicación del triángulo de Goethe para definir los caracteres humanos en función de los colores

A pesar de su excelente relación personal con Goethe, las ideas de Otto Runge se alejaban de las del poeta, pues a él le interesaban la experimentación cromática directa y el desarrollo de una figura matemática de los colores. Su contribución más importante, publicada en 1810, año en que murió, abordaba el efecto de transparencia en la pintura, junto a la esfera que lo haría famoso por unir por primera vez un círculo cromático de doce colores complementarios con los polos de claridad y oscuridad.

En el polo norte de la esfera de Runge se encuentra el blanco y en el sur el negro, en un eje central de gradaciones de gris como el que se presentó al principio del capítulo anterior, cuando se trató la luminosidad (Fig. 3.2). Existen también meridianos y paralelos: los primeros definen las tonalidades del círculo cromático (de 12 colores), que se encuentran "puros" en el ecuador de la esfera y van aclarándose hacia el polo norte y oscureciéndose hacia el sur.

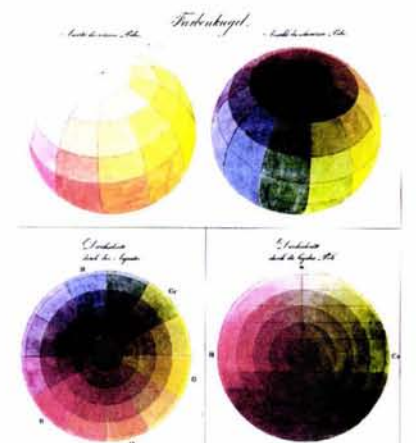


Fig. 4.9 El primer sistema tridimensional: la esfera de Runge

³ Íbidem., pág. 175

Como se muestra en la ilustración original de Runge, la esfera puede cortarse perpendicular o longitudinalmente. En el primer caso, al cortar a la altura del ecuador, del centro gris medio parten líneas radiales que poco a poco van siendo más puras en sus tonalidades respectivas. Al cortar la esfera en el otro sentido, Runge mostraba el paso del rojo al verde atravesando el centro gris degradado hacia blanco y hacia negro (norte y sur).

Uno de los defectos de este sistema es precisamente que en el último corte parece haber una esfera gris que hacia arriba se torna blanca y hacia abajo negra, en vez de un núcleo cilíndrico que vaya gradualmente de blanco a negro y cuyo centro sí coincida con el gris neutro.



Fig. 4.10 Círculo Cromático de Chevreul

La sistematización de los colores permaneció más o menos invariable en sus principios, durante la primera mitad del siglo XIX, aunque algunos de los impresionistas, tuvieron una fuerte influencia de los "Principios de Armonía y Contraste de los Colores", publicado en 1839 por el químico francés Michael E. Chevreul, y que incluía 40 guías a color.

Otros científicos dedicados al estudio del color profundizaban también en sus conceptos: para mediados de siglo, el alemán Helmholtz y el inglés J.C. Maxwell demostraron que la luz blanca podía generarse a partir tan sólo de haces amarillos y azules, y generaron el sistema de clasificación de los colores lumínicos, estableciendo la diferencia entre colores aditivos y sustractivos y los componentes de los complementarios. Fue Maxwell quien estableció "rojo, verde y azul" como colores aditivos primarios.

Quizá la mayor aportación de la época la haya hecho el impresor alemán inmigrado a Estados Unidos Louis Prang, quien es más conocido por haber inventado las tarjetas de Navidad, pero que logró un esquema en el que quedan claros los tres colores primarios (rojo, azul y amarillo) en un triángulo central, de cuyas mezclas se obtienen los colores secundarios. Finalmente, en un círculo exterior, se ubican tanto los primarios y los secundarios como los colores terciarios, los que resultan de mezclar un primario con un secundario. El esquema de Prang influyó después a Munsell y sigue siendo el mejor instrumento de enseñanza sobre el color a los alumnos de primaria y bachillerato.



Fig. 4.11 El esquema completo de Prang, quizá el más claro y, ciertamente, el más conocido.

Hacia finales de siglo, el conflicto entre industrializadores y el movimiento de "Arts and Crafts", se reflejó en trabajos como la primera reglamentación para el uso del color del arquitecto británico Owen Jones; los practicantes de las artes aplicadas sintieron entonces la necesidad de dominar las técnicas de aplicación de colores en los objetos de uso cotidiano, y se popularizaba la idea de reglamentar el uso del color, siguiendo la idea de la "Gramática de la Ornamentación" que Jones había publicado en 1856.

4.2. EL SIGLO XX: DE OSTWALD A LA BAUHAUS

En el plano meramente teórico que abarca este capítulo, hay que incluir la recuperación de las teorías de Goethe propuesta por los expresionistas alemanes en la primera década del siglo XX. Los integrantes del grupo "Die Brücke" (El Puente), entre otros, estaban enfocados a la psicología experimental y desvinculaban los colores como identificadores de los objetos, y en general seguía creciendo la idea del color como un lenguaje universal, con estudios sobresalientes como el del ruso Wassily Kandinsky, "Sobre lo Espiritual en el Arte", de 1912. Kandinsky, cofundador del grupo "Der Blaue Reiter" (El Jinete Azul) y futuro profesor de la Bauhaus, pretendía acercarse al fenómeno del color desde un punto de vista netamente espiritual y hablaba de los efectos de los colores como resultado de sensaciones simultáneas producidas por un mismo estímulo ("sinestesia"). Insistía en que sus planteamientos eran resultado de experiencias "empírico-espirituales" y rechazaba las ciencias positivistas que marcaron el cambio de siglo.

En 1914 el químico y Premio Nobel, Friedrich W. Ostwald, organizó en Colonia una "muestra cromática" de pinturas industriales y materiales colorantes, para demostrar la necesidad de estudiar los principios cromáticos, cosa que empezó a hacer en su manual "Die Farbenfibel" (El Libro Básico del Color) de 1916. Ostwald creía que las teorías cromáticas debían estar presentes no sólo en el arte, sino también en la arquitectura y el mobiliario. A partir de ello, influyó fuertemente a los artistas holandeses del grupo "De Stijl" y, posteriormente, a la Bauhaus de Weimar.

A partir de su fundación en 1919 como resultado de la fusión entre la "Weimar Hochschule für Bildende Kunst" y la "Kunstwerbeschule" (Academia de Arte y Escuela de Artes Aplicadas, respectivamente), la Bauhaus jugó un papel importante en la investigación sobre el color y en su aplicación a los diferentes materiales con que trabajaban los futuros arquitectos y diseñadores. Sus estudios sobre el color, junto con los de las formas y la racionalidad constructiva, formaban parte fundamental del modo en que esos elementos se conjugaban en la configuración de nuevos objetos, hasta bien entrado el Siglo XX.

Johannes Itten, sobre todo, transmitía su actitud de no distinguir entre la teoría aplicada en las Bellas Artes y en las artes decorativas. Itten llegó a estructurar un vocabulario artístico básico y una gramática del color. Creía firmemente que la armonía de los contrastes derivaba de los siete tipos de contrastes que formaban la teoría del investigador Hölzl, pero él le añadió elementos de la esfera cromática de Runge, generando a su vez una estrella cromática de doce puntas. Las teorías de Runge eran defendidas también por otros profesores de la Bauhaus, entre ellos Oskar Schlemmer y Paul Klee, que al igual que Itten se oponía al sistema cromático de Ostwald.

Itten laboró en la Bauhaus con ciertas inclinaciones "místicas", que contribuyeron a la primera orientación expresionista de la escuela. Ahí organizó e impartió docencia en el Curso Preliminar (Vorlehre), la principal innovación de la Bauhaus. Era sobre todo un curso sobre formas y materiales, y la teoría física y química del color, relacionada con la pintura, sólo se mencionaba superficialmente. A su salida en 1923, la Bauhaus tomó el perfil constructivista que la caracterizaría a partir de entonces.

Cuando Paul Klee impartió por segunda vez sus clases magistrales, "Contribuciones a la Teoría de la Forma Plástica", en 1922, incluyó dos clases relacionadas con la dinámica del color y abordó las teorías de Goethe, Runge, Delacroix y Kandinsky. Klee ya encabezaba el taller de vidrio, pero en sus clases sólo hablaba de decoración de habitaciones pintadas sucesivamente en pares de tonos complementarios más o menos claros u oscuros, que dieran sensación de "totalidad" en el conjunto. Incluyó estos conceptos en el Grundlehre (Curso Básico), cuando la Bauhaus se trasladó a Dessau en 1925. Junto con Kandinsky, Klee formalizó la impartición de clases de pintura, donde investigaron más a fondo las cuestiones relacionadas con el color.

Nadie dio tanta importancia al estudio del color en la Bauhaus como Kandinsky. Desde 1922 impartió un curso traído del Instituto Moscovita de Cultura Artística (Inkhuk), que ubicaba al color en un contexto en que se relacionaba con la física, la fisiología y la medicina. Kandinsky impartió un "Curso y Seminario sobre Color" en el taller de pintura mural. En este curso profundizaba sobre el color como fenómeno físico y químico y sobre sus efectos psicológicos. Este último aspecto fue su principal aportación a la materia. En él, también, nació la conocida relación entre las formas básicas y los colores primarios.



Fig. 4.12 El Círculo Cromático de Ostwald

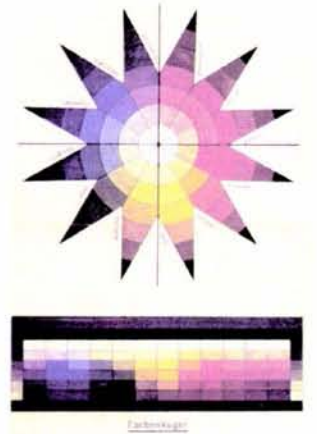


Fig. 4.13 Esfera de doce puntas de Itten

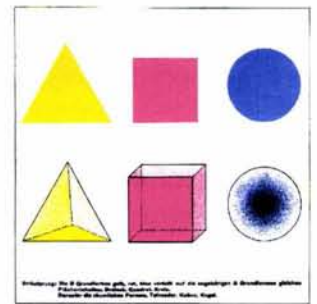


Fig. 4.14 Correspondencia de los colores primarios, en orden de luminosidad, con las figuras y los cuerpos más sencillos, según las teorías de la Bauhaus; en orden de complejidad, triángulo y tetraedro amarillos, cuadrado y cubo rojos, círculo y esfera azules.

Al salir Walter Gropius de la dirección de la Bauhaus, su sucesor, Hannes Meyer, encargó la impartición del Vorlehre a Moholy-Nagy y Josef Albers, quienes eliminaron, de acuerdo con Meyer, cualquier contenido de color en la materia. De cualquier manera, Kandinsky impartió un curso de color dentro de su clase de primer trimestre. En esta época también se generó el debate sobre las teorías de Ostwald, al que el mismo Kandinsky invitó a dar clases en 1927. Ya para 1928 su círculo de colores presidía el taller de pintura mural.

Con el nuevo cambio a Berlín, los colores se estudiaron tanto desde puntos de vista químicos, como psicológicos, aunque sólo Kandinsky estaba al tanto de las investigaciones sobre nuevos sistemas de ordenación cromática, como parte de su preocupación por la psicología de la percepción.

Cuando la Bauhaus cerró definitivamente y algunos de sus profesores, como Albers, se trasladaron a Estados Unidos, muchas de las ideas previas y algunos nuevos enfoques encontraron resistencia para su estudio y desarrollo. Al estar fundamentados en las experiencias europeas de la Bauhaus y Ulm y la norteamericana de Chicago, la misma actitud se vería reflejada más tarde, también, en los planes de estudios de diversas escuelas de diseño en toda América Latina.

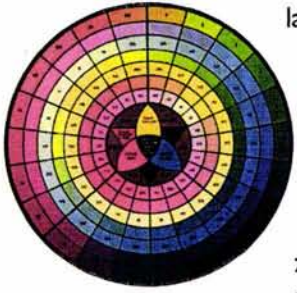


Fig. 4.15 Círculo Cromático de Bourges

Mientras tanto, otras personalidades llevaban a cabo investigaciones sobre la sistematización del color. Desde un punto de vista totalmente pragmático, el grabador norteamericano Albert Bourges propuso en 1915 un sistema que, aunque recuerda al círculo de Harris de 150 años antes, representaba la base para la separación de los colores para la impresión en process.

4.3 SISTEMAS TRIDIMENSIONALES

Más importante y trascendente para el diseño industrial es, sin embargo, el "Atlas del Color" de Albert Munsell, quien desde 1898 preparaba su acomodo de los colores por su apariencia, utilizando gradaciones iguales para el tono, el valor y la saturación y, aunque se basaba en los conceptos de Runge, existían diferencias importantes en su planteamiento, como fue su negativa de acomodar los colores dentro de una esfera, por la imposibilidad de utilizar distancias idénticas entre ellos.

El sistema de Munsell parte de una columna básica, que él presentó como el tronco de un árbol formado por la escala de grises. De ese tronco parten ramas de diferente largo, formadas por los colores. Finalmente, las hojas de las ramas representan las distintas gradaciones. Mientras más cerca del tronco esté un color, más gris contendrá, aumentando su croma o saturación (haciéndose más puro) conforme se aleja del mismo. La luminosidad, como en nuestro esquema 3.2, está dada en función del tronco, mientras el tinte se genera del mismo modo que en el modelo de Runge. Uno de los méritos del esquema tridimensional de Munsell es que logra cierta equidistancia entre las diversas tonalidades de color.



Fig. 4.16 Árbol de los colores original de Munsell

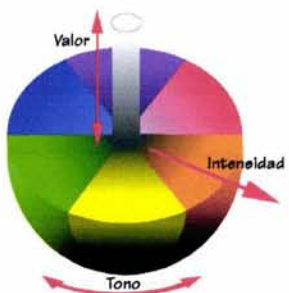


Fig. 4.17 Vista tridimensional de media esfera y las tres variables del color

En un esquema ideal, un sistema tridimensional sería una esfera cuyo eje vertical comprendería la gama de grises, que definiría la luminosidad de los tonos, que se agruparían radialmente, de manera continua. Conforme el color deseado se acercara al eje vertical se haría menos saturado, es decir, tendría mayor cantidad del gris correspondiente al eje. Al alejarse completamente, el color llegaría a su mayor saturación. Sin embargo, la realidad es que cada color tiene su punto de mayor saturación a distancia diferente a la de los demás, por lo que nuestra esfera tendría que crecer en algunas secciones y achatarse en otras.

Los alcances de Munsell quedaron plasmados en la segunda versión de su árbol, tal como se presenta aquí, pero si se tratara ahora de seguir el camino inverso, partiendo del tronco gris hacia los extremos puros, las distancias no serían las mismas, pues no todos los colores requieren la misma cantidad de pasos entre el gris y su valor pleno.



Fig. 4.19 Maqueta del árbol de Munsell.

Si en lugar de construir un árbol como hizo Munsell se modificaran las diferentes secciones graficando las distancias reales, las secciones serían muy irregulares, lejanas al círculo (fig. 4.19). Más aún, al unir esas secciones de acuerdo a su eje común de grises, se obtendría un cuerpo semiesférico, con valles y colinas marcando las diferencias de las distancias o gradaciones de intensidad entre los colores. Los gajos verticales no tendrían tampoco el mismo perfil y por tanto, tampoco la misma dimensión. El modelo tridimensional creado con base en el sistema de Munsell hizo clara esta situación, pero también se convirtió en referencia obligada para artistas y otros usuarios de los colores.

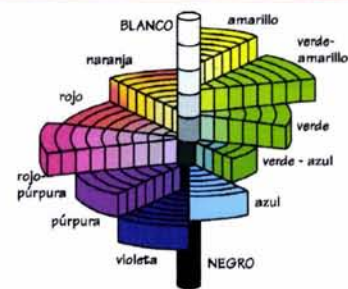


Fig. 4.18 Esquema tridimensional del árbol de Munsell.

Uno de los esfuerzos más importantes para llevar más allá los conceptos de Munsell es el "Espacio de Color Uniforme", desarrollado por Günter Wyszecki, que presenta Karl Gerstner en su importantísima obra "Las Formas del Color": En lugar del eje de grises de Munsell, parte de una red de cuatro capas formadas por siete esferas cada una, tangentes unas a otras. El octaedro cúbico generado tiene doce vértices que definen cada uno un color, y todos son equidistantes del centro, que es un gris formado por la mezcla de todos los anteriores.

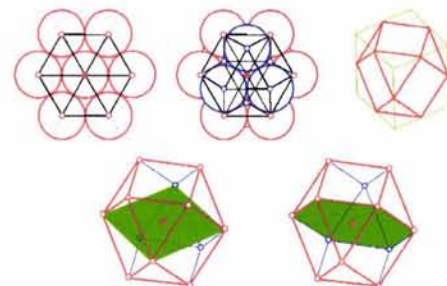


Fig. 4.18 Espacio de Color Uniforme de Wyszecki.

Para ubicar cada color, se puede partir el octaedro con tres planos en las diagonales de los cuadrados, además de otros cuatro planos en los bordes de los triángulos. El centro siempre será el gris 393, del que partirán todos los demás tonos, pudiendo crecer como el árbol de Munsell y adoptando por tanto contornos irregulares. Este modelo "...contiene una variedad mucho mayor, con un grado de precisión mucho más alto, utilizando muchos menos elementos que los otros modelos." ⁴

4.4 NORMAS INTERNACIONALES PARA APLICAR COLOR: CIE

Conforme aumentaba el desarrollo de la industria de las artes gráficas al principio del Siglo XX, fueron dándose esfuerzos importantes para generar sistemas de especificación de los colores que permitieran una reproducción fidedigna, independientemente del medio que se utilizara. Los resultados de estos esfuerzos, entre los que hay que incluir las investigaciones de Albert Bourges, que se describió antes, se conocen como "Modelos de Color" o "Espacios de Color". ⁵

El modelo de Munsell, de hecho, marcó el desarrollo ulterior de los métodos de clasificación, homologación y normalización que servirían de base para la fabricación iterativa de objetos, el establecimiento de estándares para la producción y la generación cíclica de modas en las que los colores han jugado un papel preponderante.

Dentro de estos esfuerzos de estandarización mundial, en 1930 nació en Bélgica la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, por sus siglas en francés), en cuyo seno se discuten todos los asuntos relacionados con la cien-

⁴ GERSTNER, Karl.- Las Formas del Color.- Hermann Blume, Madrid, 1988, pp. 16 y 17

⁵ LAMMENS.- Color Models.- http://www.csbuffalo.edu/icons/latex2html/invis_anchor.xbm>ColorModels. 1998.

cia, la tecnología y el arte en los campos de la luz y la iluminación, se desarrollan estándares básicos y procedimientos de metrología para la iluminación, reconocidos por la ISO (International Standards Organization).⁶

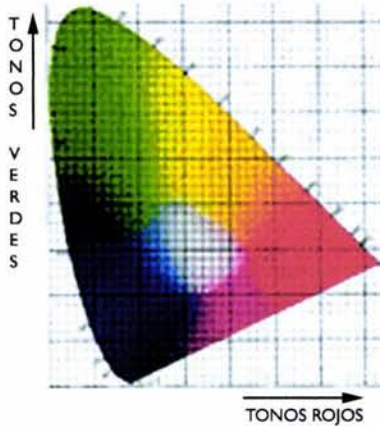


Fig. 4.19 El modelo XYZ, primer intento de la CIE por sistematizar los colores

Los 40 países que integran la CIE (entre los que México aparece sólo con observadores individuales), se ocupan de lo relacionado con la visión, fotometría y colorimetría, incluyendo radiaciones naturales y artificiales más allá de los rayos ultravioleta e infrarrojos. Sus alcances llegan a materias de aplicación que cubren cualquier uso de la luz, en interiores y en exteriores, incluso sus efectos ambientales y estéticos y los medios para la producción y el control de la luz y la radiación.

Para 1931 la CIE había desarrollado el sistema de color XYZ, o "Sistema Normativo del Color", que se representa bidimensionalmente con una forma parecida a una vela y que ha servido de base a toda la colorimetría. En este modelo no se toma en consideración la brillantez y los componentes rojos de un color se ubicaban sobre el eje horizontal (x) del plano, mientras en el eje vertical (y) se ubicaban los componentes verdes, para poder asignar un punto específico para cada color en el plano. Los colores tienden al gris conforme se acercan al lado izquierdo, debido a que su pureza espectral se ve disminuida.

El problema con el modelo XYZ es que las distancias entre los colores individuales no corresponden con las diferencias que el hombre percibe. La distancia entre el verde y el amarillo, por ejemplo, es demasiado larga comparada con la que hay entre el rojo y el azul.

El estándar CIE está, a su vez, basado en el sistema XYZ de colores primarios que no existen físicamente, sino que son puramente teóricos e independientes de espectros de color como RGB (aditivos) o CMYK (sustractivos). Estos colores primarios virtuales, sin embargo, han sido seleccionados, de modo que todos los tonos que el ojo humano puede percibir estén comprendidos en su espacio de color.

El estándar CIE se fundamenta en las curvas de respuesta de los tres receptores de color del ojo. Dado que varían levemente de persona a persona, la CIE ha definido un "observador estándar" cuya respuesta espectral corresponde más o menos a la respuesta promedio de la población. Esto hace más objetiva la determinación colorimétrica de los colores.

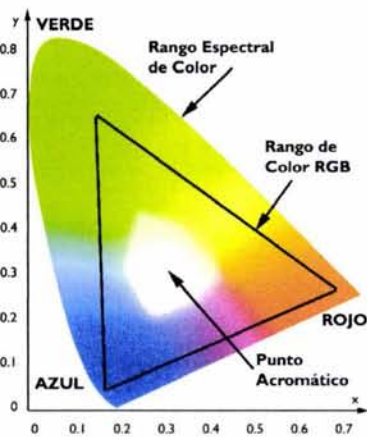


Fig. 4.20 "Vela" del estándar CIE de color

La introducción del sistema CIE de color hizo posible transformar la determinación del color de un proceso descriptivo de la calidad (expresiones como "rojo brillante"), en un proceso que puede ser expresado en términos cuantitativos y numéricos exactos (por ejemplo, 0.7, 0.24, 0.4).

Además del juicio cuantitativo que facilita, el espacio de color CIE permite presentar de manera sencilla los resultados de las mezclas de color aditivo. Los resultados siempre se encuentran en líneas rectas entre los colores que se mezclan. El estándar CIE permite también las transformaciones de un rango de color en otro. Por ejemplo, la transformación de un color dado del rango RGB de un monitor al rango CMYK de un proceso de impresión, es facilitado por este estándar.

⁶ Commission International de L'eclairage.- <http://www.hike.te.chiba-u.ac.jp/ikedai/CIE/home.html>

Sin embargo, el diagrama cromático CIE tiene sus desventajas: la brillantez es difícil de incluir y hay una discrepancia entre las diferencia de color percibidas y el espaciado real del color en el sistema.

4.5 EL ESPACIO CIE L*A*B

El espacio de color CIELAB (de 1976) se basa en los colores primarios XYZ e incluye los contrastes complementarios recién expuestos. El sistema considera tres pares de colores: rojo-verde, amarillo-azul y negro-blanco (para la brillantez).

En la figura 4.21 se ve cómo el tono y la saturación ocupan las coordenadas *a* y *b*, con valores positivos o negativos. Al igual que el triángulo estándar, este sistema representa todos los colores concebibles. Los valores numéricos para la intensidad y el tono se derivan de *a* y *b*:

Tono: $h = \arctan(b/a)$ que corresponde al ángulo entre el vector de color y el eje *a+*

Saturación (o cromas): $c = (a^2 + b^2)^{1/2}$, que corresponde a la distancia entre el lugar geométrico del color y el centro.

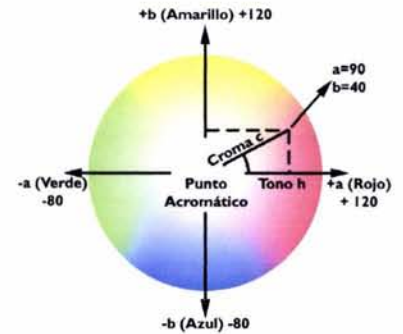


Fig. 4.21 El espacio CIELAB y los valores para tonalidad y saturación.

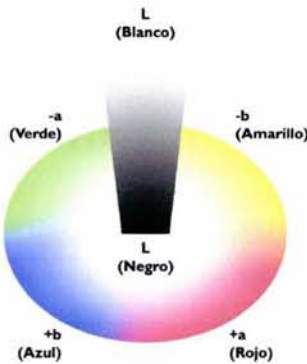


Fig. 4.22 El espacio CIELAB incluyendo la escala L de brillantez

La tercera característica, la brillantez, se representa verticalmente con la escala llamada *L* con valores de 0, para el negro, a 100 para el blanco (fig. 4.22).

En el espacio CIELAB, al contrario de la "vela" de color de la figura 4.20, las líneas entre los colores primarios no son rectas, debido a la equidistancia que se logra de los colores por una transformación no-linear de los valores XYZ en valores CIELAB. Este sistema es, hasta el momento, el modelo más preciso para localizar un color específico en el espacio tridimensional. Prácticamente, todos los sistemas de clasificación actual se basan en mayor o menor medida en él, dado que es el que mejor aplica para todos los materiales con que se pigmentan o colorean los objetos. Además, es independiente de cualquier medio de reproducción, de modo que pueden especificarse según la percepción directa.

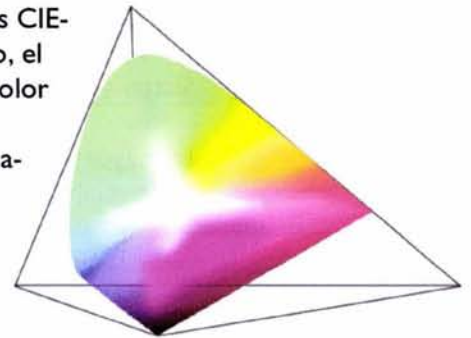


Fig. 4.23 El Espacio CIELAB completo

4.6 OTROS SISTEMAS EMPLEADOS EN LA ACTUALIDAD

En 1976, la CIE no sólo recomendó el sistema CIELAB sino también el **CIELUV** que, a diferencia del primero, es una transformación lineal de las coordenadas XY y que, a pesar de su relativa inexactitud comparativa, es adecuado para la mezcla de colores aditivos en monitores y televisiones.

La investigación del color, la iluminación y la luz en general continúa en nuestros días, con organismos nacionales e internacionales, que dedican grandes cantidades de recursos a la investigación y divulgación de métodos de especificación, aplicación y certificación de tintes y pigmentos. Entre los principales organismos dedicados a tales investigaciones se cuentan instituciones públicas como el Centro de Investigaciones sobre diseño en Color (Design Research Centre), de la Gran Bretaña, o el Consorcio Internacional del Color (International Color Consor-

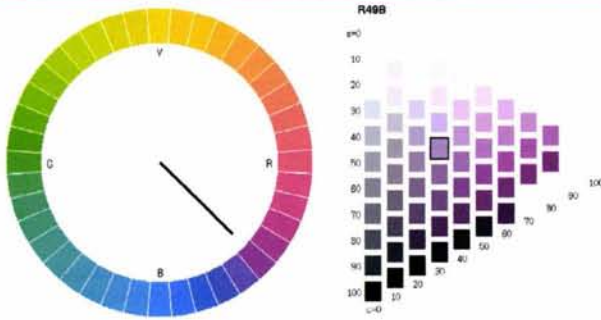


Fig. 4.24 El color R49B, en la gama de los violetas, en una representación circular y en una despegada del modelo NCS

tium), norteamericano, mientras comercialmente sobresalen Agfa Gevaert o Heidelberg, ambas en Alemania.

Poco a poco, entre varias de estas organizaciones se ha ido imponiendo la idea de cuatro colores primarios (rojo, amarillo, azul y verde), a partir de las investigaciones de la CIE, como es la que se desarrolló en Suecia, hacia 1970, conocida como Sistema de Color Natural (NCS). Cualquier color puede representarse como una combinación de dos o menos de estos tonos. El rojo y el verde, o el amarillo y el azul, no pueden ser percibidos juntos en el mismo color y son por tanto tonos opuestos.

Otro modelo, el **TekHVC**, ha servido de base para presentar y elegir los colores en sistemas y programas de computación, y fue patentado por Tektronix Inc., que lo aplica en su sistema de igualación de colores TekColor. Es una simple transformación del modelo CIELUV, cuyos atributos son tono, valor y croma, junto con diversas características de la interfase con el usuario, sirven para sistemas sencillos de diseño gráfico por computadora.

4.7 UN MODELO PARA LA INDUSTRIA: PANTONE



Fig. 4.25 La guía Pantone, referente obligado para muchas industrias.

La historia de Pantone es típica de las empresas norteamericanas: Lawrence Herbert compró en 1962 una imprenta, Pantone Press, cuando ésta estaba cerca de la quiebra, pero para el año siguiente ya había ideado la forma de salvarla haciendo, de paso, una aportación a los estándares para identificar, igualar y crear colores en grandes y variados campos de la industria, empezando, una vez más, la de las artes gráficas.

Herbert no partió de un acierto científico, pues creía que el espectro del color es visto de manera diferente por cada individuo; esta misma convicción lo empujó a crear el Sistema de Igualación Pantone (PMS - Pantone Matching System).

La mayor aportación del sistema Pantone es la homologación de un lenguaje para la fabricación de los más diversos artículos en gran cantidad de materiales, y ha sido posible gracias al perfeccionamiento, logrado en el propio instituto de investigaciones de la compañía, en la preparación de los colores básicos, cuyas frecuencias de reflexión corresponden exactamente a las del espectro electromagnético.

Complementado continuamente a través de los años (durante la última década se vendieron más de 6,000 ejemplares de sus libros), el Sistema de Igualación Pantone (PMS) incluye "estándares de color, nombres o números de identificación y fórmulas para tintas de impresión..."⁷ basadas en las tintas de colores primarios que la misma compañía produce. Las referencias abarcan una paleta de más de 3,000 colores, especificadas como porciones de cada tinta o como porcentajes del total de pigmentos o "blanco transparente", necesarios para preparar el color deseado.

El sistema Pantone se ha extendido, geográfica y comercialmente, a todo el mundo pero, además, a otros campos de la industria, principalmente la textil y la del plástico, incursionando en nuevas tecnologías como la computación, desde que ésta se convirtió en herra-

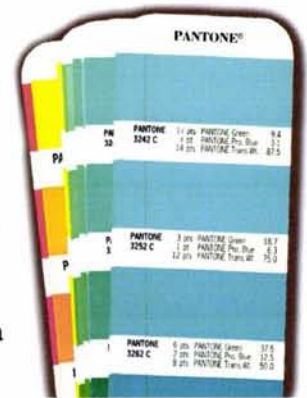


Fig. 4.26 A la izquierda, las partes que lleva un color Pantone; a la derecha, como porcentaje de la mezcla total.

⁷ PANTONE Inc.- Color Formula Guide 1000. 4ª Ed., New Jersey, 1992-1993

mienta fundamental de los diseñadores a principios de los 80. Por lo mismo, no es aventurada la afirmación de que "Como el código de barras, la clave Pantone se ha convertido en un ingrediente integral de la economía global: una línea de comunicación que juega un papel importante para asegurar calidad y uniformidad entre cadenas de producción frecuentemente muy distantes..."⁸

Hoy en día, la gama de productos Pantone, un virtual monopolio mundial, comprende libros especializados, guías de igualación, plumones y licencias a diversas empresas, incluyendo compañías de programas de computación como Adobe Systems, Aldus Corp., o Quark. La gama de colores especificados, que a fines de los años 1990 había llegado a 1,102, se expandió, a mediados de 2000, en 147 colores más.

La evolución de los sistemas de clasificación de los colores nos ha acercado a estándares comerciales como el de Pantone, aunque cada vez es mayor el número de compañías proveedoras de colorantes y recubrimientos que ofrecen sistemas internos de igualación de cualquier tono, brillo e intensidad. Se atiende así a la necesidad de contar con colores iguales para distintos materiales, de modo que la apariencia de los objetos, las marcas, los anuncios comerciales, sea consistente y, por lo que toca al color, idéntica. El estándar de la industria, sin embargo, es precisamente el sistema Pantone, como la herramienta más confiable para lograr esa consistencia en los colores, sin importar los distintos materiales en que se puedan aplicar.

Hasta aquí el recuento histórico sobre el entendimiento y la sistematización de los colores, que completa también la revisión sobre el conocimiento que se tiene sobre el color como fenómeno físico y químico, que deviene en fenómeno biológico de la percepción e interpretación psicológica, y que hemos concluido precisamente con la clasificación de los colores, por su fuente (luminosa o como pigmento) y por la manera en que se pueden mezclar y combinar a partir de elementos básicos. En la segunda parte de nuestro estudio nos adentraremos en las consideraciones del color como elemento comunicante y, como tal, como parte fundamental de la composición en el diseño, en interacción directa con otros elementos primarios de la composición formal, y que pueden manejarse a voluntad para provocar reacciones y comportamientos específicos en los usuarios de los objetos que diseñamos.



Fig. 4.27 El prototipo Ford 021C toma su nombre del Naranja Pantone estándar

⁸ VANDERBILT, Tom.- op. cit., pág. 50.

EL COLOR COMO ELEMENTO DE LA COMUNICACIÓN

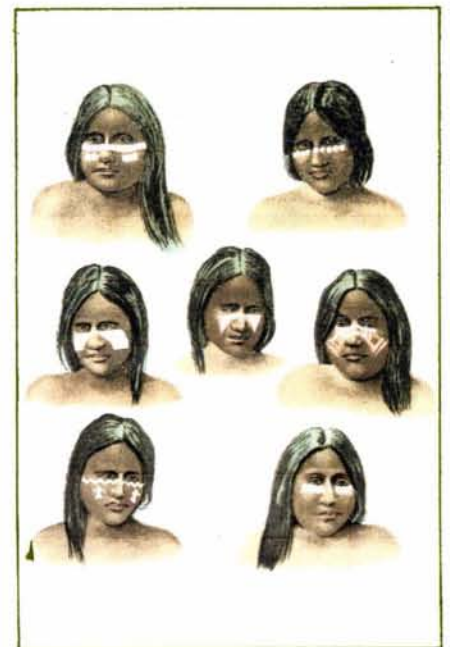
5.1 LOS ELEMENTOS DE LA COMUNICACIÓN

Hasta ahora hemos considerado al color únicamente en sus vertientes de fenómeno físico, resultado de la irradiación de luz sobre los objetos, y de fenómeno fisiológico, una vez que el ojo capta las ondas lumínicas reflejadas por las cosas, las convierte en impulsos eléctricos y las envía al cerebro para su interpretación y el desencadenamiento ulterior de procesos de identificación, ubicación, movimiento, entre otros. Estos aspectos nos han llevado a profundizar en las condicionantes físicas y biológicas de percepción de los colores y en las diversas clasificaciones que de ellos se han desarrollado en los últimos quinientos años hasta llegar a los diferentes sistemas y normas, científicos y comerciales, de la actualidad.

Al iniciar esta segunda parte, es momento de analizar lo que sucede cuando el cerebro toma los impulsos de luz y color que le llegan desde los ojos y los interpreta, ya convertidos en información que da lugar a sensaciones, emociones, recuerdos, actitudes y respuestas del individuo que observa. Tal análisis facilitará al diseñador dotar a sus obras de elementos comunicativos, dado que cada individuo y cada cultura dotan a los objetos que producen con cualidades formales específicas, que a su vez actúan como muestras y vehículos de los valores, costumbres y normas que rigen al grupo cultural.

Al estudiar las diversas formas en que la comunicación se lleva a cabo, se tiene que incluir, desde luego, la función del color como elemento comunicante, tanto de manera consciente y hasta reglamentada, como también formando parte de los estímulos a que respondemos de manera inconsciente, de manera individual y o en grupo, según lo que han demostrado diversos estudiosos desde el siglo XIX, quienes están convencidos de que el individuo es, en gran medida, un conglomerado de roles y que se comunica, por distintos medios, en función de cada uno de ellos. Levi-Strauss, por ejemplo, estableció que la pintura facial indica el paso de la naturaleza a la cultura y que la cara pintada es una característica del hombre civilizado. Además que, como gran parte de los fenómenos de la naturaleza, los colores fueron, desde tiempos remotos, dotados de significados y funciones mágicos que han ido pasando de generación en generación en las distintas culturas, algunas veces de manera directa y otras sufriendo modificaciones con el paso del tiempo.

Para profundizar un poco en los mecanismos de la comunicación, tomemos las conclusiones más recientes en psicología de la percepción, que parten de que existen dos tipos fundamentales de comunicación:



PINTURAS CARACTERÍSTICAS.

Fig. 5.1 Una de las primeras manifestaciones de la búsqueda de identificación es el color del propio cuerpo. En la imagen, indígenas del estado de Sonora a principios del Siglo XX.

A. Personal y directa: Es la comunicación que se da entre grupos pequeños de personas que intercambian ideas de manera más o menos inmediata, sobre todo de forma oral, pero también escrita, por teléfono o por "chat". El mensaje se genera por un emisor y es captado por un receptor, que puede o no contestar al primero.

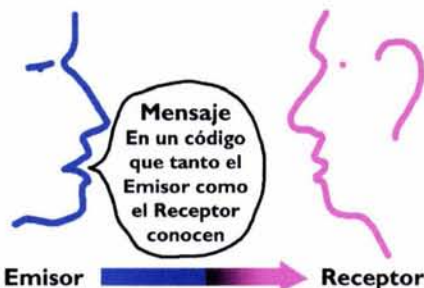
Los mensajes enviados de forma personal permiten mayor interrelación entre emisor y receptor, son más completos, entran más en detalle y toman en cuenta los antecedentes personales de cada participante y la relación que se ha desarrollado históricamente entre los integrantes de la comunicación.

B. De grandes grupos o masiva: El mensaje es emitido por una o pocas personas y recibido por muchos individuos de características diferentes. Los grandes medios de comunicación desarrollados en el siglo XX se han convertido en la principal, y en ocasiones la única, fuente de información para muchas personas, sin oportunidad real de réplica o retroalimentación. Al darles la misma información, se va condicionando a los receptores a compartir opiniones y formas de pensar y de vivir la vida. De hecho, se ha llegado a preferir la comunicación por los medios masivos que atender un discurso directo, pues a los ojos del receptor los medios masivos se han convertido en garantes de autenticidad.

Aún cuando la comunicación se puede dar a nivel consciente (al hablar, al dar una noticia en la televisión) o inconsciente (por las expresiones corporales o como opinión del interlocutor o del locutor), el receptor capta e interpreta siempre la totalidad de la información que le llega. Es decir, el hombre comunica (y recibe e interpreta) más de lo que piensa conscientemente, mediante signos no lingüísticos, pues no sólo existen el lenguaje verbal y el escrito. Los elementos que lo acompañan como los gestos, los movimientos, etc., tienen también un importante significado. Dado que estos elementos inconscientes de la comunicación varían de un grupo social a otro, es claro que hay que analizar los elementos o signos de los mensajes y sus efectos, bajo la perspectiva de los antecedentes y el medio cultural en que se dan.

Los signos o elementos que integran un mensaje son estudiados por la "Semiótica" o "Semiología", que establece una relación entre esos elementos de significación y los procesos culturales. Comúnmente se le define como la ciencia general de todos los signos o símbolos a través de los cuales los hombres se comunican entre sí, de acuerdo a un esquema en que existen un emisor y un receptor, en contacto gracias a un código preestablecido enmarcado en un contexto socio-cultural en el que se mueven tanto emisor como receptor, del que depende el mensaje, es decir, que permite la comunicación.

La comunicación, para que sea tal, inicia con un emisor que envía un mensaje a un receptor que lo capta, lo entiende y reacciona al mismo, ya sea con una acción interna o con una respuesta externa que, en la comunicación personal, se dirige al emisor, el cual se convierte ahora en receptor de la retroalimentación que le envía su contraparte.



5.2 El emisor genera un mensaje que es entendido por el receptor; cuando éste responde, se convierte en emisor y el emisor original se vuelve receptor.

La base de toda comunicación es, por supuesto, el acuerdo que toman emisor y receptor en cuanto al código que emplearán para su intercambio. El código es, entonces, el elemento común de palabras, tonos, silencios, gestos, ademanes y orden de participación que rige la comunicación entre dos o más personas. Si alguno de los participantes desconoce parte o la totalidad del código, ya sea oral, escrito, gestual o específico de alguna disciplina o grupo, seguramente habrá pérdida de información y malos entendidos, que afectarán la capacidad de comunicación en general. Las actividades de grupos cerrados, como logias, clubes o asociaciones, se basan en gran medida, precisamente, en que sus integrantes comparten uno o más códigos ajenos para aquéllos que no forman parte del grupo.

Según el código específico, un mismo elemento puede adoptar significados diferentes, como sucede con la palabra "padre" en nuestro idioma. En su contexto original se refiere al varón que da vida y, por extensión, en diversas religiones, en un segundo contexto, al creador, de donde deriva por cierto su uso para los sacerdotes cristianos; en plural, se refiere a la pareja de progenitores, padre y madre. Pero "padre" también es, hoy en día, en México, un calificativo para aquéllo que nos gusta o nos crea un beneficio.

Dentro de las normas globales que se emplean hoy en día para los intercambios de todo tipo entre los países, en algunos medios se han creado nuevos códigos. Uno de los mejores ejemplos es el código internacional para largas distancias telefónicas con dos o tres dígitos (según el país), seguidos de otros números para la ciudad específica, de tal manera que a México corresponde el número 52 como país y, a partir de ahí, el 33 corresponde a la región de Guadalajara, Jalisco, el 55 a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, el 88 a la región de Monterrey. Para tener acceso a la red telefónica de larga distancia, se debe marcar una clave que inicia con 0 (se añade otro 0 si es internacional, o 1 si es nacional), seguida del identificador del país (que no se requiere para llamadas nacionales), el identificador de la ciudad y finalmente el número del suscriptor al que llamamos. Para anotar nuestro número telefónico en la Ciudad de México, de modo que se entienda en cualquier parte del mundo, se utiliza el formato 52 (55) más los ocho dígitos del domicilio específico. No seguir todas estas especificaciones implicará el fracaso en nuestro intento de comunicación telefónica.



Fig. 5.3 Algunos signos de diferentes códigos: El alfabeto latino, el cirílico, las letras A a G en Braille, A a F en clave Morse, Notación musical, logotipos para estaciones del Metro en la Ciudad de México, iconografía de computadoras personales y signos utilizados por los jóvenes para pintar graffitis en los muros, convirtiendo el alfabeto normal en un código cerrado. En todos los casos es evidente la necesidad de conocer el código para entender los signos

5.2 EL SIGNO

Adam Schaff, en su "Introducción a la Semántica", establece que, "dentro del proceso de comunicación humana ciertos fenómenos, objetos, sucesos naturales, etc., llegan a ser algo más: elementos de un proceso social a los que llamamos signos" ¹. Los signos son los elementos del lenguaje que expresan directa o indirectamente un pensamiento, y que funcionan como medio de comunicación. Son intermediarios entre la imagen y el concepto o, en el ámbito del arte y del diseño, son traducciones visuales de conceptos. Según autores como Eco², los signos se constituyen por la unión de un significante y un significado:

- A. El Significante** se refiere a la forma, la apariencia del signo; pertenece a la expresión y existe sin necesidad de un análisis externo. Cualquier sonido existe por sí mismo, aún sin una intención de formar parte de una frase hablada o de una composición musical. Cualquier garabato existe, de hecho, en el papel o en un muro, independientemente de lo que un observador pueda ver o leer en él. El signo π y el signo **A**, por ejemplo, tienen su significante precisamente en su respectivo trazo.
- B. El Significado** representa el contenido y no puede darse sin un análisis de su contexto cultural y/o social. El signo π es la letra "Pi" en el alfabeto griego, pero en el lenguaje de las matemáticas representa un valor numérico constante (3.1415926). La **A** es la primera letra del alfabeto occidental e indica un sonido específico para cada idioma que la emplea, pero puede representar también el valor del área de una figura, o puede iniciar una enumeración de puntos en un texto, como en el caso específico del párrafo anterior.

¹ Schaff, Adam.- Introducción a la Semántica. FCE, México, 1962, pp. 164 a 167

² Eco, Umberto.- La Estructura Ausente. Introducción a la Semiótica. Ed. Lumen, Barcelona, 1989

De lo anterior se infiere que la unión entre significante y significado es indisoluble en un contexto específico, como parte del código conocido por aquellos individuos que comparten la comunicación.

En cuanto a la forma de su uso, se establecen 3 dimensiones del signo:

- A. **Semántica:** Se refiere al significado específico del signo. Si se respeta su configuración básica, es independiente del estilo o el método con que se exprese. Una nota **mi** representa el mismo sonido para un oboe que para un piano, en notación tradicional o en notaciones especiales.

Todos conocemos el lugar de la **A** como primera letra del alfabeto y su sonido en nuestro idioma, sea al principio, al final o en medio de una palabra, con acento o sin él. Del mismo modo, conocemos el significado de π como una letra griega, de nombre Pi y de pronunciación semejante a nuestra "P"

- B. **Sintáctica:** Define al signo como elemento relacionado con otros signos, utilizados todos según ciertas reglas acordadas por el grupo que los emplea.

En un escrito, el signo **A** tiene un uso específico como principio de palabra, de capítulo o como primer punto de una lista. Después de un punto o al principio de un nombre propio siempre expresará el sonido de esta letra de la misma manera A, "mayúscula".

En cualquier caso, aún cuando se utilicen los mismos signos (significantes), los significados cambian notablemente de acuerdo con el contexto en que se encuentran y las reglas específicas de cada caso. Si no se siguen esas reglas, no se entenderá el texto de un escrito o las especificaciones en un plano, o no habrá modo de que le llegue nuestro correo electrónico a quien deseamos porque las computadoras no identifican la dirección.

- C. **Pragmática:** El signo es visto en relación con su propio origen, sus efectos sobre el receptor y los usos que tiene.

Usada adecuadamente, la sucesión de símbolos **A-m-a** provocan un efecto específico y una reacción en el lector, del mismo modo en que, al enviar un correo electrónico al "**usuario@receptora**" nuestra computadora le pedirá a nuestro servidor que envíe el mensaje a la cuenta del usuario "**nombre**" dentro de la computadora que actúe como receptora, la cual a su vez identificará su propio nombre y recibirá el mensaje.

5.3 SIGNIFICADO

Los signos, como se mencionó, se rigen por reglas específicas que constituyen un Código, que norma las relaciones entre los diferentes signos, con su correlación específica entre significante y significado. Las reglas del Código son de representación o expresión (semánticas), de construcción (sintácticas), y obedecen a usos y costumbres de un grupo social determinado para provocar las acciones y reacciones esperadas (reglas pragmáticas). Lo que es fundamental es utilizar el código adecuado, es decir, los signos que corresponden a cada caso, con cuidado de hacerlo en el orden que se ha convenido socialmente, de modo que todos podamos entender lo que todos queremos expresar. Es decir, que todos entendamos el significado de lo que se comunica.

Schaff establece que el significado es lo que permite al signo desempeñar la función de intermediario en el proceso de comunicación humana, pues lo que importa no es el signo en sí, sino ese signo dentro de un contexto concreto. Es el significado el que convierte en signos los objetos y los acontecimientos materiales, y al hacerlo representa una relación social entre hombres que actúan y se comunican entre sí³.

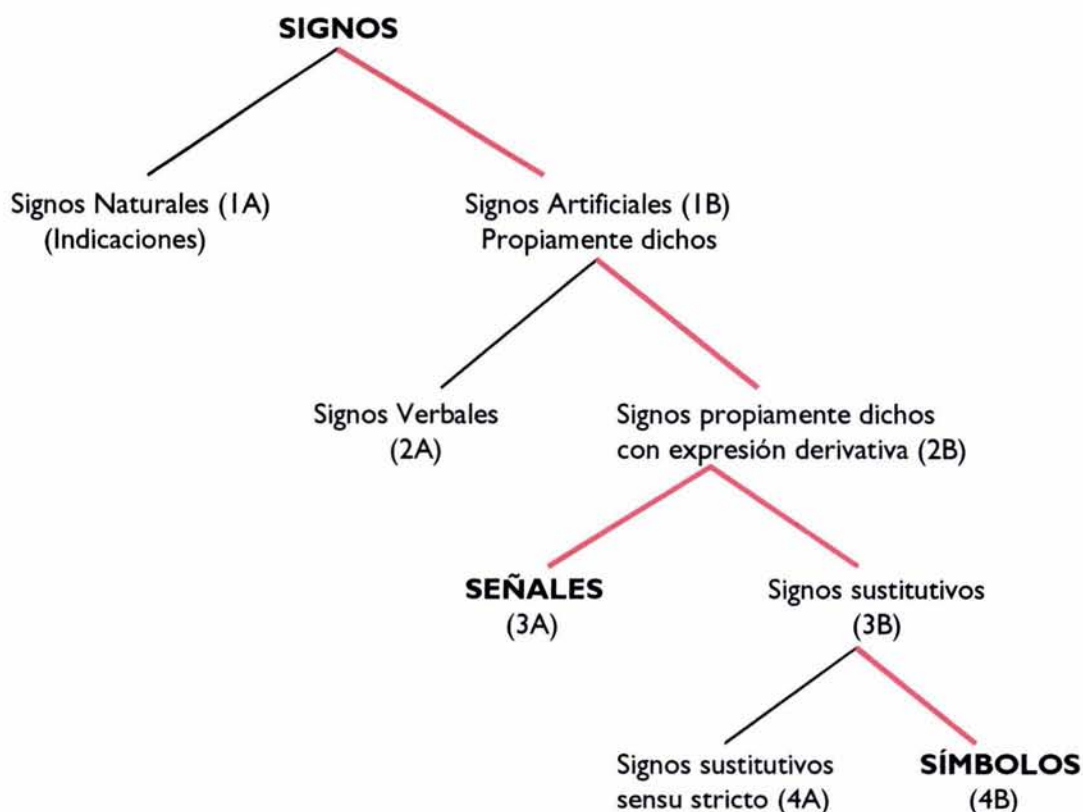
³ cfr. Schaff, op. cit., pp. 228-229 y 266 a 271

5.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SIGNOS

En su multitudada obra, el mismo Adam Schaff ⁴ establece una clasificación de los signos que sigue siendo válida hasta nuestros días, según la cual existen dos grandes grupos: los signos naturales, que se manifiestan independientemente de la actividad humana deliberada y que sólo después son interpretados como signo de algo (la temperatura corporal, un enrojecimiento de los ojos o del rostro, etc.), y los signos propiamente dichos, o signos artificiales, producidos por el hombre para que funcionen como tales.

Todo objeto material, o la propiedad de ese objeto, o un acontecimiento material, se convierte en signo cuando en el proceso de la comunicación sirve, dentro de la estructura de un lenguaje adoptado por las personas que se comunican, al propósito de transmitir ciertos pensamientos concernientes a la realidad, esto es, al mundo exterior o a experiencias internas (emociones, estéticas, volitivas, etc.) de cualquiera de los copartícipes del proceso de la comunicación.

La clasificación completa de los signos de Schaff podría representarse con el siguiente esquema:



La primera separación se da entre los signos naturales (IA en el esquema) o "indicadores", pues denotan algún fenómeno natural en los organismos: un estornudo puede indicar un resfrío, del mismo modo que un bostezo es síntoma de cansancio. Por contraparte, la mayoría de los signos artificiales (IB) son convencionales, han sido producidos conscientemente por los hombres para comunicarse, ya sea que se trate de signos verbales, expresados con la voz (2A), o de signos propiamente dichos con expresión derivativa (2B), es decir, que si bien obtienen su significado del lenguaje fónico, lo expresan por otros medios.

Estos signos con expresión derivativa se subdividen a su vez en dos, de acuerdo con su función específica: como señales (3A), que tienen una influencia directa sobre la acción humana, como se verá más adelante, y como sig-

⁴ ibidem, pp. 164 a 190

nos sustitutivos (3B), que representan ciertos objetos, situaciones o acontecimientos, evocando en la mente ideas, imágenes y pensamientos, como son todos los lenguajes que se han creado en la historia, incluyendo los gráficos.

Los signos sustitutivos (3B) son de dos tipos: Signos sustitutivos sensu stricto (4A) o símbolos (4B). Los primeros representan otros objetos, ya sea por semejanza (icónicos, como son los dibujos, fotografías, maquetas o esculturas), o por convención social, como signos escritos que representan sonidos del habla, palabras o frases, como las formas escritas de los diferentes lenguajes.

Los símbolos, como se verá más adelante, sirven para representar ideas abstractas. Antes nos interesa detenernos en las señales.

5.5 SEÑALES



Fig. 5.4 Una señal informativa en una calle o carretera será de forma rectangular y color verde con letras blancas; si es una señal informativa particular, el fondo será azul. Una señal preventiva, que avise de la proximidad de una curva o una escuela, tendrá la forma de rombo o de un triángulo de fondo amarillo con signos negros.

Una señal restrictiva, para límites de velocidad o para evitar el estacionamiento en algún lugar, será un círculo o un rectángulo blanco, con texto negro y elementos rojos que señalen la restricción.

Finalmente, si hay una situación de emergencia, se utilizará el color rojo, aunque se emplea también el naranja, por su alto contraste con el fondo gris o verde de las carreteras.

Las señales pueden considerarse variantes de los signos, que evocan una acción sin necesidad de emplear ninguna relación consciente de significados, sino recurriendo al reconocimiento inmediato que provocará, modificará o detendrá una acción.

El significado de las señales es arbitrario, según un convenio dentro de un grupo, como se percibe en su mejor ejemplo, que son las señales de tránsito, cuyo significado es casi universal hoy en día, y que se manejan de acuerdo a reglas sintácticas, semánticas y pragmáticas muy estrictas, por las que formas y colores se combinan para comunicar sus mensajes de manera inequívoca e inmediata en el código cerrado.

Un buen ejemplo de la importancia del uso correcto de la sintaxis en las señales es el semáforo, pues en su disposición éste sigue el orden de lectura occidental, de arriba hacia abajo o bien de izquierda a derecha, donde el primer lugar lo ocupa el mensaje que más pronto debe percibir el manejador: el alto de la luz roja (color del riesgo) seguido, en importancia, por el ámbar de precaución y el verde del "siga". Sabiendo estas normas del código, cualquier persona podrá manejar en cualquier parte del mundo, independientemente de que conozca o no el idioma del lugar o inclusive si padece alguna forma de daltonismo.

El código de las señales de tránsito no incluye sólo su forma y colores (semántica), sino también, en un sentido sintáctico, la ubicación de las propias señales, las distancias y alturas respecto al arroyo o al evento que anuncian. No es permitido, por ejemplo, usar un rombo amarillo para indicar el nombre de una calle.

5.6 SÍMBOLOS

Los símbolos son objetos materiales que representan ideas abstractas, expresiones completas de abstracciones, que en algunos casos casi pierden su relación con el objeto que las originó, por lo que hay que hacer un esfuerzo para descifrarlos. Siempre evocan algo ausente o imposible de percibir. Facilitan la expresión de razones misteriosas y varían en su significado de cultura a cultura, es decir, se basan en un convenio dentro de un grupo y, al no ser naturales, es indispensable conocer el código para poder entenderlos. La representación convencional se basa en la representación abstracta por un signo que llega del exterior a los sentidos⁵. Los símbolos más conocidos son los religiosos, cuya relación con lo abstracto es evidente, pero también constituyen la base de actividades como la heráldica y la vexilología (estudio sobre las banderas).

Entre los investigadores que han trabajado sobre los símbolos, sobresale el psicólogo Carl Gustav Jung, colaborador del desarrollo temprano del psicoanálisis con Sigmund Freud. Jung llegó a la conclusión de que el pensamiento inconsciente trasciende al individuo, al compartir con toda la humanidad ideas, conceptos, asociaciones, sensaciones y emociones que conforman un inconsciente colectivo. Los estímulos formales que desencadenan tales emociones, sensaciones, actitudes y acciones colectivas, son llamados por Jung "arquetipos", modelos intelectuales que no sólo van heredándose casi genéticamente, sino inclusive van teniendo un proceso acumulativo a través de las generaciones humanas.

Un arquetipo muy primitivo es la representación del sol como un círculo o un punto. No sólo eso: el punto, "por antonomasia, es la representación de la unidad"⁶. Por su parte el círculo, por no tener principio ni fin, sirve para representar a Dios, al universo y lo infinito.

Una línea horizontal es arquetípica como representación de la tierra, mientras que un trazo vertical representa la unidad de la divinidad descendiendo de lo alto o, en sentido contrario, el deseo del hombre por acercarse a los dios.

No es casual entonces que la unión del Dios cristiano hecho hombre, es decir, que desciende a la tierra para ser igual a los humanos, esté representada por la cruz de la horizontal, terrena, y la vertical, divina.

El triángulo apoyado en su base se usaba en el antiguo Egipto para representar la divinidad, mientras para los pitagóricos representaba la sabiduría. En el cristianismo representa la triple personalidad de Dios. A un nivel más profundo, es decir, más antiguo, representa lo femenino, apoyado en la tierra pero tendiendo a lo superior. El triángulo invertido representa lo masculino, lo celeste, la búsqueda por la verdad.

Si se sobreponen ambos triángulos se forma una estrella de seis puntos, la estrella de David, como nuevo modelo perfectamente simétrico, en una unión ideal entre lo masculino y lo femenino, la terrenal y lo celestial. Es la representación arquetípica del conocimiento pleno⁷.

Tanto la cruz como la estrella de David tienen un significado profundo para el hombre, independientemente de que ambos han mantenido su vigencia, de manera consciente por sus promotores, a lo largo de los años.

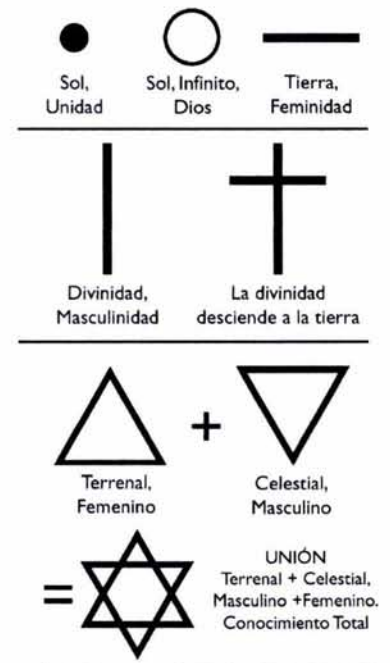


Fig. 5.5 Arquetipos primitivos cuyos significados llegan a nuestros días con un significado propio en sí mismos o en conjunto.

⁵ Ídem, pág. 90

⁶ VÁZQUEZ ALONSO, Mariano.- "El Libro de los Signos".- Ediciones 29, Barcelona, 1996, pág. 23.

⁷ Ídem, pp. 26 a 28



Fig. 5.6 Fotografía aérea del bosque alemán donde los nazis sembraron, hacia 1930, alerces entre los pinos para lograr este efecto cada año en primavera y otoño.



Fig. 5.7 Escudo del D.F.

La suástica, que se originó en la India antigua como un símbolo de crecimiento, fuerza y poder, es una de muchas derivaciones que hay de la cruz, que en este caso gira en su centro; los ángulos en sus extremos representan rayos de luz que emergen al girar la cruz. El sánscrito original, Svastikah, significa "ser afortunado" y es particularmente utilizada por los jainistas, los budistas y los seguidores de Vishnú⁸. En el sentido del reloj, la suástica simboliza la energía masculina y en el sentido contrario simboliza la femenina aunque, hoy en día, se identifica con la magia negra y las energías negativas⁹.

Este símbolo demuestra, por lo demás, hasta qué punto los significados pueden ser modificados en la mente de las personas, pues parecería que "los nazis se apropiaron de la suástica y... contaminaron el símbolo para siempre. Han aprisionado a la suástica por más de 50 años. La suástica, según la mayoría de la gente cree, simboliza el nazismo y el mal."¹⁰ Los nazis, por cierto, buscaron el símbolo en oriente y no en la propia cultura germánica antigua, donde se le conocía como la "Cruz de Thorn"¹¹.

Hay ejemplos tradicionales, como la heráldica, donde los símbolos conforman un lenguaje completo. Cada elemento dentro de un escudo confiere a éste sus propios significados, de modo que el conjunto represente las características propias de un apellido, de una institución, una región o una nación. El ejemplo más claro es el escudo nacional mexicano, cuyos elementos nos remiten al mito de la fundación de Tenochtitlan en un islote dentro de un lago donde un águila devorara una serpiente.

El rey Carlos V inició una controversia histórica al otorgar a la Ciudad de México un escudo propio, en diciembre de 1523. Lo único propio de estas tierras que contiene el escudo son las diez hojas de tuna en la orla y el agua que simboliza el lago; la torre románica y los leones representan el triunfo de los españoles sobre los mexicas¹². Al principio, a este escudo se le añadían los elementos de la heráldica prehispánica, hasta que éstos se acabaron imponiendo y constituyendo en escudo nacional. Sin embargo, el escudo real ha llegado hasta nuestros días, prácticamente sin modificaciones, como emblema de la Ciudad de México.

Los símbolos pueden variar, tanto en la forma del significante (trazo) como en su significado, con el tiempo y la evolución propia de los contextos social y cultural. El escudo de la Universidad Nacional Autónoma de México, por ejemplo, ha ido evolucionando a lo largo de su historia, reflejando las características de cada época, es decir, variando su código y su simbología conforme cambiaban el entorno y el estatus de la institución. Con su fundación en 1563, como Real y Pontificia Universidad de México, Carlos V permitió que en su insignia (figura 5.8 a)

⁸ cfr. "The Swastika did not originate as a Nazi symbol of hatred".- <http://www.mindspring.com/~falun/swastika.htm>. Diciembre 2000.

⁹ cfr. FONTANA, David.- *The Secret Language of Symbols*.- Chronicle Books, San Francisco, 1994, pág. 57.

¹⁰ cfr. GONZÁLEZ, Servando.- "The Swastika and the Nazis".- <http://www.intelinet.org/swastika/swascont.htm#anchor1162>. Enero, 2001.

¹¹ "The Swastika did not ...", op. cit..

¹² cfr. FLORESCANO, Enrique.- "La Bandera Mexicana Breve Historia de su Formación y Simbolismo".- Fondo de Cultura Económica, México, 1998.

se usara el escudo real con los leones y las torres, junto con las armas, tiara y llaves del Vaticano, rodeado de guirnaldas; en una segunda variante (figura 5.8 b,) aparece flanqueado por las columnas de Hércules y rematado por la corona imperial, junto con el toisón -o cordero- de oro en el borde inferior.¹³

Con la independencia de México en 1821, el nombre de la Universidad cambió a Nacional y Pontificia, lo que conllevó a un cambio en su escudo, que se vio nuevamente modificado durante el corto imperio iturbidista, en que la Universidad pasó a ser Imperial y Pontificia. En él, aparece el águila imperial coronada y, encima, las armas pontificias (figura 5.8 c).

Al caer Iturbide, se volvió a la Universidad Nacional y Pontificia, hasta que fue clausurada en 1867. En su escudo (figura 5.8 d) aparece el águila mexicana dentro de un óvalo bordeado con olivas y oriflomas y coronado por el escudo papal, todo contenido en una triple bordadura, en las cuales todavía aparece un lema en latín: "Sigilum minus nationalis ac pontificiae mexicanae universitatis".

Cuando se restableció la Universidad en 1910, había perdido su carácter pontificio y tenía sólo un carácter de Universidad Nacional de México. Tanto este nombre como su escudo reflejaban el carácter liberal y positivista de sus fundadores, aunque el escudo (figura 5.8 e) aún tenía una configuración española, con una bordadura que encerraba el emblema nacional, y que a su vez tiene dos cabezas del dios Jano en la parte exterior. El lema en la bordadura era, una vez más, escrito en latín: "Patriae. Scientie. Amor. Salvs. Populi. Est." ("La salvación del pueblo está en el amor a la patria y a la ciencia").

El actual escudo de la UNAM (figura 5.8 f) data de 1921 y representa las intenciones y la orientación de la institución después del movimiento de revolución, más allá de la limitada descripción original del entonces rector, José Vasconcelos, quien además creó el lema, ahora en español, "Por mi raza hablará el espíritu", que implica "...la convicción de que la raza nuestra elaborará una cultura de tendencias nuevas, de esencias espiritual y libérrima"¹⁴

Conservando la configuración básica anterior, el lema se encuentra en una bordadura que encierra el mapa de Latinoamérica, desde la frontera norte de México hasta la Patagonia. Tal bordadura está flanqueada por un águila real y un cóndor, aves emblemáticas de nuestro país y de América del Sur, respectivamente. A sus pies, el Popocatepetl y el Iztaccíhuatl, simbolizando el Valle de México, donde se asienta la Universidad, y una "alegoría del nopal azteca"¹⁵ que sustituye los olivos, las guirnaldas y las oriflomas utilizadas comúnmente en la heráldica europea y como un gesto más de nacionalismo en sí mismo.

El escudo está coronado por una banda con el nombre de la Universidad Nacional de México, que fue modificada al obtener la institución su autonomía en 1929. Este escudo, vigente hasta nuestros días, responde a todo un proyecto nacionalista y de emancipación del subcontinente latinoamericano, que creó todo un código de valores y de símbolos en México, que perduró por lo menos hasta fines del siglo XX.

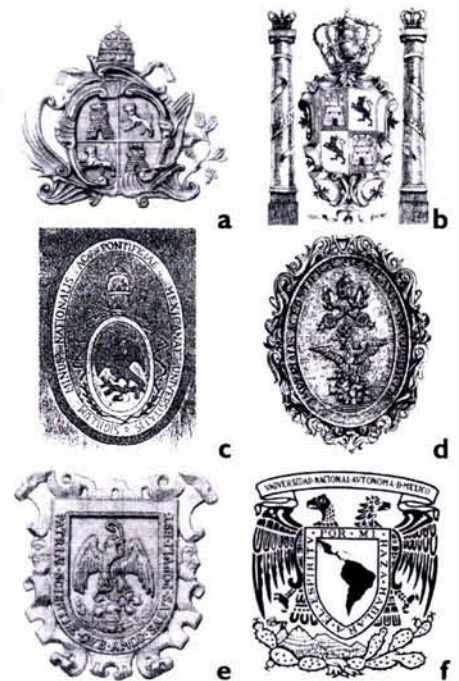


Fig. 5.8 a) el Escudo original de la Universidad, de 1563. En b, aparece flanqueado por las columnas de Hércules. c y d, el Escudo imperial y el de la primera mitad del Siglo XIX. Finalmente, e y f, el Escudo de la Universidad refundada en 1910 y el adoptado en 1921.

¹³ cfr. "Los Escudos de la Universidad Pontificia" en la Agenda Universitaria 1999, páginas correspondientes a la semana del 18 al 24 de enero.

¹⁴ VASCONCELOS, José.- "Considerandos para la creación de un nuevo escudo y lema para la Universidad Nacional de México". Sesión del H. Consejo Universitario del 27 de abril de 1921.

¹⁵ VASCONCELOS, José.- "Propuesta para la Creación de un nuevo Escudo y Lema para la Universidad Nacional de México". Sesión del H. Consejo Universitario del 27 de abril de 1921.

5.7 LOS COLORES Y SU VALOR SIMBÓLICO



Fig. 5.9 El fervor patriótico tiene uno de sus mayores elementos expresivos en los colores nacionales.

Pero para los universitarios no es únicamente el escudo lo que tiene significado profundo como integrantes de la institución y los hace compartir un proyecto. La misma función tienen el lema, el "goya" y, por supuesto, los colores oro y azul, presentes en toda actividad relevante, en todo encuentro deportivo y en el subconsciente colectivo de los miembros de la UNAM.

Y es que, en casos como éste, los colores se consideran signos en sí mismos, elementos de gran importancia para la comunicación. Muchas veces se manejan como reemplazo comunicante para atraer la atención del espectador, sin profundizar en su contenido propio. Pueden reforzar el significado de ciertas imágenes a las que se les asocia, como las señales. Al hacerse más complejo el objeto en que se aplican, se hace más difícil reconocer su significado.



Fig. 5.10 La bandera del Reino Unido, que reúne a tres países y tres símbolos de gran tradición.

Las banderas nacionales, más que a una actividad consciente, recurren a una reacción anímica de los habitantes de los diferentes países. La bandera, junto con los demás "símbolos patrios", apela al subconsciente colectivo de una comunidad para provocar una emoción de orgullo, de pertenencia y la disposición a defenderla en una justa deportiva o en una guerra, como representante de todo lo que implica el concepto de nación.

Los colores de las banderas, sin embargo, no están definidos según un código internacional único: cada país utiliza los colores y escudos que mejor representan sus tradiciones, convicciones, objetivos y aspiraciones y se deben leer

en su propio contexto. Así, la bandera británica contiene los colores de las respectivas cruces de los tres países que forman el Reino Unido: En primer lugar, la cruz roja de San Jorge, de Inglaterra, sobre la cruz blanca en diagonal sobre fondo azul de San Andrés (por Escocia). La cruz blanca de San Patricio, patrono de Irlanda, se sobrepone a la de San Andrés, pero por debajo de la de San Jorge, como enmarcándola.

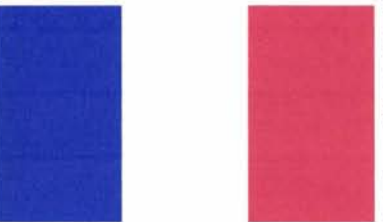


Fig. 5.11 Más moderna y más humanista, la bandera francesa combina símbolos reales y populares.

Los colores de la bandera francesa, cuya autoría se atribuye a Lafayette, combinan el blanco real con los colores militares de París, rojo y azul, como símbolo de la reconciliación del rey con el pueblo, pocos días después de la toma de la Bastilla. De ahí su asociación con los postulados de la revolución francesa de libertad, igualdad y fraternidad. Posteriormente se ha definido que el azul es el

color de San Martín, el héroe galo-romano; el blanco, es el color de la Virgen María, a quien estaba consagrado el reino y era, por tanto, el color del rey, mientras el rojo es el color de Saint Denis, santo patrono de París ¹⁶.

El hecho de que el significado de cada bandera depende del contexto histórico, religioso y social de la nación que representa, es claro en aquellas banderas que utilizan animales o plantas como escudo de armas integrado a la bandera, como México o Uganda, con su águila y su gallo, respectivamente.

Aún es más claro que las banderas pertenecen a formas culturales específicas y que debe entenderse dentro del código propio del país, al observar, por ejemplo, la bandera de Jordania, cuya lectura es de derecha a izquierda; es decir, lo último en leerse es el triángulo rojo. O tomemos el caso de la de Filipinas: En tiempos de paz, la posición de la franja azul (los valores espirituales) es la superior, pero en tiempos de guerra la bandera se voltea y la franja roja (de los instintos guerreros) queda encima. Lo que hay que notar en todos los casos, pero sobre

¹⁶ CRAMPTON, William y VELDE, François.- "France: Origin of the Flag", en "Flags of the World". <http://atlasgeo.span.ch/fotw/flags/index.html>

todo en este último, es la importancia de los colores como parte relevante del código en que se inscribe cada bandera, como elemento fundamental que recurre al inconsciente colectivo de la población de las distintas naciones, que se sienten representadas por su lábaro y capaces de los mayores sacrificios por él, como símbolo en sí mismo y por lo que representa.

Los colores no se limitan a acompañar y subrayar el significado de los signos, las señales y los símbolos, sino que poseen un alto contenido simbólico intrínseco y, aunque no se ha profundizado suficientemente en su estudio como signos, sobre su código y la formación de sus significados, el simbolismo del color se encuentra prácticamente en toda expresión humana, desde el vestido hasta el arte. Este simbolismo se establece intuitivamente en los grupos humanos al relacionar la apariencia elemental de la naturaleza, según cada cultura. Sin embargo, hay simbolismos "permanentes" o constantes: prácticamente en toda sociedad, por ejemplo, el amarillo es el color del sol, y se asocia con la luz.

Efectivamente, todos los elementos simbólicos, como los colores, se relacionan por analogía con la naturaleza, y las cualidades de ésta, junto con las reacciones anímicas que provocan, se proyectan a su vez sobre ellos. Por eso, muchos de los mensajes pueden ser ambiguos y no explícitos, dependiendo del contexto, del ritual al que pertenecen. De ahí pueden nacer incluso significados que pueden ser duales o incluso opuestos. El rojo puede simbolizar la vida, la pasión, pero al mismo tiempo puede tener el significado de muerte y de violencia.

Los estudios sobre los efectos que en el ser humano causan los colores, a pesar de haberse iniciado por el mismo Goethe en el siglo XVIII (ver capítulo 4), no se han consolidado sino hasta mediados del siglo XX, como consecuencia del desarrollo de la psicología moderna. "Siguiendo, por una parte, los procesos de las creaciones a base de luz y color, y por otra, los grados de percepción, de emoción y de sensación, se tendrá una idea de la manera como pudo nacer en nosotros la 'cultura del color' y será posible echar una ojeada en una porción importante, aunque pequeña, de los procesos culturales", decía en 1963 la revista alemana 'Humboldt', que acompañaba su artículo de un cuadro de interrelaciones entre los colores y sus efectos psicológicos profundos, la relación social del que los usaba para vestir, la expresión de un local comercial y lo que simbolizaba en ese entonces para el promedio de la gente.¹⁷

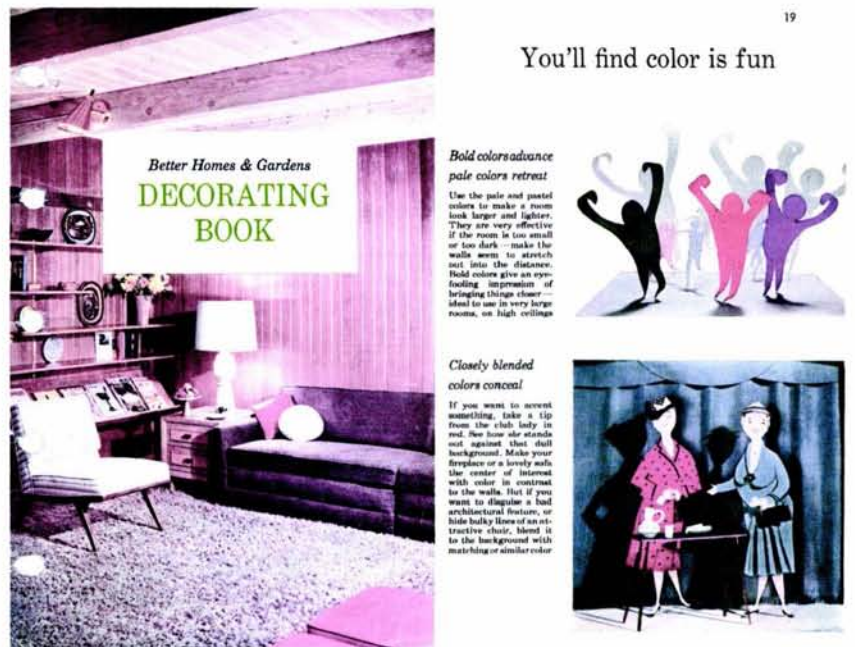


Fig. 5.19 Un catálogo de Sears Roebuck para aplicación de colores en la decoración, de la década de 1950.

¹⁷ GÖRSDORF, Kurt.- "El Hombre de Hoy y el Color. En busca de una Psicología práctica de los Colores". en Humboldt, N° 14, Übersee-Verlag, Hamburgo, 1963, pp. 50 a 56.

No es casual que en aquella misma época las tiendas departamentales empezaran a publicar guías para la combinación "adecuada" de colores en la decoración como un elemento de venta: los colores jugaban ya un papel importante en la mercadotecnia y el "buen gusto" empezaba a poder ser sistematizado y cuantificado, tendencia que ha continuado y se ha ido alimentando con los años, hasta llegar a verdaderas "recetas" sobre los efectos que los colores pueden ocasionar en el observador, en ocasiones con bases científicas, pero la mayoría de las veces de manera intuitiva. Esa clasificación o descripción de los colores por sus efectos en el ser humano es el tema de nuestro siguiente capítulo.

DESCRIPCIÓN DE LOS COLORES

Hoy en día, el color es un instrumento de primera magnitud para la mercadotecnia y el éxito de los productos; se han desarrollado textos completos que estudian, describen y permiten aprovechar la manera en que los colores de un logotipo, una tarjeta de presentación, un producto, un empaque, una página web, el diseño de interiores o elementos arquitectónicos o del vestido pueden causar reacciones poderosas. "El color envía un mensaje subliminal, que juega un papel crítico en el éxito o el fracaso. Atraerá o distraerá, trabajará a favor o en contra de uno", afirma Jill Morton en su guía "Color Voodoo" ¹, en la que da una serie completa de significados para 10 colores y sus diferentes gamas, desde el punto de vista psicológico, de la naturaleza, culturales, histórico-político, en cuanto a la moda, sus efectos ópticos y sus usos en seguridad.

Uno de los principales propósitos de este trabajo es, precisamente, el estudio de los significados que los colores pueden tener en nuestra cultura. Además del estudio de la obra de la Dra. Georgina Ortiz ² y de la oportunidad que tuve de conocer sus investigaciones, aún no publicadas, sobre los efectos del color en la psique del mexicano, he construido empíricamente, con mis alumnos de la licenciatura en Diseño Industrial de 1994 a 2003, tablas con las referencias a la naturaleza y los significados para los diferentes colores, en asociaciones libres dentro del salón de clase. Esta pequeña encuesta informal ha arrojado resultados sorprendentes por la reiteración que, una y otra vez, se hace de los significados de los colores, si bien es cierto también que algunas veces los resultados reflejan más un estereotipo que una respuesta espontánea.

En las siguientes páginas se presentan diez colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, siguiendo su posición, por su longitud de onda en nm, en el espectro electromagnético. De allí sigue el café como gradación del naranja hacia el negro, para continuar precisamente con éste y pasar por el gris hacia el blanco. Las cualidades del dorado y del plateado, que no son colores propiamente, han sido integrados en los colores a cuya gama pertenecen, es decir, amarillo y gris, respectivamente (aunque la plata y otros metales semejantes, son conocidos como "blancos").

Para cada color se expone su ubicación en el medio natural, iniciando precisamente por su lugar dentro del espectro, para seguir con ejemplos característicos que se encuentran en la naturaleza, sean del reino animal, vegetal o mineral, pues tales elementos se constituyen generalmente en el referente psicológico, cultural y social del color respectivo.

Por lo mismo, el siguiente punto que se toca es el de la primera impresión óptica que causa el color y que por lo general lo identifica dentro de una categoría de temperatura, como "frío" o "caliente". Acto seguido, se aborda la primera asociación psicológica, derivada de la procedencia natural del color y de la primera impresión óptica, así como las asociaciones derivadas del subconsciente colectivo. Estas asociaciones psicológicas marcan las connotaciones y convenciones culturales históricas y regionales, cuyos ejemplos sobresalientes son expuestos, siguiendo en la medida de lo posible un orden histórico cronológico. Como formas culturales, caben aquí las diferentes creencias religiosas e incluso interpretaciones astrológicas. En un párrafo aparte se presentan los significados específicos de los colores en las culturas mesoamericanas.

¹ MORTON, Jill.- "Color Voodoo #1 - A Guide to Color Symbolism". Documento PDF publicado por Colorcom. <http://www.jiffyart.com>, 1997. pp. 9-10

² ORTIZ Hernández, Georgina.- "El Significado de los Colores".- Trillas, México, 1992

De las asociaciones establecidas derivan los diferentes valores simbólicos que se han ido asignando a cada color, en diversas culturas, en diversos grupos sociales y según diferentes creencias, que se presentan en un apartado junto con algunas que se han hecho históricamente con otros aspectos de la cotidianidad.

Los valores simbólicos de los colores que, según las teorías de Carl Jung se convierten en parte del patrimonio colectivo, han llegado a representar los valores de diferentes sociedades. Estos valores son mencionados también para cada color y, cuando cabe, inclusive para distintas tonalidades de cada uno. El párrafo correspondiente cierra con ciertos dichos que actúan como representaciones lingüísticas de tales valores sociales, especialmente en México.

Finalmente, se presenta una rápida revisión del uso del color ya como expresión social, en la creación de ambientes en interiores y en la moda, para concluir con una somera descripción del empleo de cada color en el diseño industrial de productos.

6.1 ROJO

NATURALEZA: En el espectro electromagnético, el rojo se encuentra entre las longitudes de onda más bajas que percibe el ojo humano (de 622 a 780 nm), justo por encima de la longitud de onda de calor.³ Es el color del fuego, la sangre, diversas flores, frutas y verduras, así como aves y peces. En el reino mineral sobresalen los rubíes y los granates.

ÓPTICA: Se dice que el rojo "avanza" hacia el observador, creando la impresión de que los objetos rojos están más cerca de lo que en realidad se encuentran; se le considera el color más cálido y sus tonalidades van hacia el naranja, que atrae más a los hombres, o hacia el violeta, que atrae más a las mujeres.⁴



Fig. 6.1 En connotaciones femeninas, de cuidado y suavidad, el rojo se asocia con los cosméticos en su tonalidad rosa.

PSICOLOGÍA: El rojo tiene, en occidente, fuertes connotaciones psicológicas, frecuentemente contrastantes entre ellas como energía, calor, fuerza, dinamismo, actividad, valor, excitación, agresión, guerra, odio, amor, pasión, calidez, sexualidad. Estos contrastes se explican por lo notorio que es este color y la manera en que resalta en cualquier medio. Es un color estimulante, poderoso y energético. El rosa, sin embargo, adopta un significado de ternura y de distancia.

CULTURA: Entre los romanos, era el color del poder, de Júpiter. En la cultura judeo-cristiana se le asocia con el demonio y el infierno, por su relación con el fuego, pero en el cristianismo también con la pasión de Cristo. Derivado de todo ello, también es el color del día de San Valentín y de la Navidad. Durante el siglo XX el rojo tuvo una asociación muy fuerte con el comunismo.

Para las culturas nahuas el rojo, "tlapalli", era el color puro, de las llamas y el fuego, de Teotlauhco, el cielo pintado de rojo y primera creación, así como de Tonatiuh, dios del sol, que aparecía pintado todo de rojo, pero también de Xipe, dios del verano y Xochipilli, divinidad de las flores. Tláloc mismo vestía adornos rojos en verano.

SIMBOLISMO: El rojo ocupa un lugar preponderante en las culturas china y japonesa. Para los chinos, el rojo es un color de suerte y el rosa simboliza un éxito inminente, pues es el color del alba, pero en Japón es el color de la angustia y del peligro. En Occidente no sólo tiene connotación de peligro, sino también de prohibición; además, en Francia es un color aristocrático. Simboliza el fuego, el ruido, la animalidad, pero en tonos rosa esos

³ Todos los datos sobre las longitudes de onda de los colores están tomados de HECHT, Eugene.- "Hecht Optics", Addison-Wesley Publishing Company, EUA, 1990, pág. 72.

⁴ MORTON, Jill.- Op. cit., pp. 9-10.

significados derivan hacia la dulzura, la ternura y la cursilería. En México, regalar rosas rojas es símbolo de amor apasionado.

SOCIEDAD: El rojo carmín y el rosa agrisado son individualistas, mientras que el rojo vino es más sociable. El rosa es considerado, en cambio, un color aislante.⁵ En lenguaje figurado, un chiste o un comentario rojo o "colorado", "subido de tono", tiene connotaciones sexuales. Del mismo modo, prácticamente en todas las ciudades existe una zona en que se permite el comercio sexual, o "zona roja". Por otra parte, "ver todo color de rosa" denota un optimismo desbordado.

INTERIORES: Una habitación roja se hace estrecha y produce estrés y agresividad, pero como toque o acento, en muebles o accesorios, el rojo le da carácter y vida. El rosa, por su parte, causa una sensación de bienestar, se "disuelve" en el ambiente. Tonos en rosa mexicano dan calidez veraniega aún en ambientes fríos. Junto con elementos negros o dorados, el rojo puede crear un ambiente de opulencia; los tonos rojo manzana combinados con verde son muy utilizados en los interiores norteamericanos y nórdicos. Combinado con mucho blanco, el rojo resalta una apariencia de limpieza y orden.

MODA: El rojo se puede usar para atraer la atención. Se utiliza para resaltar características femeninas, ya sea su sensualidad en cosméticos o lencería, o bien para hacer referencias de calidez y suavidad en sus tonalidades rosas. Cuando esos rosas son intensos dan idea de juventud y de alegría.

DISEÑO INDUSTRIAL: El rojo se emplea mucho en diversos objetos, por sus cualidades de atracción óptica y sus connotaciones psicológicas y simbólicas. Sus usos más frecuentes están relacionados, en muchas normas y reglamentos, con mensajes de precaución, con la acción de detener procesos u operaciones y se emplea para transmitir ideas de emergencia y peligro. Se relaciona con la virilidad, el deporte y la juventud, encontrando amplias aplicaciones en objetos dirigidos a mercados masculinos, infantiles y juveniles, así como a aquéllos que resaltan valor, coraje, pasión y erotismo.



Fig. 6.2 El rojo siempre llama la atención y por ello se asocia con situaciones de emergencia, como indicador, como instrumento y como remedio o ayuda.



Fig. 6.3 La asociación con acción, velocidad, con virilidad y excitación, se aprovecha para vender automóviles deportivos.

En la codificación internacional el rojo es el color del alto, de la suspensión de tareas, del peligro y el riesgo; en señalización es indicativo de prohibición, en la mayoría de los casos cruzando el signo de la acción no permitida.

6.2 NARANJA

NATURALEZA: En el espectro electromagnético el siguiente color después del rojo es el naranja, que abarca un rango entre 597 y 622 nm. Comparte con el rojo la calidez, la alegría y la luminosidad. Se le relaciona con el fuego, el ocaso y diversas flores, frutas y animales.

ÓPTICA: El naranja comparte mucho de la aproximación óptica aparente del rojo, aumentada por sus componentes amarillos, que lo hacen inclusive más brillante.

PSICOLOGÍA: El naranja tiene efectos emocionales de calor, alegría de vivir, vigorizantes, de actividad, excitación y calidez. Se le asocia con la valentía y la audacia.

SIMBOLISMO: El naranja simboliza el sol y el oro; es un color que denota adaptabilidad, sociabilidad y calidez, por lo que representa a la amistad.

⁵ Todas las referencias a la manera en que el uso de los colores afecta las relaciones sociales están tomadas de GÖRSDORF, Kurt.- "El Hombre de Hoy y el Color", en Humboldt, Übersee-Verlag, Hamburgo, Año 4, N° 14, 1963, pp. 50 a 56.



Fig. 6.4 Al añadir elementos color naranja a un ambiente frío, sobresalen por su brillantez y calidez.



Fig. 6.5 En los objetos de uso cotidiano los elementos anaranjados resaltan junto a los colores fríos, mecánicos, dando además idea de seguridad.

CULTURA: La casa real de los países bajos se conoce como la Casa Naranja. Por las flores y frutas que se dan en esa época del año, se relaciona el naranja con el día de muertos (cempazúchitl) y, en Estados Unidos, con el Halloween (calabaza).

SOCIEDAD: El naranja, por su calidez intrínseca, es un color que vincula grupos de personas, que contribuye a estrechar lazos de amistad.

INTERIORES: El naranja es un color que encierra, que crea contornos, aproximada. Se dice que provoca hambre, lo que lo ha hecho un color muy usado en restaurantes, aunque en realidad lo que crea es un ambiente de cordialidad, aunque su uso excesivo, llega a causar fatiga e irritación.

MODA: En el diseño y la confección de prendas de vestir se utilizan tonos brillantes de naranja para usarse en primavera, cuando se busca reflejar la mayor luz posible. Por el contrario, en otoño e invierno se utilizan más los tonos apagados, cercanos a los sepías y cafés.

DISEÑO INDUSTRIAL: Por ser un color poco usado y por su alto contraste con el gris del pavimento o con el azul del agua, se emplea como fondo para señalar obras de reparación vial en calles y carreteras y en equipo de salvamento náutico. Se usa también para señalar partes peligrosas en maquinaria o equipo energizado que puede causar daños.

6.3 AMARILLO

NATURALEZA: El rango que va de 577 a 597 nm, dentro del espectro, se identifica como color amarillo, cuyos referentes naturales son la luz del sol, la arena, muchas flores, frutos, aves, peces y diversos felinos. Entre los minerales sobresale el oro, pero también gemas como el topacio o incluso el ámbar.

ÓPTICA: El amarillo es el color que el ojo percibe y procesa más rápidamente debido a que es el más luminoso de todos los colores.



Fig. 6.6 Los equipos de excavación son amarillos para que resalten contra pavimentos y follajes. Amarillo es el código para las tuberías de gas.

PSICOLOGÍA: El amarillo se percibe como un color animado, fresco, calmante; en general es un color alegre, de esperanza y de vitalidad, de luminosidad, de expansión y optimismo, pero se vuelve pálido y seco al acercarse al beige. En tonalidades hacia el verde se hace ambivalente y marca relaciones variables. Al mismo tiempo que es el color de la filosofía, representa también el egoísmo, la deshonestidad, la traición y la cobardía.

SIMBOLISMO: Los objetos amarillos dan idea de luz, de espiritualidad, aunque se dice que es el color de la envidia. Si es beige, remite a ideas de dinero o de playa, pero un amarillo verdoso es alegre y flojo. El amarillo además simboliza riqueza y poder. En México, regalar flores amarillas es símbolo de desprecio.

CULTURA: En China el amarillo era el color del honor y la realeza, reservado a los emperadores, mientras en India es un color sagrado y privilegiado por los monjes budistas como el color de la humildad. Las túnicas de los dioses griegos eran también amarillas. Para los árabes, el amarillo es el color de la felicidad y la prosperidad. Durante la Edad Media se utilizaban banderas amarillas para simbolizar enfermedades y cuarentena. En nuestros días, a pesar de las referencias al oro y al lujo, algunas culturas consideran el amarillo un color "corriente" y "barato".

En la cultura mexicana, el amarillo, junto con el naranja, era el color de las flores de las tumbas; era también el color de Ilhicatl Tonatiuh, cielo inferior del sol en plenitud.

SOCIEDAD: El amarillo estimula los contactos interpersonales, pero éstos se hacen superficiales cuando se usan tonos de beige.

INTERIORES: En habitaciones se le considera un color excéntrico, ligero, pero amplía los espacios, y es vibrante y luminoso. Usado en exceso puede provocar nerviosismo e inquietud entre los ocupantes, pero en general contribuye a dar calidez y claridad. Durante la década de 1970 se usaron mucho tonos en beige que crean un ambiente estático, formal, pero indiferente. El uso de tonos de amarillo verdoso ayuda a una buena distribución de la luz, aunque puede dar impresión de frialdad; en cambio, con los tonos menos luminosos, como el tono del azafrán o de la mostaza, se logran calidez e intensidad.

MODA: El amarillo es un color que se utiliza mucho en primavera y verano, para reflejar la luminosidad de la estación. En otoño se emplean tonos apagados, acordes con los tonos que toma la vegetación en esta estación. Es un color que se utiliza mucho en ropa juvenil e infantil.

DISEÑO INDUSTRIAL: En un contexto de codificación social, el amarillo es un color de prevención, tanto en maquinaria y equipos como de fondo en señales de tránsito, por su facilidad de percepción y procesamiento, sobre todo en contraste con el negro; por lo mismo, es el color que se emplea para los camiones escolares, que deben ser perceptibles en el mínimo tiempo posible, y es el color de las tuberías que transportan gas. El tono ámbar es el color de prevención en luces de tránsito y semáforos.

Por la luminosidad del amarillo, es un color muy utilizado en artículos juveniles e infantiles, sobre todo cuando a través del amarillo se innova la apariencia tradicional de algunos objetos. Las posibilidades se amplían enormemente para su uso prácticamente en cualquier material, por la gran cantidad de tonalidades posibles para el color amarillo.



Fig. 6.7 El uso de amarillo para los objetos de diseño industrial les confiere una apariencia actual y atractiva.

6.4 VERDE

NATURALEZA: Los tonos de verde se encuentran de 492 a 577 nm, al centro del rango visible del espectro electromagnético, por lo que marcan el paso de los colores cálidos a los fríos. Prácticamente, el verde se encuentra en toda la vegetación, en peces, batracios, aves, serpientes e insectos. Algunas gemas como las esmeraldas, el jade o la jadeíta poseen también tonalidades verdes.

ÓPTICA: El color más fácilmente perceptible, el verde le proporciona reposo al ojo. De hecho, la luz verde se afoca directamente, con la mayor precisión, en la retina. Es además el color con mayor cantidad de tonalidades, y obviamente su apariencia depende de la cantidad de azul o de amarillo que contenga. Su reproducción gráfica es muy limitada. En tonos claros, hacia el lima, el verde es brillante, pero conforme se va opacando se hace más suave y tranquilo.



Fig. 6.8 Las asociaciones con higiene y salud son bien aprovechadas en productos para la limpieza.

mágica a donde migraban las almas entre la niebla de la muerte. En varios pueblos, entre los que sobresalen los mismos celtas, el verde era el color de la fertilidad y por tanto el que usaban las novias al contraer nupcias. Los árabes mantienen este significado, que suman al de fuerza y poder y lo hacen un color sagrado, mientras para los japoneses es el color de la juventud, la energía y el futuro. Entre los irlandeses, herederos de los celtas, el verde, junto con el trébol de cuatro hojas, se ha convertido en el color de la suerte, concepto que ha pasado al resto del mundo.

En el México precolombino, el verde es el color del cuarto cielo inferior, Ilhuicatl Huiztlan, cielo del sur y del crepúsculo.

SOCIEDAD: El verde es considerado un color ingenuo, algo pesado, adquiriendo una tendencia a la amabilidad conforme se va aclarando. En tonos oliva se le relaciona con adicciones.

INTERIORES: El verde produce sensación de tranquilidad, subrayando los ángulos, las formas y las curvas conforme se va oscureciendo. Es por ello que se le utiliza en interiores de hospitales, pues además la sangre sobre el verde adopta un tono negruzco que impacta menos. Se dice también que un ambiente verde contribuye a la armonía y al alivio de enfermedades, pero si se combina con amarillo se crea un ambiente claro y brillante. El verde oliva, por su parte, es algo disolvente, creando ambientes relajados y rústicos. Los tonos más oscuros, como el verde botella o el verde hoja, imponen más formalidad. De unos años para acá se utilizan más los verdes de cítricos, como limas y limones.



Fig. 6.9 El verde es un color fresco, vital y natural.

PSICOLOGÍA: La referencia psicológica obvia del verde es con lo natural, lo vital, aquello que es real y, como consecuencia, la limpieza, la higiene. En tonos oscuros el verde se vuelve abismal o festivo, pero en tonalidades claras es tierno, elusivo, calmante. El verde oliva es un tono equilibrado y amable. En cualquiera de dichas tonalidades, sin embargo, el efecto principal del verde es el sedante.

SIMBOLISMO: El verde evoca frescura, vegetación, bosque, naturaleza y, derivado de ello, también vida, salud y juventud. Si es oscuro da idea de esplendor, de elegancia y de algo mineral; en tonos pastel adquiere atributos de maternidad, calma, seguridad. Sin embargo, tiene algo de ambivalente, pues también es el color de la envidia y los celos. Se le relaciona con los sabores amargos o agrios. Figurativamente, un "viejo verde" es un hombre entrado en años que pretende o anda con muchachas jóvenes. En cambio, alguien que no ha alcanzado madurez, o una situación o tarea cuya culminación está lejana están "verdes". La frase "El que es perico donde quiera es verde" afirma que una persona mantiene sus actitudes, costumbres y características en cualquier entorno y situación.

CULTURA: Para los antiguos egipcios, el verde, que llegaba con las crecidas del Nilo, representaba la esperanza y la alegría de la primavera. Para la dinastía china Ming, el paraíso debía ser verde. Para los celtas era el color de la isla

MODA: El verde ha estado de moda en diferentes momentos, pues mientras en los años 1960 se usaron mucho los tonos aguacate, durante los 1990 se usaban tonalidades más puras y estables. En los catálogos de tendencias se marcaba los tonos claros de verde como los colores a utilizar en la primavera y el verano de 2001, como parte de una tendencia hacia los colores "cítricos" que perduraría gran parte de la década.

DISEÑO INDUSTRIAL: Dentro del movimiento Arts and Crafts, William Morris usaba el verde como componente de sus propuestas de regreso a las formas naturales y los valores tradicionales. El verde se utiliza en la señalización que indica rutas de evacuación por ser el color complementario del rojo, que es el color del fuego. De esta manera, se logra que resalte el letrero, aún para personas daltónicas o cuando haya gran cantidad de humo. También es el color de fondo de señales de tránsito de dirección con tipografía en blanco.

6.5 AZUL

NATURALEZA: En un rango de 455 a 492 nm, la referencia obvia para el azul en la naturaleza se encuentra en el cielo, en océanos y lagos, en aves, peces y gemas como el lapislázuli o algunas flores y frutos, aunque es difícil encontrarlo en mamíferos.

ÓPTICA: El azul es considerado un color frío. Si el rojo se acerca, el azul parece alejarse, alterando la percepción de distancia de los objetos de este color.

PSICOLOGÍA: El azul representa la espiritualidad, la verdad, la confianza, así como limpieza, seguridad y tranquilidad. Es un color frágil, melancólico, depresivo e introvertido. En tonalidades oscuras es un color contenido, constructivo, abierto, masculino, conservador, pero como azul celeste representa ansiedad y comprensión. Un azul verdoso es un color limpio, frío, claro, seguro, pasivo.

SIMBOLISMO: El azul, por su obvia asociación con el agua, es sedante, sirve de consuelo y relajación.

CULTURA: En China, el azul es el color del intelecto, la inmortalidad, paz y contemplación; entre los hebreos representaba la santidad, mientras que para los cristianos evoca virtudes como espiritualidad y pacifismo. En Roma antigua, las togas de los filósofos eran azules. Para los hinduistas es el color de Krishna, pero para los japoneses el azul es un color usado por villanos, que despierta desconfianza. En cambio, en las culturas árabes se usa para representar la virtud, la fe y la verdad.

Entre los antiguos mexicas el azul era el color del agua y de los respectivos dioses del agua, de la lluvia y de la luna. Era el color del norte y del oeste. El norte, por ser la región de la media noche, dominada por la luna; el oeste, porque era una región con mucha agua. Los tlatoanis, representantes de Xiuhtecutli, dios del firmamento azul, usaban diademas, narigueras y mantos azules, mientras que Huitzilopochtli era el dios del día, del cielo diurno con sol, y por tanto su cara tenía franjas azules y amarillas representando el sol. Azules eran también el primer cielo inferior, Ilhuicatl Xoxouhco, que se ve de día, y los dos últimos, Ilhuicatl Tetlaliloc e Ilhuicatl Tlalocan Metzli, cielos del vacío y las estrellas y de la luna, junto al viento, respectivamente.

SOCIEDAD: El uso del azul en el vestido es considerado impersonal, desairado y, si es oscuro, favorece el equilibrio. El azul celeste da idea de idealización, pero en tonos hacia el verde debilita el contacto interpersonal. Durante la década de los 1970 la imagen de la sociedad occidental era azul por el uso extensivo de la mezclilla, y desde entonces se le asocia con ropa juvenil e informal.

INTERIORES: El uso de tonos azules da a las habitaciones un ambiente introspectivo, por lo que son ideales para el re-entrenamiento y la meditación; igualmente propicia el aprendizaje y la concentración, por lo que se recomienda su uso en estudios y salones de escuela. El azul se recomienda en habitacio-



Fig. 610 El azul, color frío, se utiliza para resaltar la frescura que proporcionan algunos aparatos, pero puede usarse para contrarrestar psicológicamente el calor que otros emiten.

nes en que hay mucha actividad, debido a su efecto tranquilizante y de concentración. Si es oscuro, subraya la expresión del local, pero en tono celeste amplía el espacio, le da sensación de aéreo. En cambio, un azul verdoso dilata e impone orden. Los tonos intensos de azul son muy utilizados en climas tropicales y en el Mediterráneo, por lo que se les asocia con esas zonas, su luminosidad, su calor y humedad.

MODA: El uso de prendas de mezclilla ha puesto de moda el azul en los últimos tiempos, relacionándolo con la informalidad, la comodidad, la frescura y la juventud.

DISEÑO INDUSTRIAL: Como parte de los códigos de empleo de maquinaria, previene de su arranque o uso cuando se le está reparando. Con tipografía blanca se le usa como fondo para señales de información turística y para señalar una bifurcación o un camellón en el camino. El azul se utiliza para dar sensación de frescura e higiene, por lo que es común encontrarlo en electrodomésticos.

6.6 VIOLETA

NATURALEZA: En el extremo opuesto del rojo dentro del rango visible del espectro electromagnético, el violeta tiene las frecuencias más cortas y las longitudes de onda más altas, que van de 390 a 455 nm, es decir, la menor energía. En la naturaleza se encuentra en las frutas de plantas trepadoras como las moráceas (las cuales le dan su nombre común, "morado") y en algunas flores. Los colores de muchas de ellas son, por cierto, imposibles de copiar o reproducir, por lo que el violeta siempre ha sido considerado un color raro, lujoso y por tanto de la realeza, en especial el púrpura, que sólo se obtenía del caracol púrpura del Mediterráneo y, posteriormente, de las costas de Oaxaca. Por supuesto, hay otros animales con colores violeta: peces y aves; algunos insectos, principalmente los escarabajos, tienen tonalidades violeta en sus caparazones tornasolados.

ÓPTICA: El violeta es el color más difícil de discriminar, no sólo por encontrarse en el extremo del espectro electromagnético, sino además por las diferentes longitudes de ondas en que "vibra", haciendo que el ojo trate de percibir sus componentes azules y en seguida ajustarse abruptamente para tratar de percibir los componentes rojos.

PSICOLOGÍA: El violeta es un color espiritual, místico, secreto, grave, digno. Es el color de la fe, de la creatividad y de la inspiración, de la sensibilidad y la autoestima. En el otro extremo es un color que denota aristocracia y realeza, aunque también puede llegar a la pomposidad o a la crueldad. Es al mismo tiempo un color de luto, de muerte y de separación. Es especialmente atractivo en alimentos para los niños hasta los 5 ó 6 años, que prefieren los objetos morados o, como ellos dicen, "de uva".



Fig. 6.10 Es bien conocida la predilección de los niños por los dulces y juguetes "de uva", en referencia al violeta.

SIMBOLISMO: Al violeta, que combina la fuerza y autoridad del rojo con la santidad y la sabiduría del azul, se le relaciona con la singularidad, con lo individual, lo artístico, pero al mismo tiempo con alta exigencia. Como púrpura, puede ser desconcertante y culturalmente ha adoptado también connotaciones de justicia, de moral severa y altivez, mientras que como lila se relaciona con la vejez y expresa discrepancia.

CULTURA: En la antigua Roma, el púrpura era el color imperial. Actualmente, el violeta se emplea como color de luto, especialmente en el culto cristiano. En Estados Unidos, el reconocimiento oficial al valor militar es el Corazón Púrpura.

SOCIEDAD: El violeta estimula las vivencias individuales, y expresa deseos de diferenciación social, sobre todo cuando es púrpura. En el otro extremo, el lila se reconoce como un color asocial.

INTERIORES: El violeta favorece los contrastes, aunque debe cuidarse que su aplicación no sea excesiva o utilizarlo en tonos claros para evitar saturación. Los tonos oscuros ayudan a "centrar" las habitaciones. Para un establecimiento comercial se recomiendan los tonos en lila que retienen a los clientes en el local.

MODA: Combinado adecuadamente, el violeta da un carácter de distinción a quien lo viste. Su uso excesivo o en combinación con colores brillantes puede, sin embargo, dar aspecto de mal gusto y recargamiento. Su uso es amplio en ropa deportiva, en tonos vivos que denotan actividad y esfuerzo.

DISEÑO INDUSTRIAL: Dentro de la codificación normalizada, el violeta se emplea para prevenir sobre energía nuclear peligrosa. Aún no se emplea para señalización de tránsito, pero se ha reservado el color para futuro uso. En el diseño se utiliza para hacer sobresalir los objetos, como símbolo de novedad, diferenciación y juventud.

6.7 CAFÉ

NATURALEZA: El café es el primero de los colores considerados neutros, y se considera una degradación del naranja y de algunos tonos del amarillo, del rojo y del verde; por lo mismo, no existe en el espectro electromagnético como tal, aunque es un color muy común en la naturaleza, empezando por el propio suelo; el café es el color de la tierra, de los troncos de los árboles, de las raíces, de muchas rocas y de gran parte de la materia animal y vegetal en descomposición. También se encuentra abundantemente en el pelo de muchos animales y del hombre, y en el plumaje de varias aves.

ÓPTICA: Si bien el café deriva del naranja, su impacto no es el mismo al ojo, debido a la falta de luminosidad que lo caracteriza. Ello le da connotaciones de firmeza y de sosiego. Es un color que se apaga y se aleja del ojo.

PSICOLOGÍA: La principal referencia psicológica de los tonos café se refiere a lo terrenal, por lo que es un color estabilizante, conformista, sin espiritualidad y, en muchos casos, aburrido. Por el otro lado, la misma relación con lo terrenal lo hace un color de la naturaleza, de la durabilidad, lo confiable, realista, confortable y, sobre todo cuando se trata de tonos de maderas, cálido.

SIMBOLISMO: El color café simboliza la solidez y la durabilidad, pero también denota vulgaridad y domesticidad. En algunos casos también se dice que es el color de la enfermedad.

CULTURA: La astrología y las ciencias ocultas relacionan al café con los pensamientos materiales, con la descomposición y con la decadencia.

SOCIEDAD: El café se considera un color áspero, sin distinción, burdo.

INTERIORES: Por su relación con la tierra y su poca luminosidad, el café es un color que "jala" visualmente hacia abajo, pero también da espesor y voluminosidad a los elementos que decora. Se puede utilizar en interiores modernos o tradicionales, creando ambientes cálidos por la evocación a la naturaleza del color café. Utilizando varias tonalidades de café se logra una atmósfera envolvente.



Fig. 6.11 Aunque es un color difícil de manejar, el violeta puede usarse para dar toques de distinción y elegancia.



Fig. 6.12 Durante la década de los 70 estuvieron de moda los tonos sepia y café.



Fig. 6.13 Al añadir al color café del barro texturas gruesas y formas orgánicas, se logra una apariencia cálida y natural.

MODA: El café es un color conformista, conservador, por lo que es considerado formal y serio. Al ser un color neutro, es fácil de combinar con otros colores, con gran seguridad de lograr una apariencia correcta siempre que se le emplea.

DISEÑO INDUSTRIAL: Dentro de la normalización internacional de tránsito se usa café como fondo para señales de información relacionada con puntos de recreo o de interés cultural. Su relación con la tierra, con las raíces y los troncos de las plantas favorece su empleo en el diseño de objetos con referencias ecológicas y orgánicas.

6.8 NEGRO

NATURALEZA: El negro es la ausencia de color y, por tanto, de luz. Es el color de la oscuridad, de la noche, de las rocas, de los materiales que han sido quemados y las cenizas. En el reino animal se encuentra sobre todo entre los insectos y en el plumaje de algunas aves, en el pelaje de algunos mamíferos y del hombre. Negros son también la obsidiana, la pizarra, el grafito y el petróleo.

ÓPTICA: El negro representa la ausencia de luz, por lo que tiene una gran utilidad como elemento contrastante que delimita los objetos en dibujos y pinturas. Adelgaza los objetos y a las personas que lo usan, pues reduce su presencia óptica, como consecuencia de su absorción casi total de la luz.



Fig. 6.14 En las culturas occidentales, el negro tiene connotaciones de luto, pero también de recato y elegancia.

PSICOLOGÍA: El color negro tiene connotaciones de inseguridad, de negación, absorbencia y de relevancia.

SIMBOLISMO: Se le relaciona subconscientemente con la oscuridad, con agujeros, con el vacío y con lo infinito. Es un color de fuerza, de sofisticación y sensual. Representa el final de los ciclos, la corrupción, la muerte y la depresión. Para las culturas orientales que han desarrollado las artes marciales, el negro es el color del que ha llegado al dominio total de su arte, que se encuentra más allá del sol y que busca nuevos conocimientos y preparar a otros. En las ciencias ocultas, como para la mayoría de las religiones, es el color del mal, de lo oculto, de la absorción y la destrucción, de la negatividad.

CULTURA: La gran mayoría de los documentos se escriben desde hace siglos con tinta negra sobre papel blanco, siendo éste el estándar aceptado para la escritura y la cultura. El negro era el color de Osiris, del renacimiento y la resurrección entre los egipcios, mientras que para los hinduistas es el color del tiempo, de Kali, la diosa de la destrucción. En su sentido de auto-negación, lo utilizan los sacerdotes cristianos. Entre ellos y entre otras religiones el negro es el color de lo oculto, de las fuerzas del mal, del pecado y de la muerte. Según la astrología, el color negro corresponde al signo zodiacal de Capricornio. Para los coreanos el negro representa la oscuridad más allá del sol, por lo que en las artes marciales se otorga una cinta negra a aquél que busca nuevo conocimiento y está listo para enseñar a otros. Los comentarios macabros o que aluden a la muerte hablan de un "humor negro", pero alguien "negro de coraje" está a punto de perder control sobre sus actos.

En el México antiguo era el color de las regiones subterráneas, de la muerte y servía para representar a Quetzalcóatl como "Serpiente Preciosa" cuyo pecho negro tenía un adorno blanco de caracol marino, a Tezcatlipoca, cuyo cuerpo negro estaba adornado con fajas amarillas representando a las estrellas, y a Yohualtecútl, Señor de la Noche.

SOCIEDAD: El negro es un color reservado, aislante, ajeno, por lo que da seguridad, formalidad y seriedad. Debido en gran medida a la preferencia por tonos más apagados conforme el hombre avanza en edad, pero también por convencionalismos sociales, el negro es un color que utilizan las personas mayores, respetables, por lo que se le relaciona también con el lujo y la exclusividad.

INTERIORES: El uso de negro en decoración borra los límites de las habitaciones y los elementos de mobiliario, reduce los espacios y obstruye la comodidad, pues produce sensaciones ominosas y claustrofóbicas. Puede también crear sensación de vacío por la falta de luz que implica, llegando a crear angustia. Aplicado en muebles brillantes da idea de exclusividad y sofisticación. Actualmente se utiliza para resaltar algún elemento o crear contrastes fuertes.

MODA: El uso del negro denota a una persona con poder, así como situaciones de solemnidad y formalidad. En la cultura occidental es el color con que se viste el luto.

DISEÑO INDUSTRIAL: El negro se emplea como fondo para las señales en que se indican los sentidos de las vialidades, en las que se prohíbe doble circulación, y también en la tipografía de las señales de fondo amarillo, naranja o blanco. Se utiliza en el diseño de objetos que se quiere introducir a un mercado de adultos, por las sensaciones de seguridad, de seriedad y de estabilidad que da este color. Tal es el caso de aparatos como calculadoras, teléfonos celulares o localizadores que, una vez que se quieren difundir en mercados más juveniles, son dotados de colores brillantes o incluso blanco.

6.9 GRIS

NATURALEZA: El tercer color neutro, el gris, es idealmente la mezcla de negro con blanco, por lo que es en realidad una degradación de la suma de todos los colores. En muchos casos, se llega al gris al reducir la luminosidad de colores como el verde, el azul o el amarillo, por lo que es común encontrar grises con tonalidades de estos colores, dependiendo muchas veces del efecto que se desea dar. En el medio natural, se encuentran tonos de gris en las rocas, en las nubes, en los humos y las cenizas, así como en las sombras. Una gran cantidad de minerales, sobre todo metales, son grises. Aunque en el reino vegetal, sólo se encuentra en algunos hongos y en el heno, es el color de algunos mamíferos.

ÓPTICA: El gris es el color más sencillo de ver para los ojos humanos, pues es percibido de manera casi inmediata por los bastones, que son las primeras células en reaccionar a la luz, sin necesidad de una acción completa de los conos, encargados del reconocimiento de los tonos (ver capítulo 2).

PSICOLOGÍA: Al igual que los otros colores neutros, el gris se relaciona con la tierra, con lo firme y seguro, lo que lo hace un color pasivo, indiferente y conservador. Es el color de la neutralidad, la seguridad, la indiferencia y la falta de compromiso, pero también de la inteligencia, del futurismo, la tecnología y el liberalismo, al igual que de la modestia, el frío, la retirada, la decadencia y la tristeza.

CULTURA: En las últimas décadas se ha hecho del gris el color que más percibe un ser humano en el pavimento, el concreto, los humos y el esmog.

SIMBOLISMO: El gris es el color de muchos metales, por lo que se le ha dado una connotación de mecanicidad. Es el color de lo técnico, mecánico, preciso e ingenieril.

SOCIEDAD: El gris, relacionado con la firmeza del suelo, con la dureza de las piedras, es un color neutral, sólido y egocéntrico. Coloquialmente, alguien "gris" es una persona mediocre, pasiva, conformista.



Fig. 6.15 El negro se utiliza mucho para indicar alta tecnología.



Fig. 6.16 Por su relación con los mecanismos y las tecnologías, se considera al gris un color "masculino".



Fig. 6.17 El gris es el color de la novedad, de lo por venir; se utiliza para presentar nuevos objetos y tecnologías.

INTERIORES: El gris en la decoración crea un ambiente constructivo, lleno de angulosidades, con el beneficio de poder combinar bien con elementos en cualquier otro tono, sirviendo como fondo para otros y creando ambientes frescos que, sin embargo, fácilmente pueden llegar a ser fríos, dependiendo de los colores con los que se combina.

MODA: El uso del gris expresa conformismo a las normas sociales, a la formalidad y a la seriedad. Es también un color que puede combinarse prácticamente con cualquier otro, ayudando a dar acentos, sobre todo de elegancia, a la indumentaria.

DISEÑO INDUSTRIAL: Generalmente, para presentar un producto "futurista", de características novedosas y de avanzada, se busca dar una imagen de frialdad y, junto con otros colores fríos, se recurre al gris, utilizando sobre todo metales como el acero o el aluminio.

6.10 BLANCO

NATURALEZA: El blanco es un color muy común en la naturaleza: en las nubes, el hielo, la nieve, así como en el plumaje y el pelo de diversos animales, tanto aves y mamíferos como peces; del mismo modo, flores y frutos. Blancos son también los huesos y dientes de los animales y del hombre. En el reino mineral, el ópalo, el ónix y la cal, entre otros, son blancos.

ÓPTICA: El blanco es la suma de todos los colores y ello le da la mayor luminosidad y el mayor brillo, por lo que puede causar cansancio si se le usa en grandes cantidades, lo cual es muy frecuente al manejar computadoras y tener la vista fija en el monitor durante mucho tiempo. Por la misma luminosidad tiende a expandirse visualmente y a acercarse al observador.

PSICOLOGÍA: El blanco es el color de lo puro, inmaculado, espiritual, limpio e higiénico. De ahí derivan también relaciones con la inocencia, la verdad y la castidad, pero también con la esterilidad y la muerte. Es el color de lo novedoso, lo sofisticado y refinado.

SIMBOLISMO: El blanco remite a la nieve, a las doncellas, al espíritu. Es el color de la salvación espiritual, de la santidad. Por su relación con la limpieza de intenciones y la neutralidad, se utiliza una bandera blanca como símbolo de rendición. Es debido a su relación con la vida, con un renacimiento del espíritu, que para diversas culturas es el color de la muerte, como paso a un nuevo nivel de existencia. Es también, para las ciencias ocultas y muchas religiones, el color de la paz, la pureza, la verdad y la protección divina. Se dice de un chiste, o aún de una persona, que es blanca porque no oculta ninguna mala intención, es directa y amable.

CULTURA: El blanco, como color de la pureza, es ampliamente usado en las indumentarias, los instrumentos simbólicos y los accesorios religiosos. El blanco es el color del luto entre algunas culturas orientales, como lo era para los antiguos romanos y mayas y en la Francia medieval. Para los habitantes del Tíbet, es el color del Monte Meru, sede de la iluminación y la ascensión, en el centro del mundo. Quizá por su cualidad de reunir todos los rayos de luz, se utiliza ropa blanca en algunos ritos de "carga de energía". Durante gran parte de los 1980 y 1990 se crearon en Estados Unidos, versiones "más sanas", "light", de diversos productos como miel y refrescos, con intención de aparentar menor densidad y, por tanto, menores riesgos de aumento de peso para los consumidores. En México, se regalan flores blancas como símbolo de amistad, de apoyo y de desinterés y, en general, se emplean para ritos y ceremonias religiosas tan disímolas como bodas y entierros.

SOCIEDAD: El uso del blanco causa inseguridad, por su evocación etérea y porque provoca sensación de vacío; la sensación es semejante a la provocada por el negro, pero en el caso del blanco la sensación de caída puede provenir de la percepción de grandes espacios vacíos. Al mismo tiempo, el uso de blanco da impresión de neutralidad y de claridad en las intenciones.

INTERIORES: El blanco es un color que avanza hacia el que lo ve, que forma paredes pero también que crea un ambiente flotante, irreal, artificial. Por el equívoco de creer que los edificios antiguos eran blancos, se le considera el color "clásico" por excelencia. Sus cualidades de frescura y de reflexión de la luz contribuyen a crear ambientes frescos y luminosos, aunque más bien conservadores. Hoy se evita el amarillamiento tradicional de los muros blancos utilizando tonos azulosos que contienen óxidos de titanio. Se logra un efecto de calidez si la composición del blanco tiene un toque de amarillo o rojo, o de frialdad si contiene algo de azul, negro o gris.

MODA: Se utiliza el blanco para dar frescura y ligereza al usuario, sobre todo debido a que refleja todas las frecuencias de luz y por tanto de calor, pero también para expresar luz, vida y buen ánimo. El blanco está siempre de moda por ser el color que mejor combina con otros. Hasta hace relativamente poco, era el color de los deportes, especialmente del tenis, el beisbol y el golf.

DISEÑO INDUSTRIAL: En señalización, se utiliza el blanco como fondo para indicadores de carretera, señales de dirección y algunas señales regulatorias; en la tipografía, en señales de fondo verde, azul, negro y rojo. En la industria, su uso se da en objetos que llaman la atención, que deben resaltar en un ambiente muy colorido o si existen elementos del objeto que se quieran resaltar contra otros colores. El uso de blanco también contribuye a la apariencia de limpieza, higiene y precisión de los objetos.



Fig. 6.31 En los objetos de uso diario, el blanco da apariencia de limpieza y claridad.

6.11 COLORES, SIGNIFICADOS Y APLICACIONES

Como se ha expuesto, cada color puede comunicar diferentes conceptos de acuerdo al contexto en que se presenta, contribuyendo a crear un ambiente que se complementa con las formas, las texturas y los colores de todos los elementos dentro de él. El ambiente a crear, o el acento que sobresale dentro de él, dependen de la voluntad del diseñador, de su deseo de que el objeto que está desarrollando sobresalga en mayor o menor medida. Es necesario, para lograrlo, contar con mayores elementos a fin de que, efectivamente, sobresalga o se integre de manera congruente con su espacio. Estos elementos son las bases formales del diseño, que serán repasadas en el siguiente capítulo, haciendo énfasis, claro está, en su relación con ese elemento fundamental que nos interesa aquí: el color.

7.1 RACIONALIDAD, FORMA Y DISEÑO

Después de que hemos considerado el color en sí mismo, como un abstracto, sin relación con el resto de nuestras percepciones visuales, como si estuviera dotado de una existencia independiente, recordemos que la percepción del color siempre se refiere a la percepción de la forma y demás atributos del objeto al que pertenece. En otras palabras, que no es posible hablar del color sin referirlo a la forma del cuerpo que lo contiene y del que forma parte.

El cerebro humano trata de identificar los objetos que percibe, relacionándolos con su contexto y refiriéndolos a los elementos que almacena como recuerdos. E.H. Gombrich le llama "necesidad de orden" en la percepción ¹, es decir, una participación activa de la mente en la adquisición de la información que transmiten los objetos. Si John Locke, a fines del siglo XVII, argumentaba que la mente del niño es un espacio vacío que aprende a través de los sentidos, que impactan ese espacio inocente y pasivo y van formando dentro de él una imagen del mundo, Gombrich sostiene que el observador busca el entorno de manera activa, con una tendencia innata a sondear el mundo, buscando regularidad, orden y significado en el entorno percibido. Busca este orden como algo que dé sentido a los estímulos, que facilite al observador ubicarse en el "mapa cognoscitivo", un sistema de coordenadas en que los animales superiores y el hombre acomodan determinados objetos.

Jung desarrolló también sus teorías sobre la hipótesis de una adquisición paulatina y acumulativa de conocimientos y experiencias que van convirtiéndose en parte del patrimonio compartido de la humanidad. Como ya vimos (Capítulo 5), este patrimonio humano se expresa como arquetipos en las diferentes culturas a través de nuestra historia.

Los mecanismos de búsqueda del orden derivan de sentidos primitivos, empezando por el del equilibrio, que "nos dice lo que está de pie y lo que está cabeza abajo con respecto a la gravitación y, por tanto, respecto a nuestro entorno percibido" ², y llegan a la percepción de ritmos (repeticiones regulares de unidades idénticas) y movimientos vitales dentro del organismo para provocar, a su vez, la toma de conciencia sobre el espacio y el tiempo. El análisis, sin embargo, no se detiene en el grupo de unidades que forman esos conjuntos, sino que penetra en los elementos mismos, en un afán de conocerlos y, en un primer estadio de creación, de reproducirlos, incluso dándoles un nuevo acomodo. Si bien en este proceso hay una primera tendencia a construir formas simples, pronto aparece una tendencia a crear formas y ornamentos que trascienden la imitación de la naturaleza para convertirse en expresión del hombre que crea, ya sea como artista o como diseñador de objetos.

A lo largo de la historia, el proceso creativo ha pasado, de ser una actividad primero accidental y luego intuitiva, a una disciplina que implica profundizar en conocimientos teóricos y técnicos que constituyen el "proceso de diseño". El libro "Fundamentos del Diseño", de Robert Scott ³ es un buen ejemplo de racionalización de la tarea

¹ GOMBRICH, E.H.- "El Sentido del Orden. Estudio sobre la psicología de las artes decorativas", Ed. Debate, Madrid, 1999, pp. I a II.

² Ídem., pág. I

³ SCOTT, Robert Gillam.- "Fundamentos del Diseño", Limusa-Noriega Editores, 6ª Reimpresión, México, 1998. pág. 10

del diseñador, al descomponer la forma de los objetos en sus elementos básicos, de modo que su manejo, al momento de reorganizarlos para generar nuevas formas, sea intencional y controlado y no fruto de la casualidad. La misma inspiración artística está sustentada en el conocimiento de los elementos estéticos disponibles para su ejecución y la maestría en el arte tiene su base en el dominio de esas variables. Para el diseño de objetos, el paso de la intuición a la intención de la forma también toma en cuenta los aspectos tecnológicos para garantizar el éxito en la producción, a bajo costo, de un número dado de ejemplares idénticos sin limitar ni sustituir la sensibilidad necesaria para la creación de formas agradables a los sentidos, particularmente la vista.

El estudio de los elementos de composición formal, que desgraciadamente se ha reducido en las escuelas de arquitectura y diseño de nuestro país, se ha emprendido en el mundo desde diversos puntos de vista, prevaleciendo la aproximación desde las artes visuales: pintura, escultura, cine y video. La revisión que haremos se basa en la obra de Scott por la sencillez de su sistematización y la claridad de su exposición, tomando elementos de otros autores, particularmente "Fundamentos del Diseño" ⁴ y "Principios del Diseño en Color" ⁵, de Wucius Wong. No es casualidad que la primera obra, recopilación de tres textos diferentes, comparta el título con la de Scott, e implique que, partiendo de estos elementos básicos, debería poder analizarse cualquier forma en cualquier estilo de diseño y deberían ser herramientas indispensables en la generación de nuevas configuraciones.

Este capítulo planteará, de forma somera, los principios básicos del diseño para analizarlos en su relación con el que nos ocupa: el color. Empezaremos por la relación de los componentes del diseño con el entorno en que se encuentran, para entonces ocuparnos de las texturas, la simetría, el equilibrio y el contraste y regresar al análisis de una composición completa.

7.2 LA FIGURA Y EL FONDO

Como apunta Scott ⁶, la percepción de la forma resulta de diferencias en el campo visual (el espacio que captamos con los ojos). Vemos en función de ellas: Si no hay diferencias, es decir, si no hay contraste, es imposible discernir entre un objeto y el espacio en que se encuentra, como lo entiende también la teoría Gestalt, (ver el punto 2.3.1 de este trabajo). Es preciso un cambio de energía para poder percibir una figura contra el fondo. Esta heterogeneidad puede darse por diferencia en la intensidad de la luz de la figura respecto al fondo o, mejor aún, por la diferencia de color entre ambos.

El fondo puede ser una superficie más o menos grande con las características tonales homogéneas; es decir, que emite la misma energía desde los distintos puntos que la conforman. Esta superficie da sustento a las figuras encima de él, las sitúa en el espacio y denota sus cualidades de ubicación, tamaño y distancia relativos, tanto respecto del fondo, como entre las mismas figuras.

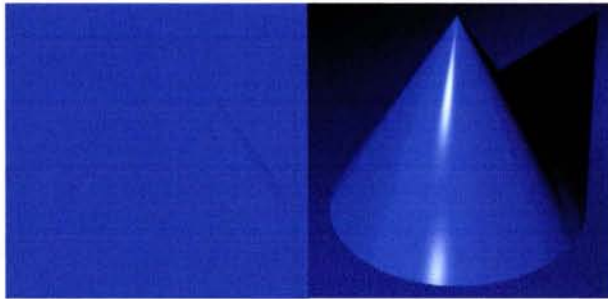


Fig. 7.1 Si no hay suficiente contraste entre el fondo y la figura ésta no será perceptible. En el ejemplo hay un exceso de luz sobre todo el conjunto. Al modificar las luces, el cono se discrimina fácilmente contra el fondo.

En el trenecito de la figura 7.2, el fondo de los dos muñecos y los letreros es una superficie azul, mientras el número, en el mismo plano, tiene un fondo rojo. Sin embargo, la relación figura-fondo puede ser múltiple y compleja en una ilustración o representación: tanto el tren como los payasos encima de él forman una nueva figura cuyo fondo son el piso, las personas y los árboles que están detrás; en este caso, además, los árboles, de follaje verde oscuro, contrastan adecuadamente por color y por luminosidad con el tren, haciéndolo resaltar. En un tercer plano se percibe que el cielo, encima de los árboles, sirve de fondo, más claro y

⁴ WONG, Wucius.- "Fundamentos del Diseño", Ediciones G.Gili, 2ª ed., México, 1998

⁵ WONG, Wucius.- "Principios del Diseño en Color", Ediciones G.Gili, 3ª ed., México, 1992

⁶ SCOTT, op. cit., pág. 11

de otro color, tanto a los árboles como al conjunto completo, aún cuando no forma parte de lo que nos interesa como observadores. De hecho, es precisamente gracias a que no interesa, que se convierte en fondo plano en el mismo sentido en que el área azul contiene a los muñecos sobre el tren.

Lo que hemos hecho es analizar la representación bidimensional de un espacio tridimensional en la que, además, se pueden encontrar diferentes características de la relación entre la figura y el fondo:

1. El fondo para los muñecos y los letreros sobre el tren es una superficie azul, simple, continua y pareja.
2. El fondo puede ser más complejo que la figura, como sucede con el fondo formado por los árboles para la figura del tren y los payasos, por lo que éstos sobresalen por su propia simplicidad, pero además por su contraste en color y luminosidad.
3. Por lo común, la figura se percibe delante o encima del fondo. Es el caso del tren y los payasos contra los árboles, el poste a la derecha contra los mismos árboles, y de éstos contra el cielo.
4. Sin embargo, en ocasiones la figura puede estar sobrepuesta en el fondo, como sucede sobre todo con el "8" sobre el fondo rojo, o de las letras y los muñecos contra el fondo azul.
5. El fondo se puede percibir como superficie: el azul y el rojo se ven como superficies planas sobre las que están los demás elementos, a pesar de que los muñecos parecen tener volumen y perspectiva, y de la sombra del número, que pretende darle relieve.



Fig. 7.2 Las complejas relaciones entre figura y fondo son una constante de nuestras percepciones diarias.

7.3 TEXTURAS

En cualquier caso, no son sólo la distancia o la posición de los elementos los que han servido para "leer" la fotografía del tren. La visión también percibe diferencias en la textura de las superficies, que corresponde directamente a la sensación que dan los materiales al tacto. Los ojos nos informan sobre las cualidades de aspereza, suavidad, dureza o blandura, e inclusive sobre el material mismo, su brillantez, opacidad, transparencia y su composición: metálica, cerámica, plástica, etc., todo ello debido a la manera en que la superficie refleja o absorbe la luz, (ver los índices de absorción, reflexión y refracción del capítulo 1). Observando con cuidado, se percibe diferencia en las superficies de las distintas figuras: mientras las caras del tren son planas y lisas, los árboles transmiten las irregularidades del follaje.

Una figura sin cambios abruptos, con transiciones suaves pero muy contrastantes de tono, provocadas por la reflexión de la luz en grandes áreas, recuerda una superficie pulida, donde la luz y el entorno en que se encuentra el cuerpo son reflejados como en un espejo, como sucede en las superficies metálicas pulidas, las de vidrio y, en menor grado, algunas pétreas y cerámicas.

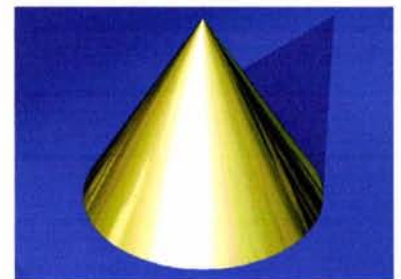


Fig. 7.3 Un cono de metal pulido, brillante y liso.

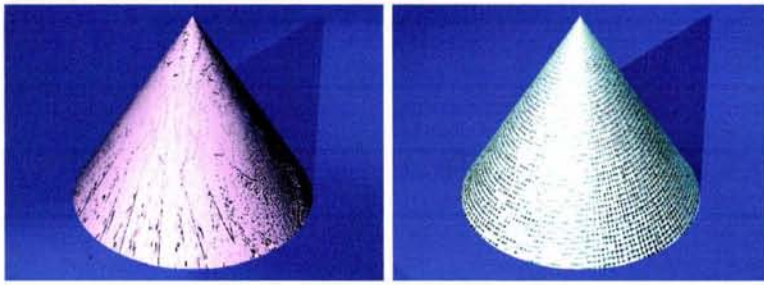


Fig. 7.4 Un cono de yeso, con menos brillos, pero color más constante, muestra las grietas del material. Si el cuerpo está hecho de algún textil, se verá la textura conforme la luz es reflejada por el tejido.

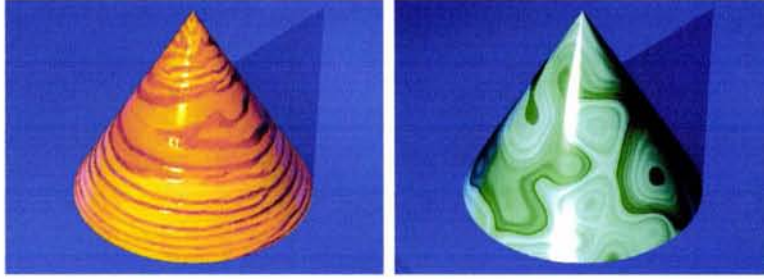


Fig. 7.5 La madera y el jade tienen un dibujo propio que se percibe como textura visual, sobre todo cuando los cuerpos son muy pulidos.

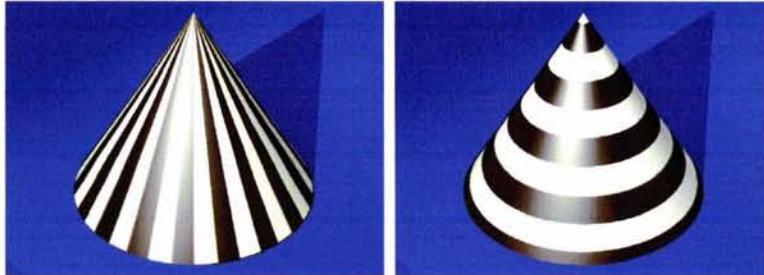


Fig. 7.6 El sentido y el ancho de las franjas cambian la apariencia del cono.

Una superficie altamente texturizada presenta cambios más o menos suaves pero más frecuentes, con brillos menos intensos y menos contraste entre las áreas directa e indirectamente iluminadas. Si la textura es muy marcada, profunda para un bajo-relieve o alta para un alto-relieve (como el estuco y el textil de la figura 7.4, respectivamente), el efecto será más mate aún, pues la luz se reflejará en varios sentidos conforme toca todos esos puntos del cuerpo.

Pero la textura puede ser sólo un efecto visual, provocado por las características propias del material, o por cambios en el tratamiento cromático de las superficies, afectando la sensación que produce el objeto. Los conos de madera y de jade de la figura 7.5 muestran una textura visual, donde ambos materiales están pulidos, pero con un dibujo intrínseco que se percibe como textura visual.

El sentido del dibujo de los materiales puede ser utilizado en beneficio del diseño. Los dos conos de la figura 7.6 son idénticos en tamaño y proporciones, pero las franjas en uno lo hacen ver más alto, mientras las del otro lo hacen aparecer más bajo y ancho.

7.4 CONTRASTE



Fig. 7.7 Círculo cromático ampliado a doce colores: 3 primarios, 3 secundarios y 6 terciarios.

Ya vimos que el contraste es la base de la percepción y puede darse por temperatura aparente de colores fríos junto a cálidos, pero también por tonalidad entre colores diferentes, o por luminosidad: claros contra oscuros; o bien, puede darse por diferencias en la saturación: qué tan "subido" o "apagado" es cada color respecto a sus vecinos. El objetivo es que, al estar juntos dos colores, el contraste intensifique las diferencias visuales entre ellos, por lo cual debe variar alguna de sus tres características: tono, luminosidad o saturación.

Para mayor versatilidad en el manejo, se recurre a los colores terciarios (mezcla de cada primario con los secundarios a ambos lados: amarillo con verde o con naranja, rojo con naranja o con violeta y azul con violeta o con verde). El resultado será un nuevo círculo cromático aumentado a 12 colores.

Johannes Itten, pionero de la educación en los principios compositivos del arte para pintores, arquitectos y diseñadores aún antes de participar en la Bauhaus (ver capítulo 4), afirma que "todos los efectos de contraste son relativos" y dependen de la relación entre los diferentes elementos de una composición.⁷ A partir de ahí, distingue seis tipos básicos de contraste, que retomamos aquí:

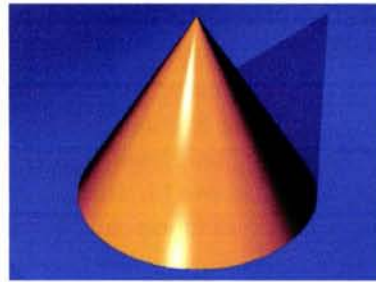


Fig. 7.8 El tono del cono contrasta con el complementario azul, aún con poco contraste de luminosidad y saturación.

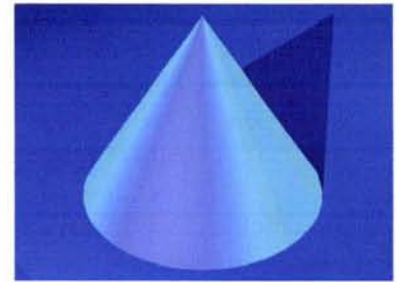


Fig. 7.9 Para que una figura resalte sobre un tono igual o semejante al propio, deben variar su luminosidad o su saturación.

A) Contraste por Color: Resulta del uso simple de dos colores, utilizando el círculo cromático ampliado como apoyo, y recurriendo al blanco y negro para reforzar el efecto.

B) Contraste de Complementarios: Los colores que mejor contrastan son los "complementarios", es decir, aquéllos que aparecen diametralmente opuestos en el círculo cromático. Para los tres colores sustractivos primarios los complementarios son los respectivos secundarios, es decir, las mezclas de los dos primarios restantes: del amarillo, el violeta (rojo + azul), del azul, el naranja (amarillo + rojo) y del rojo, el verde (azul + amarillo), sobre todo si tienen la misma intensidad, pero también se obtienen resultados adecuados al combinar opuestos no diametrales, casi complementarios, como el violeta con amarillo anaranjado o con amarillo verdoso.

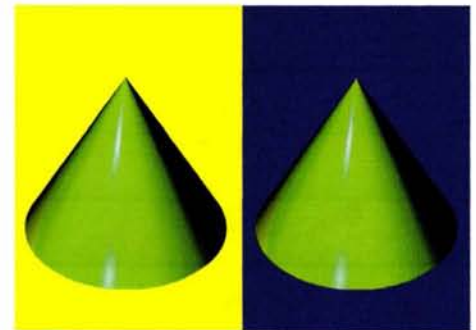


Fig. 7.10 Dos conos verdes (amarillo + azul) idénticos, que se ven diferentes según su fondo respectivo (amarillo o azul)

C) Contraste por Calidad (Saturación): El contraste va disminuyendo conforme los dos colores se acercan en el círculo cromático, hasta llegar a 90°, donde deja de existir el contraste por tonalidad, para pasar a un contraste por luminosidad o saturación, si se manejan colores suplementarios (pegados uno al otro o separados a no más de 45°) con diferente luminosidad o saturación cada uno, o bien colores opacos con brillantes.

D) Contraste por luminosidad: Los colores suplementarios forman conjuntos armónicos, pero para evitar una apariencia plana en los objetos, si se tiene un fondo bajo en luminosidad, pueden colocarse figuras muy luminosas para hacerlas resaltar y viceversa: donde hay un tono muy luminoso como fondo, las figuras poco luminosas resaltan bien.

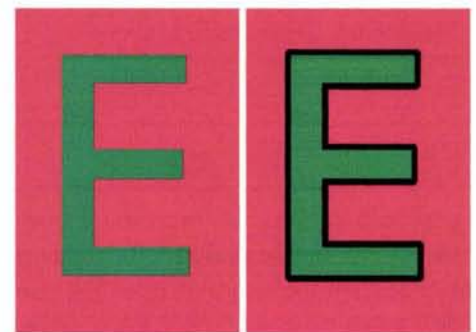


Fig. 7.11 Un separador de color neutro evita que la letra verde "brinque" sobre su fondo rojo complementario.

Si la figura y el fondo, contrastantes opuestos, tienen una misma luminosidad alta, puede crearse un efecto de "vibración" de los colores, debido al esfuerzo del ojo por cambiar instantáneamente de una frecuencia baja a una alta. Para evitar esto, pueden seguirse tres caminos: reducir el peso específico mediante una disminución de la intensidad, limitar el área respecto a la del otro, o utilizar un color neutro intermedio que aisle visualmente a los dos tonos en conflicto y reduzca así el contraste entre ellos.

⁷ ITTEN, Johannes.- "Design and Form - The Basic Course at the Bauhaus". Cuarta impresión. Thames and Hudson, Londres, 1987. pp. 16, 32 y 33

- E) Contraste por temperatura:** El contraste por tonalidad depende en gran medida de las temperaturas de los colores. Un objeto cálido sobre un fondo frío parecerá más cálido y una figura fría sobre fondo cálido se verá más fría. No sólo eso: Un tono dado parecerá acercarse al tono más frío o más cálido adyacente. En la ilustración 7.10 se aprecian los cambios en la apariencia del mismo cono verde sobre dos fondos diferentes, que son precisamente los primarios que lo componen: sobre amarillo, el cono parece más oscuro, más verde, más frío y más pequeño pues, además, como los colores cálidos parecen expandirse, el amarillo reduce visualmente al verde. Pasa lo contrario con el fondo azul: el cono se expande, parece más grande, más luminoso, más amarillo y más cálido.
- F) Contraste Simultáneo:** Fisiológicamente, cada color exige la existencia de su color complementario. Si éste no se encuentra, el ojo lo producirá simultáneamente, lo que da lugar a la persistencia o saturación de la imagen que se ilustró en la figura 2.21.

El contraste entre los colores puede afectar la percepción del peso de las figuras. Igual que los colores claros y los fríos parecen expandirse, debido a su mayor irradiación lumínica, parecen también más livianos al ojo y al cerebro. Al revés, los colores oscuros y los cálidos parecen más pesados: al irradiar menos energía, bajan la apariencia de tamaño, volumen y peso de los objetos. Así, un elemento claro sobre otro oscuro hace al objeto parecer más liviano y delgado de lo que en realidad es, pues predomina la apariencia del componente claro sobre el oscuro.



Fig. 7.12 Un buen ejemplo de contrastes, sobre todo por luminosidad y saturación.

La grabadora de la figura 7.12 ilustra varios tipos de contraste: en primer lugar, las dos piezas del cuerpo son del mismo material y de tonalidad parecida (neutra, en tonos café, de moda en los años 70), pero varían en luminosidad y en saturación, dejando la parte más clara y visualmente liviana encima, lo que hace más ligero el conjunto. Para resaltar los elementos de operación, se utilizan otros colores: manija y perillas blancas (cromadas), cuatro teclas marfil, y una roja, que debe diferenciarse de las otras, pues implica la operación especial y al mismo tiempo riesgosa de poner el aparato a grabar; de hecho, sobresale de todo el conjunto. El dial del radio es una mascarilla negra que resalta en el conjunto y enmarca los números blancos y la aguja roja. El contraste del conjunto contra el fondo blanco se logra aprovechando los tonos oscuros en la mayor parte de los contornos del aparato.

7.4 EQUILIBRIO Y SIMETRÍA

Al principio del capítulo mencionábamos la importancia del equilibrio como parte de un sentido primitivo, que ayuda a los animales y al hombre a ubicarse en el espacio, como resultado directo de la fuerza de gravedad, de la que dependen los ejes verticales del cuerpo y de la cabeza, a cuyos lados se encuentran los ojos. El sentido innato del orden trata de referir los objetos observados respecto a esa vertical y a la lógica que exige que los cuerpos estén debidamente apoyados en el piso, en la horizontal. El centro de este sentido del equilibrio se encuentra en el oído medio, donde se complementa la percepción de un espacio de tres dimensiones.

Varios factores influyen en la percepción de equilibrio en ese espacio: En primer lugar, la forma de los objetos observados, pues las formas simples se perciben y se reconocen más fácilmente que las complicadas; en general, las formas geométricas simples requieren menos esfuerzo del cerebro para ser reconocidas y ubicadas en el espacio.

El ojo no sigue una línea continua al observar una escena o una figura, sino que avanza a saltos y se detiene en aquellos puntos que le atraen, evaluando continuamente lo que observa, para buscar nuevos puntos de interés.⁸

⁸ SCOTT, op. cit., pág. 55 -

Las figuras que interesa resaltar deben, entonces, transmitir una idea de movimiento, de dirección o de actitud, que nos lleve a nuevos puntos y nos haga continuar la lectura de forma tal que el mensaje llegue a nosotros de manera adecuada. La siguiente figura que veamos dentro del conjunto deberá, a su vez, forzarnos a ver a la próxima, y así consecutivamente, hasta lograr que hayamos visto el conjunto a través de sus partes. Si el conjunto es armónico, si sus partes están formalmente equilibradas, si hay una intención de comunicación en él, suficientemente clara para que lo entendamos y lo ubiquemos dentro de nuestra propia experiencia perceptiva y evocativa, ese conjunto habrá logrado su cometido, habrá pasado a ser parte de nuestro acervo mnemotécnico y, con igual importancia, generará emociones y actitudes en nuestro interior.

Un elemento sobresaliente en una composición, que ayuda a la idea de equilibrio, es la simetría que hay entre los componentes del objeto. La simetría compensa las fuerzas de atracción de distintos componentes dentro del conjunto, en relación a uno o varios puntos o ejes.

La simetría axial se refiere, precisamente, al equilibrio básico, que se genera respecto a un eje, que puede ser perceptible u oculto, y que puede encontrarse horizontal, vertical o diagonalmente dentro del conjunto. Una simetría radial simple repetirá los elementos a cada lado del eje con todas sus características, incluyendo el color. Para hacerla más compleja, se puede modificar el color de los elementos, con lo cual se empieza también a ocultar la simetría, pues debemos esforzarnos más para encontrarla, a pesar de los pequeños cambios en los elementos.

Un segundo tipo de equilibrio se logra con una simetría radial, que organiza y compensa los elementos alrededor de un punto central. A pesar de que puede coexistir o confundirse con un equilibrio axial, estático, la simetría radial se diferencia en que implica siempre un movimiento de rotación.

Finalmente, y de mayor importancia para nosotros, está el equilibrio oculto, sin un eje o elemento de compensación evidente a primera vista, que hace que todos los elementos en la composición se hagan relativos unos a otros y que la compensación se de a través de las diferencias entre dichos elementos y no por sus semejanzas. En este tipo de equilibrio juega un papel muy importante el contraste entre los elementos, ya sea por textura o por tonalidad, luminosidad o saturación, es decir, por color.

Siempre atrae más una imagen en la que se percibe movimiento que una estática, es más interesante una composición cuyo equilibrio no es explícito, aunque se sienta que existe y que es agradable y armónico. Su observación requiere, por supuesto, de mayor sensibilidad y experiencia en su manejo que el equilibrio axial o el radial.

Una composición mal equilibrada en sus elementos, parecerá moverse o "caerse" hacia algún lado; ese movimiento aparente será involuntario y hará evidente una falta de sustento para todos sus componentes.

7.5 PROPORCIÓN

Parte de las carencias que se detectan en una mala composición, que puede desequilibrarla visualmente, es la proporción. La búsqueda inconsciente de un orden y una regularidad en la atracción visual de los elementos compositivos, se da a través del tamaño y el número de esos elementos, así como del arreglo que siguen en su acomodo.



Fig. 7.13 Un buen ejemplo de simetrías es este anuncio comercial: con las líneas amarillas se trazaron los ejes vertical y horizontal, que marcan la simetría axial del fondo. Más interesante es la simetría radial. Las líneas verdes no sirven como espejo entre ambos lados, pues hay movimiento en ambos pares de zapatos. Por cierto, las líneas amarilla y verde solucionan cualquier problema de contraste y clarifican el esquema.



Fig. 7.14 En un conjunto cuyas partes forman una composición, es fácil encontrar un equilibrio oculto que da coherencia y hace agradable al conjunto.

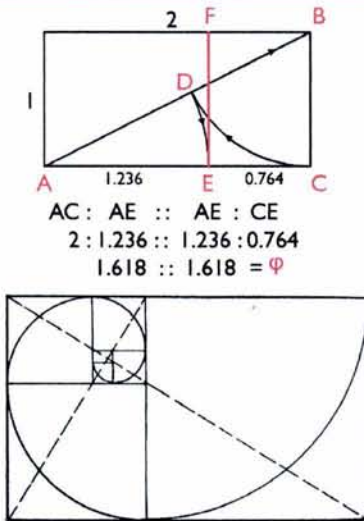


Fig. 7.15 Proporción Áurea: Del rectángulo de 1×2 se traza la diagonal AB , que mide $\sqrt{2^2+1^2} = 2.236$, que se parte prolongando la línea AC , que mide 1 , hasta el punto D . El segmento restante $AD = 1.236$, se prolonga hasta E . La proporción del rectángulo resultante $BCEF$ es igual que la del rectángulo inicial, el número ϕ , 1.618, presente en muchas estructuras naturales y base del canon clásico.

En realidad, el concepto de proporción es matemático, algebraico y geométrico, derivado de razones numéricas y que comprende magnitudes, cantidades y grados. En diseño, como apunta Scott, una buena proporción aprovecha tales conceptos para analizar y expresar la estructura, pero ésta es sólo una de las dos determinantes que deben cumplir los objetos: una estructural y funcional, junto con otra expresiva, de donde deriva el dicho de Louis Sullivan: "La forma sigue a la función". Al conjuntar ambas, se obtiene una unidad congruente y agradable, y de esta manera las matemáticas y la geometría se convierten en herramientas fundamentales en la configuración de los diseños.

La relación se expresa en términos de que x es a y, como en "1:2", en que, por ejemplo, a una altura de 1 corresponde una longitud de 2, o "3:4", como en la mayoría de las ilustraciones de este trabajo, que tienen 3 cm de altura por 4 de largo.

El esquema de proporción más empleado, considerado ideal por encontrarse frecuentemente en la naturaleza, es la sección áurea (1:618 o ϕ), desarrollada en la Grecia por Euclides, y que transforma la diagonal de un cuadrado en el radio de un círculo, mismo que corta la diagonal, cuya nueva longitud se prolonga hasta la base, formando un nuevo rectángulo vertical de las mismas proporciones que el rectángulo mayor. Puede construirse una progresión de nuevos rectángulos a partir de los trazos anteriores, que serán cada vez mayores y siempre tendrán la misma proporción. Esta proporción ha dado base a la construcción de las obras más representativas y reconocidas del llamado "arte clásico".

En el Siglo I d.C., el romano Vitruvio empezó a establecer al hombre como medida de todas las cosas, inscribiendo una figura humana, de pie con los brazos extendidos, en un cuadrado; con las piernas abiertas y levantando los brazos, puede inscribirse en un círculo cuyo centro está en el ombligo. Empezó también a buscar una proporción entre cada miembro del cuerpo humano, labor que sería retomada en el Renacimiento, entre otros, por Leonardo Da Vinci y, en el Siglo XX, por Le Corbusier, quien creó el "Modulor" como canon estético y de medidas para la arquitectura de su tiempo,

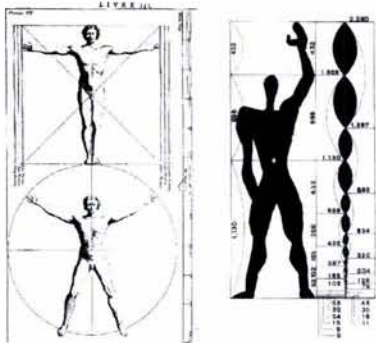


Fig. 7.16 Veintiún siglos, dos soluciones a un mismo problema: las proporciones del cuerpo humano según Vitruvio (S. I a.C.) y Le Corbusier (S. XX)

En Mesoamérica se utilizaron otros principios para la proporción, tal como exponen Laura Elenes, en un estudio aún inédito, y Óscar Salinas, al ocuparse de los principios estéticos que rigieron la creación prehispánica⁹. Las bases geométricas reticulares que usaron estos pueblos estaban inspiradas en el patrón de cuadrados de la piel de una serpiente de cascabel de la región, que puede crecer indefinidamente en todas direcciones. Este hecho, apoyado además por la profundización en el estudio de la relación del círculo -lo espiritual- y el cuadrado -lo material-, definió una serie de elementos propios al manejo estético en la creación de objetos de arte, arquitectónicos y de uso cotidiano. Sus principales características son precisamente una tendencia a manejar proporciones que se acercan al 1:1, al cuadrado, que da solidez, pesantez y carácter a las figuras creadas.

⁹ SALINAS Flores, Óscar.- "Tecnología y Diseño en el México Prehispánico". Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, Facultad de Arquitectura, UNAM, 1995

7.6 RITMO

La aparición del concepto de ritmo introduce la variable del movimiento, y con ella el tiempo, como elementos de la composición visual. El tiempo está presente por dos posibles causas: porque hay un movimiento dentro de lo que observamos, o bien porque se requiere de un movimiento de los ojos para observar el objeto y sus componentes. Cuando éstos aparecen repetidamente y a intervalos regulares, siguiendo un patrón dado, dan continuidad y unidad a los elementos del objeto, es decir, le crean un ritmo interno y lo tornan dinámico.

El tan mencionado deseo humano de orden hace esperar la presencia del elemento que se repite exactamente después de un intervalo igual al que separó a los primeros. Para que exista ritmo se hace necesario, pues, que existan por lo menos tres elementos repetidos y dos intervalos entre ellos.

Puede hablarse de tres tipos de ritmo: el primero es precisamente aquél en que los mismos elementos van apareciendo a distancias o intervalos constantes, conformando una sucesión de espacios llenos y vacíos; en el segundo se modifica alguna de las medidas de los componentes o los intervalos entre ellos; es decir, se crea una progresión, ya sea como aceleración o detención en el movimiento aparente, al modificar uno o varios de los elementos o de los intervalos. El tercer tipo es, como en el equilibrio, un ritmo oculto. No sólo se repiten las formas, texturas y colores de manera poco evidente, sino todo el sistema de relaciones entre los componentes formales.

La generación y el análisis de los ritmos requieren de un uso exhaustivo de la geometría, toda vez que las relaciones entre los elementos no suelen ser evidentes a primera vista.

7.7 FORMA, IMÁGENES Y OBJETOS

En toda composición hay elementos que predominan y que definen su carácter final, aunque todos los componentes sean importantes para el conjunto. Algunos de estos elementos, por lo general textura, contraste y color, se subordinan a la forma general del objeto, a la proporción, la simetría y el ritmo, para complementar una unidad formal, que transmite información sobre el objeto, su función y su modo de uso, y además genera sensaciones, recuerdos y emociones en el usuario e influye directamente en el ambiente que lo rodea, pues se relaciona con otros objetos en un mismo espacio y, por lo mismo, con las experiencias y el estado de ánimo del propio observador.

La proporción, la simetría y el ritmo son elementos que en general pueden considerarse ocultos en una configuración, pues requieren de un análisis más o menos detenido del objeto para captarlos, entenderlos e interpretarlos. Por supuesto, a nivel subconsciente son percibidos inmediatamente e impactan al observador, contribuyendo a la identificación de las formas y a las sensaciones y emociones que provoca el conjunto, pero su lógica requiere de una segunda mirada detenida. En cambio, las texturas, el contraste y los colores no requieren de tanto análisis para transmitir la mayor parte de su contenido. De ahí que estos tres últimos componentes sean los que provocan las sensaciones y respuestas más inmediatas: afectan al gusto estético, a la memoria y a las emociones de manera más directa.



Fig. 7.17 El canon estético prehispánico basado en cuadrados y círculos, crea piezas de mucho peso visual.



Fig. 7.18 Un mismo hueco elíptico, dispuesto como elemento predominante a intervalos iguales, sirve para crear ritmo en esta silla.

La sensación de lo visto en el cerebro depende, en primer lugar, de la manera en que se ordenan los elementos dentro del objeto mismo y de cómo se relaciona éste con su entorno visual. El manejo consciente de estos elementos y estas interacciones es lo que se conoce tradicionalmente como "composición" y es una de las tareas más importantes en el desarrollo de un diseño, pues de ello depende en gran medida la aceptación o el rechazo de quien observa y, en última instancia, para los objetos de consumo de que se ocupa el diseño industrial, el impulso de compra y el uso de tales objetos.

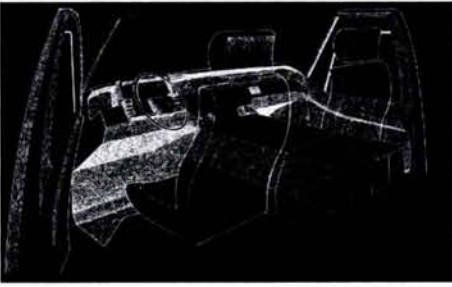
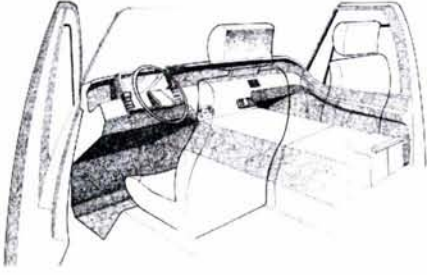


Fig. 7.19 La misma imagen en negro sobre blanco y, abajo, en blanco sobre negro, que la hace verse irreal

El proceso de diseño inicia, generalmente, con croquis de color negro sobre papel blanco, que es la manera en que estamos acostumbrados a percibir los documentos. Blanco y negro crean el contraste más acentuado, razón por la que se usan para dibujar, escribir e imprimir. Casi siempre, el blanco es superficie (como esta página) y el negro es marca: las formas negras son espacios positivos y las blancas negativos. Por el contrario, el manejo de blanco sobre fondo negro da sensación de irrealidad y de pesantez.

Se pueden crear tramas uniformes de blanco sobre negro, o viceversa. El tono de la trama dependerá de la proporción en que se sature la marca sobre la superficie. Ópticamente, al mezclarse los elementos blancos y negros son percibidos como gris (Fig. 7.19) y, manejados adecuadamente, pueden dar sensación de volumen, al crear transiciones tonales con blanco y negro, mostrando un cambio gradual en la densidad, aclarando u oscureciendo sutilmente la retícula de un lado a otro.

Pero es más fácil dar efectos de profundidad y de volumen con grises que con blanco y negro, pues éstos deben trabajarse como retícula para lograr tales efectos, como se muestra en los engranes de la figura 7.20. Si se mezclan pigmentos blancos y negros en diferentes proporciones, se generarán diferentes grises, tal y como se hizo al fundamentar la clasificación de los colores en la figura 3.2. El negro tiene valor 0 (ausencia total de claridad, 100% de negro) y el blanco 10 (máxima claridad y 0% de negrura).

Sin embargo, el color apoya de manera importante la comunicación de la idea, haciendo más rica, atractiva y fácil de percibir su representación, y aumenta las posibilidades de discernimiento entre los componentes del conjunto que se ilustra. Si la parte superior de la figura 7.20 ilustra un conjunto mecánico mediante el uso de gradaciones de gris y contornos negros, haciendo que la envoltura se vea transparente, en la parte inferior la presentación se hace más clara: ya no se utilizan contornos negros para la envoltura, sino que se la puede representar como cortada, permitiendo ver los componentes internos.

Como se hacía en el Op-Art, es fácil dar la sensación de volumen si se refuerza usando colores, sobre todo si se logra un buen contraste de tonos entre los elementos de la obra. Si bien artistas como Felipe Ehrenberg han logrado resultados muy interesantes con el uso casi exclusivo de blanco y negro, el impacto logrado por otros, como Vasarely, que se ilustra en la figura 7.21, es mayor. Este ejemplo permite también volver a enfatizar el papel de los demás elementos de la composición, pues es fácil encontrar los ejes de simetría para establecer la proporción y, con la variación en la forma y el tamaño de los elementos, se logra

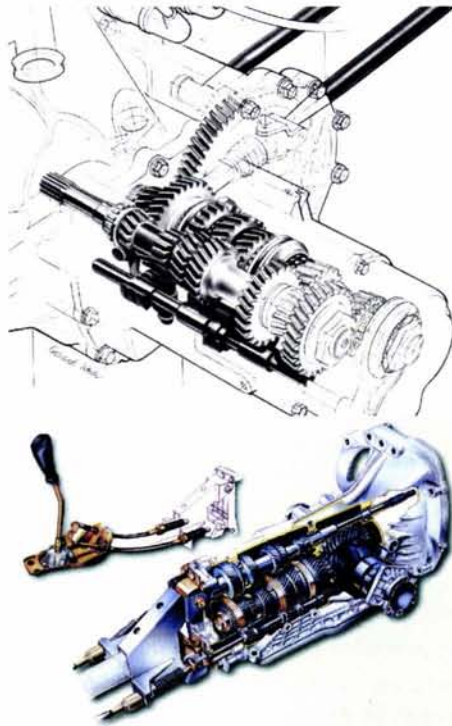


Fig. 7.20 Comparando las imágenes, es fácil confirmar cómo el uso de color contribuye a la claridad y legibilidad de las ilustraciones, aunque involucren mecanismos muy complicados

crear la ilusión de volumen y de movimiento. Simultáneamente, se crea una textura visual de los círculos y las elipses contra el fondo que, al ir variando en color y en luminosidad, aumenta el contraste y la impresión de volumen.

7.8 CONTINENTE Y CONTENIDO: FORMA Y COLOR

Volvamos a centrarnos en el uso del color. Empezamos diciendo que no hay forma sin color, pero también es cierto que el color puede afectar el impacto de la forma. Para usos prácticos, deben considerarse diversos aspectos de los colores dentro de la composición y en función del efecto que el objeto tendrá en el usuario y en el comprador potencial, de acuerdo a la función y al contexto de los productos. Una aplicación adecuada del color puede influir favorablemente en la actitud de compra, en el uso correcto, seguro y cómodo de los objetos y en su apariencia, al realzar o disminuir algunas de sus características.

La forma más estudiada en que se comportan los colores es la relacionada con el tamaño de los componentes, y la prueba más conocida es aquella en que se presenta un objeto de color contra dos fondos: uno claro y uno oscuro, y la manera en que el elemento del primer color parece ser más pequeño o más grande, respectivamente, como vimos en la figura 7.11, demostración básica de que no podemos proponer un color para el objeto que diseñamos sin considerar cuál es el entorno en que se encontrará, tanto en sí mismo, como en función de otros objetos que lo rodearán.

El propósito fundamental, como ya dijimos, es lograr que el contraste entre dos cuerpos intensifique sus diferencias. El contraste se ve aumentado por el tamaño de la superficie de contacto de los dos cuerpos. Sin embargo, la afectación es recíproca y simultánea. En la figura 7.10, es cierto que el cono con fondo azul se ve más grande, pero esto se debe tan sólo a que el fondo parece empequeñecer.

Por otra parte, el desarrollo de la geometría, como herramienta de configuración de los objetos, ha afectado nuestro entorno y, junto con las nuevas tecnologías de fabricación que se desarrollan día con día, ha facilitado que la voluntad formal del diseñador de los objetos que nos rodean sea más fácil de plasmar. Es cierto que la forma geométrica es más familiar a nosotros en un contexto de dos dimensiones, en pintura o diseño gráfico, que en las tres dimensiones de la arquitectura o del diseño industrial, aunque éstos no sólo se ven igualmente afectados por los ornamentos bidimensionales que los recubren, sino que son definidos por los mismos principios compositivos que los primeros y por el juego de volúmenes, contrastes, sobras y texturas propios del mundo espacial.

Durante siglos, los principios estéticos que rigieron la composición plástica de los objetos dependieron de los avances teóricos sobre geometría, junto con los adelantos tecnológicos para construirlos y dotarlos de color. La cultura occidental ha sido guiada por los principios de la escuela de Euclides, retomadas en las épocas renacentista y neoclásica siglos después, y que actualmente se toman, en muchos casos, como garantía de belleza.

Los griegos establecieron que el punto es el principio de todo trazo, toda figura y toda forma, aunque carente de dimensión; que el punto, al sucederse en una dirección dada, genera una línea; que esta última, en acomodos de distintas direcciones y dimensiones, forma los planos y, finalmente, que un conjunto de planos genera un volumen.

Según los filósofos y geómetras griegos, los planos y volúmenes deben seguir ciertos cánones en sus formas y dimensiones, entre ellos la sección áurea, na-

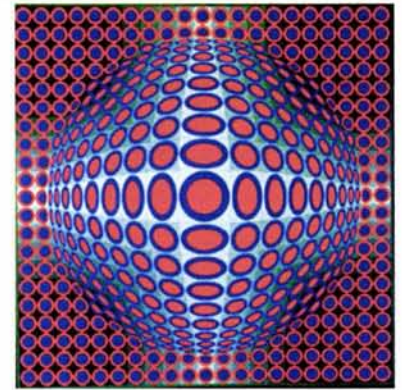


Fig. 7.21 Las obras de Vasarely, como ésta, basadas en retículas geométricas, manipuladas para crear sensaciones de volumen y profundidad.

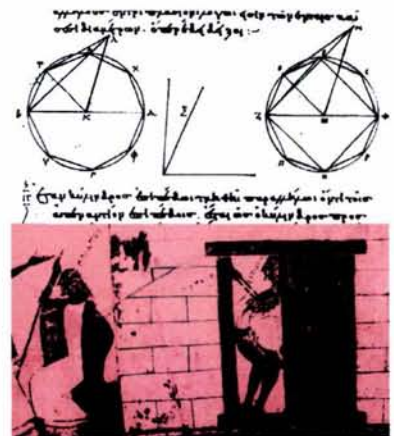


Fig. 7.22 Los principios geométricos griegos han definido el manejo de las formas en Occidente.



Fig. 7.23 El deseo natural humano de orden se expresa de manera semejante en distintas culturas, como prueban estas retículas de procedencia árabe hasta arriba, hindú al centro, mesoamericana abajo y, junto a ella, una obra más reciente, de M.C. Escher

turalmente agradables a los sentidos del hombre, por entrar en consonancia con sus propias proporciones y las de la naturaleza.

Desde aquellas épocas también, se usan retículas para crear patrones ordenados y contrastantes, que generan un ambiente racional y estructurado, basado en la aplicación de la geometría. El empleo de tales retículas es una constante en las diversas culturas del mundo, ya sea rellenas con figuras y colores contrastantes o que se transformen en grecas u otros motivos. Alcanzaron un gran desarrollo en la cultura islámica, para la cual está prohibida la pintura figurativa y, más aún, la representación de Dios o los hombres; debiendo decorar sus edificios con tales limitaciones, los pueblos musulmanes han debido recurrir a patrones reticulados, sobre todo mediante el uso de mosaicos, influenciando de paso al resto del mundo.¹⁰

Gran parte de la ornamentación arquitectónica, escultórica y pictórica de la América precolombina, muestra también gran profusión de motivos reticulares, cuyo desarrollo continúa hoy en día, tanto en las artesanías desde las reservas indias canadienses y norteamericanas, hasta la Patagonia, como en forma de elementos que artistas y diseñadores retoman y reinterpretan para dotar a los gráficos y a los objetos actuales, de un carácter nacional o regional propio.

Ya en el siglo XX, sobresalen los trabajos de Mauritus C. Escher, quien interpretó artísticamente la evolución de la geometría desde los principios de Euclides, pasando por los intentos racionalistas de gente como Kepler que intentaba encontrar los fundamentos de la armonía perfecta del mundo.

En el siglo XIX empezó a trabajarse en las dos geometrías no-euclidianas: parabólica e hiperbólica. Al crear retículas con estas nuevas geometrías, los límites dejan de ser líneas rectas para convertirse en curvas, más cercanas a la forma real en que perciben nuestros ojos. Una vez más, Escher se convirtió en uno de los artistas que con mayor claridad entendieron y aplicaron estos nuevos principios, que dieron sustento a gran parte del arte Op ("óptico") de la década de 1960.



Fig. 7.24 Ejemplos del aprovechamiento de Escher de las investigaciones en geometría hiperbólica y en topología.

Además de las geometrías hiperbólica y elíptica, se empezó, también entonces, a explorar la deformación de las formas dentro de los planos tradicionales, dando lugar a la topología y a objetos imaginarios, como el toroide, la banda de Möbius o cuerpos que "se penetran a sí mismos". Dichas deformaciones, aunque se pensaban imposibles de representar o construir, forman la base para algunos trabajos sobresalientes de Escher, en los que aplica las facilidades que brindan tales espacios y objetos nuevos para deformar él mismo sus representaciones del universo. Hoy, es posible encontrar efectos semejantes al de la figura 7.24 a la derecha, en algunos programas protectores de pantalla para computadoras.

¹⁰ GERSTNER, Karl.- Las Formas del Color.- Hermann Blume, Madrid, 1988, pp. 28 - 41

Pero si de racionalizar se trata, pocos esfuerzos como el de los profesores de la Bauhaus, que se empeñaron en establecer una relación entre forma y color, como elementos de un lenguaje visual que integraría la percepción inmediata de formas abstractas, antes de que el cerebro lleve a cabo un análisis consciente. Estos trabajos consideraban que las formas visuales formaban parte de la información básica que todo ser humano comparte -lo que por esa época Jung llamaría "arquetipos"-, por lo que era válido tratar de generar un lenguaje universal y atemporal a partir de esos elementos que, juntos, darían lugar a un vocabulario que se ordenaría según una gramática específica, de manera semejante al lenguaje verbal, aunque basado no en una rigidez intelectual, sino en la espontaneidad emocional creativa.¹¹

A partir de estos elementos, coincidiendo con la investigación temprana de Saussure sobre semiótica y la de Wertheimer sobre la teoría Gestalt, algunos miembros de la Bauhaus, sobre todo Wassily Kandinsky, trataron de "trasladar" los trazos y dibujos lineales a otras experiencias no gráficas, como la música. Kandinsky pretendía crear un lenguaje universal, de modo que todas las experiencias humanas pudieran trasladarse a este vocabulario visual. Su sistema de escritura proponía una serie de significados para las formas geométricas, cuyo sentido cambiaba en función del color.

De manera semejante a como Saussure encontraba sentidos y significados para el lenguaje verbal en una retícula en que las palabras tienen relaciones verticales para los significantes y horizontales para los significados, Kandinsky estableció una correspondencia entre las formas geométricas básicas -triángulo, cuadrado y círculo-, con los colores primarios. El triángulo no sólo es la forma geométrica más sencilla, sino que indica expansión en los tres sentidos de sus vértices; el cuadrado es más estable, es autocontenido, pero también puede expandirse hacia sus cuatro vértices; el círculo, en cambio, no irradia en ningún sentido, sino que es cerrado y completamente autocontenido, pasivo.

Por otra parte, entre el amarillo y el azul se establece una oposición simultánea calidez-frío, claridad-oscuridad y actividad-pasividad, con el rojo entre ambos. Ambas series pueden interrelacionarse directamente, de sencillez y claridad, a complejidad y oscuridad; así, como elemento básico de su lenguaje, Kandinsky estableció una correspondencia "ideal" entre el triángulo y el amarillo, el cuadrado y el rojo, y el círculo y el azul. Para los cuerpos geométricos, la relación partía del tetraedro amarillo -el cuerpo más sencillo, de cuatro caras triangulares con el color más claro-, al cubo rojo -seis caras cuadradas- y la esfera azul -cuerpo con número infinito de caras, con el color más oscuro-. La intención de Kandinsky no era, por supuesto, establecer reglas según las cuales un triángulo deba ser amarillo y una esfera azul, sino llamar la atención al hecho de que cada forma y cada color posee un carácter en sí mismo, así como una de las correspondencias que pueden establecerse entre ellos.

A partir de aquí, Karl Gerstner continuó experimentando durante las décadas de 1970 y 80, logrando completar la serie, tanto para las figuras bidimensionales como para los cuerpos tridimensionales, aunque su énfasis e interés estaban centrados en las primeras.¹² Gerstner, pintor e investigador suizo, partía del hecho de que los colores forman un ciclo continuo, cerrado, donde se pasa gradualmente de un color a otro, mientras que, tanto las figuras como los sólidos geométricos forman una serie abierta, con un principio en el mínimo de tres lados y un final en el círculo; sin embargo, mientras existe un número infinito de figuras entre el cuadrado y el círculo, no existen figuras regulares

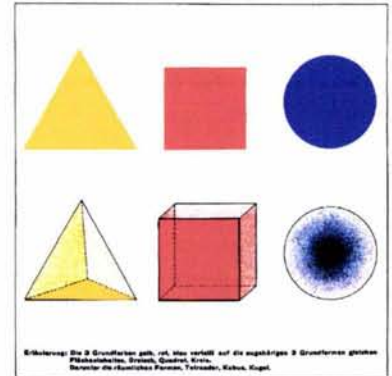


Fig. 7.25 La relación de las figuras y los cuerpos geométricos con los colores de Kandinsky.

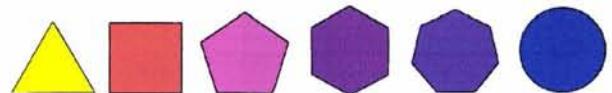


Fig. 7.26 La relación de las figuras geométricas con los colores de Karl Gerstner. En esta serie abierta de las figuras ninguna corresponde al color verde.

¹¹ LUPTON, Ellen y ABBOTT MILLER, J. (editores).- "La Bauhaus y la Teoría del Diseño". Ediciones Gustavo Gili, Barcelona, 1994, pp. 22 a 31

¹² GERSTNER, Karl, op. cit., pp. 108 a 161

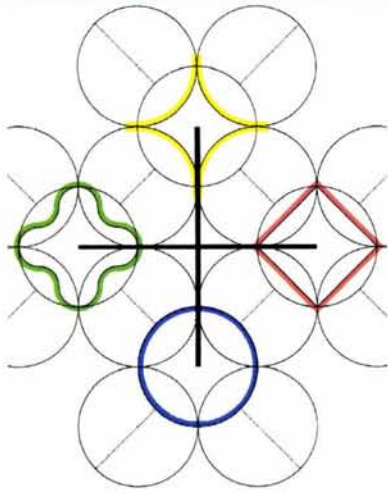


Fig. 7.26 Cerrando su propio círculo, Gerstner presenta cuatro colores primarios y formas bidimensionales equivalentes.

entre el triángulo amarillo y el cuadrado rojo. La primera tarea que acometió entonces fue la de combinar estos sistemas aparentemente incompatibles.

Para lograr tal cosa, Gerstner no sólo aceptó la correspondencia entre el triángulo y el amarillo y el círculo y el azul, sino que convirtió al verde en un color primario, completando cuatro, colocados en dos ejes: uno vertical amarillo-azul, contrastantes en luminosidad, en calidez y en actividad, y otro horizontal formado por el verde y el rojo, contrapuestos como tranquilidad-excitación, relajación-tensión y suavidad-fuerza. Con ello, completó cuatro "Formas de Color", que parten del círculo azul, un "astroide" amarillo derivado de la estrella de cuatro puntas, un cuadrado rojo inclinado, al que ahora llamó "diágono", y un "sinuón" verde, derivado del mismo cuadrado en cuyos lados se forman curvas sinusoides. De esta manera, cerraba un ciclo continuo de formas, correspondientes a los cuatro colores primarios, logrando al fin la generación de un alfabeto completo de formas, tal y como imaginaba Kandinsky. Con estos elementos básicos, Gerstner fue capaz de una obra pictórica y tridimensional de gran riqueza y expresividad.

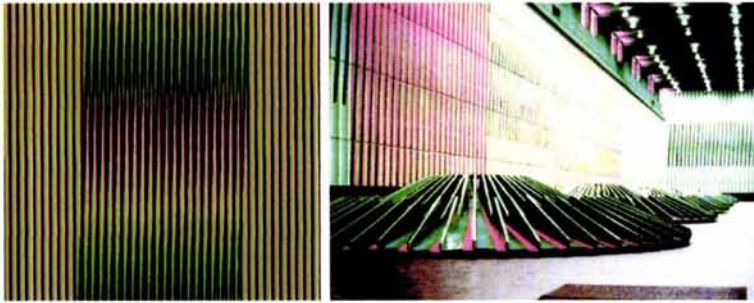


Fig. 7.27 Utilizando sus principios sobre un lenguaje del color, el venezolano Cruz Diez crea ambientes que enriquecen la estancia en ellos.

Más cerca de nosotros, están los trabajos del artista venezolano Carlos Cruz Diez, que, después de estudiar los esfuerzos para crear un lenguaje del color, propone uno propio, "autónomo, sin anécdotas, desprovisto de simbología, como un hecho evolutivo... como situación efímera y autónoma"¹³. Su trabajo no ha sido sólo teórico y reflexivo, sino que lo ha llevado a crear espacios arquitectónicos ricos en sensaciones y movimientos, con base en juegos con los colores que nosotros hemos llamado "partitivos" (ver el capítulo 3).

El puente entre la geometría euclidiana hacia las no euclidianas fue propuesto, en el siglo XX, por Mandelbrot, creador de la geometría fractal, enfocada a describir la naturaleza y sus procesos. Sus unidades de medición no son números enteros sino fracciones (de ahí su nombre) y establece un nuevo enfoque hacia el universo, a los límites entre caos y orden, entre estática y dinámica, mediante un método de retroalimentación, en que las características de un hecho se subdividen en un continuo repetir de patrones a diferentes escalas, conforme se hacen cálculos más detallados de la ecuación del hecho, creando el concepto de "autosimilitud" que imprime un orden en el caos aparente.¹⁴ Gracias a las computadoras ha sido posible representar la complejidad y abstracción de la geometría fractal y sus iteraciones infinitas en un esfuerzo que "rompe la frontera entre la ciencia y el arte".¹⁵

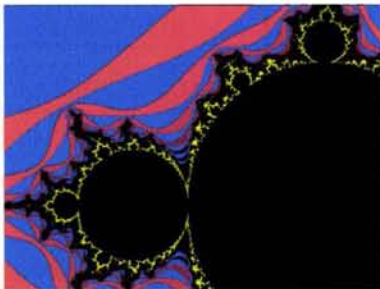


Fig. 7.28 Al usar las gráficas de las ecuaciones fractales como patrones, se ha creado una nueva estética.

Sabemos que es más fácil representar estas nuevas formas de concepción geométrica a través de dos dimensiones, en el espacio gráfico, que en el espacio objetual de tres dimensiones. Sin embargo, casi siempre la escultura primero y el diseño después, han sabido y podido reflejar y aprovechar estos nuevos conocimientos en beneficio de su propia estética. Estos principios,

¹³ CRUZ-DIEZ, Carlos.- "Reflexión sobre el Color". Fabriart Ediciones, Caracas, 1989

¹⁴ BRIFFS, J. y PEAT, F.D.- "Espejo y Reflejo. Del Caos al Orden". Conacyt-Gedisa, México, 1991.

¹⁵ GERSTNER, Karl, op. cit., pág. 45.

sobre todo dentro de la corriente Gestalt, han servido de base a los estudios sobre las formas tridimensionales, su deformación y la creación de nuevas maneras de construir los objetos de nuestro entorno, y que en México han sido retomadas y desarrolladas principalmente por la Escuela Gestalt de Diseño, de Xalapa, cuyo director, Joel Olivares, ha logrado despertar el interés por tales principios en nuestro país. Un ejemplo es el desarrollo y manejo, en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial de la UNAM, de "modelos iconográficos", que trabaja a partir de las imágenes fijas en la memoria (iconos) de objetos que son deformados, penetrados, socavados o aumentados, para generar nuevas formas para los objetos de uso cotidiano.

Los grandes avances en la tecnología de materiales, que permiten la fabricación de tales conceptos han contribuido a la materialización de las nuevas formas. Hoy día, el diseñador no tiene que limitar sus propuestas a tecnologías que sólo permiten el uso de ángulos o cantos marcados, formas rígidas o superficies planas, primitivas, a las que el usuario ha de adaptarse. Los materiales tienen cualidades de deformación y de resistencia que permiten superficies curvas, aún partiendo de hojas planas de materiales de colores constantes que no se desgastan, con texturas integradas en las zonas específicas en que se requieren, constituyendo una nueva estética de los objetos a nuestro alrededor.

Conforme avanzan las investigaciones en uno y otro campos, la geometría y el color reafirman cada vez más su papel como herramientas fundamentales en el diseño industrial, ofreciéndonos una serie de formas y tonalidades novedosas, e incidiendo en la apariencia de los objetos, en sus posibilidades de fabricación y la calidad del servicio que nos prestan.

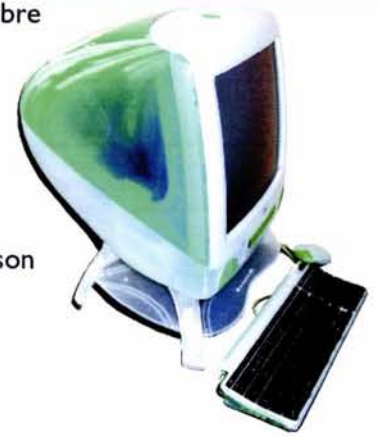


Fig. 7.29 La libertad geométrica que dan los materiales actuales ha afectado la nueva estética de los objetos de uso cotidiano, extendiéndose al uso de los colores.

EL PAPEL DEL COLOR EN LA CONFIGURACIÓN DE LOS OBJETOS

En el capítulo anterior revisamos el color como elemento fundamental en la composición del diseño, y la manera en que las investigaciones en otros campos, concretamente la geometría o las tecnologías de fabricación, influyen, y a su vez son influidas, por el color. Antes habíamos revisado las teorías de los colores, cómo son captados e interpretados por el humano y la manera en que pueden crear ciertas sensaciones, emociones, acciones y reacciones, lo cual puede ser aplicado en las obras artísticas de acuerdo con la intención creativa de los creadores. Recordamos, por lo mismo, que como diseñadores industriales requerimos contar con conocimientos de composición y técnicos suficientes para definir las características y los procesos con que se producirán masivamente los objetos.

Ahora analizaremos cómo la configuración de los objetos de uso cotidiano no sólo representa las costumbres, convicciones y aspiraciones de los grupos humanos que los han elaborado a lo largo de los siglos, sino que además ha evolucionado de la mano del desarrollo de nuevas tecnologías. Por principio de cuentas, haremos una revisión muy rápida de esa evolución desde la prehistoria hasta el siglo XIX, el de la Revolución Industrial, para detenemos en el Movimiento de Artes y Oficios, primer producto de la industrialización, paradójicamente como su primera resistencia importante. En él, las convicciones ideológicas empezaron a marcar la forma de los objetos que nos rodean, lo que, según algunos autores, sería llevado a extremos por Henry Ford, Adolfo Hitler y los líderes de los países socialistas del Siglo XX.

8.1 EL COLOR EN EL DESARROLLO DEL HOMBRE

Partimos del hecho de que, desde el principio de la historia, al representar su vida cotidiana y al adornar su propia fisonomía o los objetos que elabora como extensiones de su cuerpo o auxiliares en diversas tareas, el hombre ha utilizado el color como elemento fundamental de su expresión individual y colectiva. Aprovechando los medios a su alcance, los materiales que colorean y los instrumentos que facilitan su impregnación, durante siglos el ser humano ha representado el medio que lo rodea y su vida cotidiana, ha expresado sus emociones y sus sentimientos e, igual de importante, sus concepciones intelectuales y espirituales.

En este caso es válido hablar en un sentido progresivo y acumulativo, así como de una interrelación estrecha de intención creativa, conocimientos y tecnología, pues tanto la fabricación de objetos como la ejecución de obras artísticas, dependen de la tecnología disponible para obtener, transformar, usar y combinar materiales adecuados para cada caso y que doten de mayor o menor duración al objeto. El desarrollo tecnológico de cada grupo humano ha sido fundamental, a lo largo de la historia, para posibilitar la creación de formas, de motivos decorativos y de diferentes colores con composiciones químicas cada vez más eficientes y duraderas.

Tómense como ejemplo las cuevas, refugio y primeras viviendas del hombre que, al igual que los instrumentos de caza, extensiones de sus brazos, o los cuencos, copia de sus manos, dejaron pronto de ser simples objetos utilitarios para ser distinguidas con marcas de identificación, grabadas primero y pintadas después. El propio cuerpo humano se decoraba con distintos motivos que comunicaban la pertenencia a determinado grupo y, con el tiempo, a ciertos estratos sociales.



Fig. 8.1 Uno de los grabados encontrados en las cuevas de Cussac, en Francia, primeros vestigios conocidos de la mente y la mano creativas del hombre.

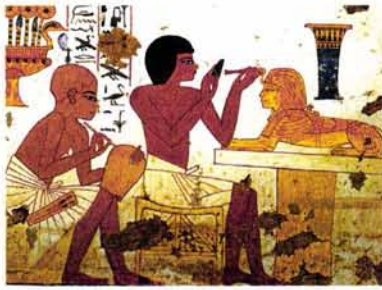


Fig. 8.2 Los egipcios dejaron constancia gráfica de la manera en que trabajaban pintura y escultura.

Las primeras marcas se elaboraban, claro, con los instrumentos y materiales que cada grupo tenía a mano, según el territorio que iba ocupando, primero al peregrinar y después en los primeros asentamientos fijos que establecía. Así, las tierras, los vegetales y después también los animales disponibles, definieron los colores con que se pudieron pigmentar las paredes de las cuevas y aquellos primeros objetos de piedra, hueso, cerámica o tela. La creatividad propia de cada comunidad, pero también la disponibilidad de elementos adecuados para alimentarse o para fabricar utensilios, empezaron a definir las costumbres de cada grupo, las maneras de organizarse, de convivir y de crear. En pocas palabras, definieron las primeras culturas.

Ello ayuda a entender las diferencias entre las costumbres, la organización y las creaciones de los chinos, que pudieron desarrollar el arte de la laca, roja o negra, o de la tinta, frente a los egipcios y su uso del lapislázuli, sus cosméticos, sus vidrios coloreados y sus pinturas murales, o los sumerios y los primeros ladrillos y mosaicos. Lo que había iniciado como aplicaciones locales de los materiales disponibles iba adquiriendo poco a poco un carácter distintivo de cada grupo y un valor simbólico en los ritos y costumbres, representativo de clases sociales y actividades dentro de la sociedad, y también de la creatividad de artistas y artesanos.

No es sorpresa, entonces, que al aumentar el intercambio entre estas culturas y las mediterráneas, los griegos perfeccionaran esos descubrimientos lejanos y los aplicaran en sus creaciones, generando estilos que desde entonces han definido la cultura occidental, si bien con algunos errores: Contrariamente a la creencia generalizada, los edificios y las esculturas griegos no eran blancos sino profusamente coloridos, aunque no parece haber sucedido lo mismo con la cerámica, donde predominaron los tonos ocre y anaranjados. El error histórico ha hecho del color blanco un componente del refinamiento alcanzado por la geometría de las construcciones helénicas.

Al conquistar Roma a los griegos y a los demás pueblos europeos y al generarse un intenso intercambio entre las distintas regiones imperiales, las formas sociales y culturales de los antiguos helenos y del nuevo imperio se fueron

mezclando y esparciendo, tomando a su vez elementos de los pueblos ocupados para aumentar el acervo, los materiales y los herramientas compartidos.

Siempre fue más fácil obtener ciertos pigmentos que otros, según su disponibilidad en el medio natural y su facilidad de aprovechamiento, lo que hacía que los más raros o difíciles de conseguir fueran tenidos por preciosos y exclusivos de las clases dirigentes. En Roma, por ejemplo, se creó una estricta reglamentación sobre el uso de los colores en el vestido: El emperador era el único que podía portar prendas teñidas con púrpura, el colorante más raro y más difícil de conseguir, y Nerón llegó a instaurar la pena de muerte para cualquier otro que lo usara. Las togas blancas eran exclusivas de los senadores y patricios, mientras los militares sobresalientes y los patricios vestían uniformes rojos. El verde era el color de Venus, del pueblo y, por la influencia celta, de la fertilidad. A partir de entonces, en occidente el púrpura ha simbolizado la realeza, el rojo la violencia y el verde la fertilidad.

Por supuesto, lo más importante que el imperio romano diseminó en sus territorios fue el cristianismo, cuyas reglas modificaron los valores simbólicos de algunos colores: en los vestidos femeninos para las bodas celtas, por ejemplo, se debió dejar el uso del verde tradicional de la fertilidad para adoptar el blanco cristiano de la pureza. Con estas imposiciones, con los siglos se han ido modificando las costumbres, los ritos y los mitos de los pueblos del mundo a los que ha llegado el cristianismo.

La caída del imperio romano marcó el inicio de la Edad Media. Entonces se desarrolló la alquimia, se perfeccionaron algunas técnicas de la antigüedad, mientras otras caían en desuso y eran sustituidas por otras, tanto para fabricar colores como sus soportes, como el aceite y la témpera, o el papel que sustituyó al papiro. Los diferentes gremios medievales desarrollaron el uso del color en cada especialidad: alfareros, vidrieros y tintoreros fueron logrando acabados más finos y duraderos. En Limoges, por ejemplo, al fundir sílice y añadirle diferentes óxidos metálicos, se desarrolló la técnica del esmaltado.

Entre las causas de las guerras cruzadas y los grandes viajes europeos de fines del medioevo, sobresale el boicot turco a los importadores de condimentos, tintes, pigmentos y compuestos químicos. Las exploraciones marítimas del siglo XV intentaban evitar las vicisitudes de las rutas terrestres y a los intermediarios comerciales. Es lugar común mencionar la ignorancia de Col n cuando llegó a unas "Indias" muy distintas de las orientales, pero hay que recordar los grandes beneficios que significó para Europa que "se atravesara" en su camino un nuevo continente, no sólo por las enormes cantidades de oro y plata que tributaron las colonias, sino también por las materias primas llevadas de todo el continente recién descubierto a España, Portugal, Holanda, Francia e Inglaterra. En el sur del nuevo continente, por ejemplo, los holandeses y portugueses encontraron tanto palo de Brasil, usado para teñir, que decidieron bautizar la zona con el mismo nombre de la madera.

Entre esas materias primas, cuya contribución para consolidar el imperio de Carlos V fue definitiva, sobresale la grana cochinilla, segunda exportación de la Nueva España después de la plata, llevada por toneladas al viejo continente. Era tan abundante, de brillantez y calidad tan altas, que se le eligió para teñir las vestimentas de los cardenales católicos junto con la púrpura, colorante que ahora podía exportarse en mayores cantidades desde las costas oaxaqueñas.

Los descubrimientos europeos en todo el mundo, a partir del entusiasmo por la llegada a América, permitieron enriquecer la variedad de materiales para pigmentar y conocer nuevas técnicas provenientes de los pueblos recién conquistados, relevando a los alquimistas y sus actitudes de secrecía y exclusividad del conocimiento, en favor del nacimiento de la química formal. Durante la transición, en Berlín se descubrió, por accidente, el llamado "azul de Prusia", oscuro, firme y estable, que sería ampliamente usado y daría lugar a nuevos tonos como el azul de Amberes, el de París o el de Génova ("Bleu de G nes" que, en el siglo XX, derivó a "Blue Jeans").

El fenómeno se repetía con los pobladores de todas las regiones que se iban ocupando: sus costumbres y estilos de representación se vieron influidos y, muchas veces, sustituidos por aquéllos venidos de Europa. Sin embargo, al momento de intentar la copia de lo que se hacía en el antiguo continente, los ejecutores locales siempre le daban un acento particular. Sólo en algunos casos, sobre todo en el lejano oriente, llegó a pasar lo contrario: los materiales, formas, adornos y ejecución fueron adoptados y copiados directamente por los europeos.

En esta época, una vez más, el desarrollo tecnológico afectó tanto al arte como a la producción de objetos, e inclusive se empezaron a homologar y fabricar en grandes volúmenes los materiales y herramientas para la aplicación de color: junto a la popularización del  leo, los pintores dejaron de elaborar sus propios colores y empezaron los esfuerzos por controlar la calidad de los materiales comerciales, con el afán de que los tonos duraran y permanecieran inalterables durante más tiempo y también para evitar fraudes en su venta y distribución.

En los siglos XVII y XVIII se dio el primer auge del adorno de las habitaciones, bajo la guía directa de las mujeres



Fig. 8.3 El vaso Portland (Roma, ca. 250 a.C.) es el ejemplar más antiguo de cristal grabado que permitía combinar colores.



Fig. 8.4 El colorante obtenido de los caracoles púrpura representó una de las mayores fuentes de ingresos para la Nueva España.



Fig. 8.5 Azucarera Sèvres de 1756, con aplicaciones de oro y pintura sobre un fondo azul característico llamado "Bleu Lapis"

cercanas a Luis XIV y Luis XV. Bajo la influencia de oriente, la porcelana francesa tomó gran auge cuando Madame Pompadour (considerada la inventora de la decoración de interiores) promovió la instalación de una fábrica en Sèvres, que dirigió y al diseño de cuyas piezas contribuyó; los productos incluían colores muy característicos, provenientes del arte chino. Uno de los principales lleva su mismo nombre, "Rosa Pompadour", que convivía con el "bleu lapis", un azul violáceo, el "azul nuevo", el azul turquesa, el verde, amarillo y violeta.

En las islas británicas tomó fuerza la industria textil con géneros, colores, estilos y formas de confección traídos de lugares como Cachemira, en India. Las prendas importadas pronto dieron paso a un desarrollo local que retomaba motivos florales regionales. En la cerámica, esto se reflejó en talleres como el de Wedgwood, único capaz de competir con la porcelana china, y cuyos fondos pastel, especialmente el azul, con relieves en blanco que reproducían temas griegos clásicos, perdurarían por lo menos durante los siguientes doscientos años.

Para principios del siglo XVIII había toda una industria dedicada a la producción controlada de diversos colorantes, de distintas procedencias y costos, en una gama cada vez mayor, basados químicamente en el plomo, que permitía cubrir superficies mayores de manera más pareja a menor costo. Se desarrollaron nuevos colores sintéticos como el azul ultramar y el verde Kuhlmann y un blanco muy estable, de sulfato de bario, base para la preparación de otros colores. Por la misma época, Du Fay desarrolló la fabricación de mordentes y tintes, Hellot mejoró el teñido en lana y Macquer hizo lo propio con la seda.

Otra vez, la creatividad se vio apoyada por el desarrollo tecnológico, pues al disponer de mejores procesos para colorear los productos con calidad más homogénea, las fábricas de estampado en Francia, Alemania y Holanda pudieron ofrecer productos de más calidad. El éxito fue tan grande, que en 1733 se vivió el primer cuello de botella de la industria textil, cuando los hiladores no pudieron suministrar suficiente hilo para la lanzadera volante que John Kay había construido.



Fig. 8.6 La cerámica Wedgwood, con sus colores pastel y sus relieves clasistas blancos no ha interrumpido su producción desde fines del Siglo XVIII.

No todo fue positivo, sin embargo: el comercio de pigmentos y colorantes provocó conflictos políticos y sociales, como sucedió con el índigo: Provenientes de las colonias portuguesas y holandesas en Asia, y después de las españolas, francesas e inglesas en América, llegaron a Europa enormes cantidades de azul de añil, ocasionando en poco tiempo la quiebra de los fabricantes de azul de glasto que hasta entonces habían dominado el viejo mundo.

8.2 EL CIENTÍFICO SIGLO XIX

Con el siglo XIX llegaron los primeros éxitos en la identificación de los elementos colorantes en las plantas usadas hasta la fecha para fabricar pigmentos y tintas. Sobresalen los trabajos de Chevreul, de quien hablamos en el capítulo 4 como investigador y teórico del color, así como los de Unverborden, que al calentar índigo obtuvo la anilina, a partir de la cual el inglés Perkin patentó el primer colorante sintético, la malveína. Con su ejemplo, otros investigadores patentarían nuevos colorantes, hasta que el desorden legal generó una enorme serie de demandas y fraudes en Francia, provocando la salida de los investigadores rumbo a Alemania y, con ello, la supremacía que a partir de entonces tendría ese país en la materia, sobre todo con el desarrollo de la nueva química orgánica que empezaba a explicar la composición de las moléculas vegetales y animales, su solubilidad y la forma como se pueden enlazar con las fibras a teñir.

Muchos de los compuestos descubiertos entonces siguen utilizándose en la actualidad para fabricar pinturas, dada su excelente resistencia al intemperismo y a la luz, pero otros muchos, usados por artistas como Gauguin o Van Gogh, fueron perdiendo brillantez y consistencia con los años, lo que en poco tiempo afectó definitivamente la apariencia original de sus obras.

En cuanto a la configuración y el uso masivo de las pinturas en los objetos de uso cotidiano, conforme avanzaba el siglo XIX se daba, sobre todo en Estados Unidos, una tendencia al recato, expresada en configuraciones más puritanas para las habitaciones y los utensilios, que evitaban formas ostentosas, adornos superfluos y colores llamativos, a favor de tonos apagados, oscuros, en armonías sobrias. A los muebles de madera se les aplicaba tan sólo aceite, que permitía ver la veta o, cuando mucho, un solo color mate. Objetos como las estufas o implementos agrícolas fundidos eran negros por definición, del mismo modo en que la ropa para obreros y mineros empezó a ser azul, cuando Jacob Davie y Levi Strauss patentaron en San Francisco (1874) sus "blue jeans", pantalón de tela gruesa de algodón teñida de azul de Génova.

En Inglaterra se imponía, por semejantes razones ideológicas de recato moral y de las costumbres, el estilo victoriano, de marcado eclecticismo en cuanto a los elementos que usaba, desde griegos clásicos junto con barrocos y rococó, hasta turcos y egipcios, con uso extensivo de amarillo crema, rojo oscuro, café, verde hoja y negro, tomados de los mosaicos medievales. Su mayor influencia la ejercieron precisamente varios tratados sobre el uso del color en la historia, que provocaron un renovado interés en la policromía. Para mezclarlos adecuadamente y evitar contrastes a veces inadecuados, todos los colores del conjunto se llevaban a tonos muy oscuros, lo que reducía la luminosidad de los objetos y las habitaciones, y daba una nueva definición al concepto de lujo, identificándolo con la sobriedad y el recato.

8.3 COLOR Y TRADICIÓN: EL MOVIMIENTO DE ARTES Y OFICIOS

Como respuesta a la incipiente industrialización de la producción de los objetos, desde la década de los 1830 había ya en Inglaterra la preocupación por educar a los artesanos y los primeros diseñadores de objetos que se producían en fábricas, e imbuirles los principios estéticos tradicionales, que parecían en peligro de desaparecer por la simplificación exigida por las máquinas y que, lejos de la frialdad de la producción en serie, enriquecían el ambiente humano. Tales esfuerzos quedaron documentados en las obras de gente como A.W.N. Pugin, John Ruskin y en tempranos manuales de diseño, entre ellos las primeras reglas de uso del color, de Owen Jones.

Empezaron también los esfuerzos modernizadores del príncipe consorte británico, Alberto, que promovió la Gran Exhibición de 1851, a la que fueron invitados países de todo el mundo a exhibir sus productos en el Palacio de Cristal construido ex-profeso y pintado con franjas amarillas, rojas y azules por el mismo Owen Jones, causando ya con ello algunas reacciones encontradas. Todo lo adelantado que era el palacio en sí, sin embargo, contrastaba con el carácter conservador de los objetos que se exhibieron en él.

Los principios estéticos de Jones, pero sobre todo las ideas de Pugin y Ruskin, influirían en el movimiento de "Artes y Oficios" (Arts and Crafts) y particularmente en William Morris, quien se oponía al boato de la clase media que crecía con el desarrollo industrial y su consumo de reproducciones baratas producidas en masa. Por ello, como Ruskin, volvió sus ojos a la Edad Media en busca de la simplicidad y honestidad formal que, según ellos, había prevalecido en los objetos de los siglos anteriores, fabricados a mano. Como parte de su postura, no aceptaba utilizar los nuevos pigmentos sintéticos, sino solamente compuestos naturales cuyas formulaciones él mismo había rescatado y fabricaba personalmente para aplicar a sus textiles y papeles tapiz, en patrones ricos y complicados muy parecidos, a su pesar, a los victorianos. Con el tiempo, llevó más allá su búsqueda de la expresión natural de los materiales, exponiendo ladrillos y maderas y pintando los muros de blanco o crema. El resultado era una apariencia y un ambiente más claros, frescos e "incivilizados", contra los oscuros tonos victorianos. En los patrones de sus textiles prevalecían el azul grisáceo, amarillo verdoso y crema, con acentos en rojos o rosas.

Conforme se fue extendiendo la influencia del movimiento en Europa y Estados Unidos, nacieron nuevos gremios a la usanza medieval y los estilos de los muebles, los accesorios, la cerámica, los textiles o el vidrio, fueron



Fig. 8.7 Muebles del movimiento de Artes y Oficios: Silla "Morris" de Webb, (1870), Vitrina de George Walton (1900) y, detrás, Vitrina de Olbrich (1902)



Fig. 8.8 Del Art Nouveau francés: Jarrón de Min-ton & Co. (1909), Placa de Massier (1900) y jarrón vidriado de Delaherche (1890)

haciéndose más severos, acordes con la búsqueda de un punto medio entre la producción industrial, en que "los diseñadores rara vez tenían contacto con los artesanos que fabricaban sus objetos, y pocos trabajadores veían el producto terminado. Los fabricantes tenían poco contacto con los consumidores de sus bienes, y no podían, por tanto, valorar sus reacciones. Lo que había sido un proceso cíclico integrado se había vuelto segregado y lineal, y la falta de comunicación resultante ocasionaba el deterioro de los estándares del diseño y la construcción." ¹ Esta cuestión, de hecho, aún a principios del siglo XXI no ha sido resuelta a cabalidad y sigue planteándose en países de rica tradición cultural y mano de obra abundante como el nuestro.

Las convicciones de Morris y el resto del movimiento mundial de Artes y Oficios no eran puramente estéticas, sino parte de toda una visión filosófica, según la cual los objetos representan la esencia del individuo, su pensamiento y sus sentimientos. La configuración de los objetos no debía responder únicamente a una apariencia externa, sino a un sustento filosófico en su estructura, sus formas y su ornamentación. El medio ambiente debía, pues, representar las convicciones íntimas del hombre, es decir, los principios cristianos. Los objetos hechos a mano transmitían mejor esos aspectos, eran más "honestos", poseían un toque de individualidad y unicidad que se perdía en los objetos hechos en serie.

Con el tiempo, las ideas del movimiento fueron evolucionando y adaptándose a las características propias de cada región y cada cultura sobre las que tuvo influencia: en Francia daría paso a una ornamentación exuberante en el "Art Nouveau", en Estados Unidos a un recatamiento de formas y colores y en Austria y Alemania a la creación de asociaciones gremiales que tomarían el liderazgo en el diseño apenas empezara el siglo XX.

Si los impulsores de Artes y Oficios abrevaban en la estética medieval, el Art Nouveau fue receptor de influencias tan disímolas como el arte japonés, las formas orientales y celtas o el simbolismo occidental. Al principio, utilizaba colores suaves en tonos pastel como el malva, verde oliva, marfil y gris, junto a detalles de acero o plata, evocando lugares distantes, exóticos y oníricos. Gente como Gallé retomaba técnicas como la del grabado tipo camafeo para crear objetos en vidrio que permitían la mezcla óptica de los diferentes colores de las capas de material, que ya incluían tonos nácar, rosa, violeta y naranja, mientras van de Velde utilizaba en sus muebles y carteles, de formas curvilíneas y orgánicas, colores más intensos y contrastantes.

El Art Nouveau se convirtió en sinónimo de exclusividad y modernidad, gracias a representantes como Louis C. Tiffany, que rescató el vidrio soplado para dotarlo de nuevos usos prácticos en objetos como lámparas y espejos con formas novedosas, basadas en la naturaleza. La gama de colores que empleaba iba de los verdes opacos hasta colores pastel lechosos. Una vez más, la inventiva en la producción sustentaba la de la creación, de modo que Tiffany influyó en las nuevas ideas que caracterizarían el movimiento, primero con vidrios iridiscentes en tonos azul y verde saturados, después con mayor variedad de colores brillantes y, finalmente en su período "Nash" (nombre del industrial que lo apoyó), con tonos pastel que adornaban sus candeleros, floreros o lámparas; las pantallas de estas últimas ayudaban a reducir la intensidad de la luz eléctrica, cuyo uso se encontraba en etapa de difusión masiva y se consideraba agresiva.

¹ cfr. KAPLAN, Wendy, et al.- "Encyclopedia of Arts and Crafts. The International Arts Movement 1850-1920". Quantum Books Ltd. London, 1998. Pág. 9

EL PAPEL DEL COLOR EN LOS OBJETOS DEL SIGLO XX

Se sabe que las divisiones temporales que hace el ser humano son, como las geográficas, meros convencionalismos sociales. Ni cambia el clima de un mes o un año a otro, ni cambia el color de la tierra de un país a otro. Para algunos historiadores, el Siglo XX empezó con la primera guerra mundial en 1914 y concluyó con la caída del muro de Berlín en 1989. Ciertamente, un siglo corto, de apenas 75 años!

De modo semejante se considera que el diseño industrial nace, formalmente, en abril de 1919, al abrir sus puertas la Bauhaus de Gropius, si bien sus raíces se pueden buscar en las uniones gremiales de principios de siglo, en el movimiento de Artes y Oficios, en 1850 con la feria mundial de Inglaterra, o aún en las primeras clases de los 1830 sobre la fabricación de objetos adecuados para los gustos tradicionales, pero fabricadas con las primeras máquinas industriales. El hecho es que el primer esfuerzo exitoso por conjuntar la producción en serie con las necesidades físicas y anímicas del usuario se dio en las tres etapas de la Bauhaus y llegó a influir tanto en la manera de configurar los objetos como en el desarrollo profesional y académico de la nueva disciplina.

Después de la breve panorámica histórica sobre la interrelación entre la disponibilidad de materiales y tecnologías de aplicación y el uso del color en la elaboración de objetos de uso cotidiano, podemos analizar con mayor profundidad algunos casos de objetos cuyo uso de los colores ha sido característico o determinante durante el siglo XX, que es precisamente cuando se desarrolla la industria de producción de bienes de consumo duradero y, con ella, del diseño industrial como herramienta creativa, eficientizadora e intermediaria entre los objetos y sus usuarios.

Para entender el desarrollo de los objetos en el siglo XX y, específicamente, de su uso de los colores, no podemos, sin embargo, limitarnos al ámbito de la tecnología como hicimos en el capítulo anterior, con todo y lo impresionantes que fueron sus avances en esos años. Es necesario considerar además los entornos sociales, económicos, políticos, psicológicos y de moda que influyeron en la fabricación y el consumo de tales objetos y, por tanto, en el empleo de determinadas gamas en distintas regiones y etapas del siglo.

9.1 PUENTE DEL PASADO AL FUTURO: LA BAUHAUS

Los arabescos del Art Nouveau y sus derivados como el "Jugendstil" (estilo joven) alemán darían paso, gradualmente, a formas más sencillas y geométricas, susceptibles, en un primer esfuerzo de reconciliación ideológica y pragmática, de fabricarse con la nueva maquinaria industrial, pero también producto de las tendencias a sintetizar las formas a conos, cubos o esferas, según los cánones de las corrientes artísticas de la época, en especial el cubismo.

En Alemania se formó en 1907 la "Werkbund", un organismo que aglutinaba a artistas y profesionistas para conjuntar las demandas de los modos industriales de producción con las formas artísticas y la eficiencia funcional, en un claro antecedente de lo que después sería el diseño industrial, dejando de lado la ornamentación que caracterizaba a las artes aplicadas y al Art Nouveau. La aplicación de color se veía limitada en muchas ocasiones por la capacidad de las fábricas y sus esfuerzos por simplificar la producción, hacer pocos cambios de colorantes y re-



Fig. 9.1 Caja de cigarros presentada por F.H. Ehmcke en la Exposición del Werkbund en Colonia, en 1912



Fig. 9.2 Mesa plegable diseñada en la Bauhaus por Gustav Hassenpflug (1928).



Fig. 9.3 Este juego de construcción de 1924, obra de Alma Buscher, se valía de formas y colores básicos.

ducir los costos de manufactura y ensamblado, por lo que los objetos de la época se caracterizaron por grandes superficies de colores sólidos, sin adornos ni formas caprichosas.

En 1919 en la misma Alemania, heredera de los principios del movimiento de Artes y Objetos, de los gremios formados bajo su influencia y sobre todo de la Werkbund, nació la Bauhaus, que continuaba la promoción de un lenguaje estético fundamentado en las formas geométricas básicas y en la producción industrial, enriquecida por la mano artesanal. El énfasis en lo básico debía mucho a los artistas expresionistas alemanes que constituyeron la primera formación de la escuela y en su segunda etapa, a partir de 1923, es clara una influencia todavía mayor del constructivismo en objetos con mayor apariencia estructural y geométrica.

La Bauhaus puso fin, por lo menos momentáneamente, a la discusión entre los conceptos defendidos por el movimiento de Artes y Oficios del siglo XIX y los promotores de la industrialización y la estandarización del XX, pues rescataba lo artesanal en los diseños y los preparaba para fabricarse en serie. Su principal aportación fue la base teórica y académica, ampliamente organizada y documentada, que conjuntaba esos elementos aparentemente encontrados -artesanía, belleza y calor humano contra industria, rigidez y frialdad tecnológica- y que la situó como precursora de las siguientes décadas, cuando sus egresados incidieron en la apariencia y la funcionalidad de los objetos al encargarse de diversos proyectos productivos o al continuar la misma línea académica en el resto del mundo, sobre todo en Chicago y en Ulm.

El estudio del color en la Bauhaus, iniciado por Johannes Itten y continuada por Kandinsky, influyó de manera importante la estética del objeto industrial, liberándolo de los tonos graves y oscuros del siglo anterior, aunque muchas de sus propuestas no hacían énfasis en gran variedad de tonos o en combinaciones llamativas (como tampoco exploraban la forma con libertad amplia), respetando muchas veces la apariencia de materiales con que se fabricaban los productos o, en todo caso, con los colores primarios, más el blanco y el negro. Sin embargo, sus tesis sobre las formas y el color habrían de servir de base para los procesos de sistematización y estandarización del resto del siglo, hasta los años 70 en que nacería el Post-modernismo.

9.2 CUANDO LAS IDEOLOGÍAS DEFINEN LOS OBJETOS

Desde el inicio del Siglo XX, la aplicación de los colores, como muchos campos de la actividad humana, se vio marcada por la lucha continua de distintas naciones o grupos, que lo caracterizaron, por imponer las ideologías, principios, costumbres, modas y formas de convivencia que cada grupo juzgaba "correctos", coincidiendo con el enfoque del movimiento Artes y Oficios de que los principios y la cultura de la sociedad determinan el comportamiento de cada individuo y permean en sus concepciones, su comportamiento, su participación social y sus aspiraciones, que a su vez se reflejan en la elección de los objetos con que lleva su vida diaria. En no pocas ocasiones, se quiso seguir el camino inverso: a través de objetos que reforzaban campañas propagandísticas e ideológi-

cas, se pretendía influir en el comportamiento y la psique de los individuos para, a través de los comportamientos individuales, controlar el social y, con ello, llevar a la práctica los principios ideológicos que se defendían. El papel del color en estos esfuerzos fue muy importante y, hoy en día, sirve como referente para identificar la procedencia y los fines de los objetos.

Por ejemplo, en los Estados Unidos de principios del siglo XX, los objetos producidos masivamente sufrían de una gran limitación en cuanto a su apariencia, a consecuencia de la ética que se aplicaba en el mundo industrializado desde mediados del siglo XIX, aprovechada por los grupos capitalistas protestantes dominantes, que promovían la modestia y discreción en cada aspecto de la vida, desde los principales centros de poder en Estados Unidos y en la misma Europa. A pesar de que la tecnología para el recubrimiento y la fijación de los más diversos materiales con pigmentos adecuados estuvo disponible prácticamente al concluir la segunda década del siglo, no se les aprovechaba en la fabricación de los objetos, llegando a limitar, según algunos autores, el desarrollo de códigos adecuados de uso para los nuevos productos; los colores vivos, cálidos y atractivos eran, para las sociedades europeas y norteamericana de la época, colores "deshonestos", contrarios al recato que se exigía. Los objetos, por ende, eran cubiertos con colores neutros, grises, blancos, negros, cafés.¹

Recordemos la famosa frase que se atribuye a Henry Ford: "Fabricamos el modelo 'T' en cualquier color, siempre que sea negro". Durante 19 años, el exitoso automóvil se vendió por millones a causa del bajo precio logrado con su producción en una línea continua de ensamblaje, pero no pasó mucho tiempo para que Chevrolet ofreciera coches un poco más caros pero con mayores prestaciones y... en varios colores a escoger, con lo que le desbancó a Ford, hasta la fecha, del primer lugar en ventas en los Estados Unidos.

Con todo, la frase parece no haber sido expresada jamás por Ford. De acuerdo con Trent Boggess, que revisó las órdenes de compra y de trabajo de la época, las verdaderas razones para usar diferentes composiciones de pintura negra para las partes mecánicas y de la carrocería del automóvil, más que ideológicas o de costos, eran tecnológicas, pues la pintura negra ofrecía más facilidad de adherencia y duración que los colores más claros, además de mejor resistencia a la humedad y excelente brillo final.²



Fig. 9.4 El Ford T, "de cualquier color, siempre que sea negro."

El automóvil es tan sólo un ejemplo, pues los teléfonos, máquinas de escribir, muebles e instrumentos del orden más variado, eran ofrecidos en negro o, en el mejor de los casos, en tonos de gris. Sin embargo, se conocían y valoraban los objetos desarrollados en Europa, principalmente del Art Nouveau, que llegaron a influir en algunos creadores norteamericanos.

La sistematización y la estandarización aprovecharon los avances en la formulación de las pinturas para hacer de su aplicación un proceso cada vez más eficiente y más limpio. En esa época, la mayoría de los objetos de metal o madera se pintaban a mano. Cada capa se secaba al aire antes de aplicar, cuando se requería, un acabado final. Pero con la adopción de la fabricación en serie, el pintado se convirtió en un cuello de botella, tanto por la lentitud del proceso manual como por el tiempo requerido para secarse, lo que dio pie al desarrollo de nuevas técnicas de aplicación de pinturas y barnices mejor formulados para lograr un acabado atractivo y duradero después de un secado rápido.

No sucedía lo mismo en la naciente Unión de Repúblicas Soviético Socialistas. A principios de la década de los 20 inició lo que se conocería como "constructivismo soviético", basado en el cubismo y el futurismo y dedicado a la generación de objetos para la clase trabajadora que había triunfado en la revolución bolchevique de 1917. El

¹ cfr. PASTOREAU, Michel.- "Color, Diseño y Consumo de Masas. Historia de un Encuentro Difícil". 1997

² BOGGESE, Trent.- "All Model T's were Black", en <http://www.mtfa.com/encyclo/P-R.html#paint1>



Fig. 9.5 En la URSS existía una tendencia a copiar los conceptos del lujo de occidente, no sólo en los objetos, sino también, como se ve, en su promoción



Fig. 9.6 La mala calidad de fabricación, junto con un diseño pobre, daban a los objetos del socialismo una apariencia corriente

Ford. El perfil de la carrocería, por cierto, terminó de definirse por la facilidad para pintarla en un tanque de inmersión, pues volteada adopta una forma de cuchara que reduce los escurrimientos y cubre más homogéneamente.

9.3 LA TRADICIÓN MARCA EL RUMBO

Existen, en los seres humanos y en los grupos sociales, fuerzas encontradas que los llevan a aceptar o a rechazar nuevos conceptos o cambios en sus costumbres. No sólo tienen que ver con la edad, que conforme avanza parece hacer más conservadora a una persona, sino también con razones ideológicas, religiosas y psicológicas.

Parte de la labor del diseñador industrial es conocer las características de las personas que pueden llegar a utilizar su producto, a fin de hacerles más cómodo su uso y la transición entre un objeto viejo y el nuevo, pero también para que les resulten atractivos en el momento de decidir su compra.

Algunos objetos han tenido una configuración básica desde sus inicios, que puede resultar muy difícil de modificar, convirtiéndose en iconos. Un buen ejemplo son las máquinas de coser. El aparato que Singer introdujo a los hogares norteamericanos en 1859 tenía un acabado negro con detalles dorados, que lo hacía congruente con las usanzas de la época pero que, sobre todo, armonizaba con el resto de la decoración doméstica, reforzando además la idea de eficiencia mecánica con el negro que distinguía las máquinas industriales. Como el mercado de las

aislamiento del resto del mundo, la escasez de materias primas y los graves problemas de distribución, así como los dictados estéticos de la clase gobernante (contrarios a los "adornos superfluos y ostentosos"), que caracterizaron la existencia de la URSS y sus países afines, frenaron el desarrollo del diseño de objetos y su presencia relativa en la vida de sus habitantes. Así como las formas eran simples y austeras, cercanas a los cuerpos geométricos básicos, la aplicación de colores no evidenciaba una intención de integración o armonía, sino un seguimiento miope de lo que se percibía del mundo occidental.

Al final, el fracaso de la economía soviética provocó que sus productos se fabricaran con materiales de baja calidad y que, inclusive los objetos cuyo diseño importaban del mundo occidental (como los automóviles Fiat o los aparatos Braun), tuvieran una apariencia corriente y barata, que en poco enriquecía la vida diaria de los usuarios. Hoy en día, sin embargo, los objetos de la Europa ex-socialista, característicos por sus geometrías y decoraciones rígidas, son codiciados por los coleccionistas de todo el mundo.

La situación en la Europa nazi no fue mejor: Hitler, como antes los bolcheviques, percibía el desarrollo artístico como un peligro y una fuente potencial de disidencia, lo que, junto con el rechazo al mismo socialismo y a todo lo moderno ("anti-alemán, anti-arte y bolchevique")³ le hizo perseguir a la Bauhaus hasta cerrarla definitivamente en 1932. Una vez más, los criterios de diseño y apariencia se definían en las altas esferas de la política. Para el KdF Wagen ("Automóvil de la Fuerza por la Alegría"), aquel Volkswagen original, los nazis especificaron un color gris azulado como única opción, siguiendo los pasos de su admirado Henry

³ Citado en DROSTE, Magdalena.- "Bauhaus". Benedikt Taschen Verlag, Colonia, 1991, pág. 230

máquinas de coser era tradicionalmente de señoras conservadoras, dedicadas a labores del hogar, o bien costureras con talleres "serios", durante casi un siglo se mantuvo la iconografía básica de la máquina de coser, con el aparato esmaltado en negro y el mueble base con barniz oscuro.

Conforme cambiaron la edad y la ocupación de las consumidoras, a partir de la década de los 1950 gradualmente fueron apareciendo otras opciones de color, llegando a los grises y cremas muy claros en boga en nuestros días, en materiales que van del metal tradicional a los plásticos de última generación.

En efecto, puede ganarse un nicho de mercado modificando el orden de las cosas, como le demostró Chevrolet a Ford, o como sucedió, con los accesorios para oficina, desde las engrapadoras o perforadoras hasta las máquinas de escribir. Éstas últimas nacieron siendo de metal negro y poco a poco vieron aclararse sus superficies, primero hacia tonos pastel y grises a mediados del siglo XX, excepto en Italia, donde Olivetti lanzó, ya en 1935, una línea de máquinas portátiles y de distintos colores, marcando la configuración estándar de una máquina de escribir hasta que, en los 70s, volvió a revolucionar el mercado con el modelo portátil Valentine, de King y Sotsass, de cuerpo hecho totalmente en plástico rojo.

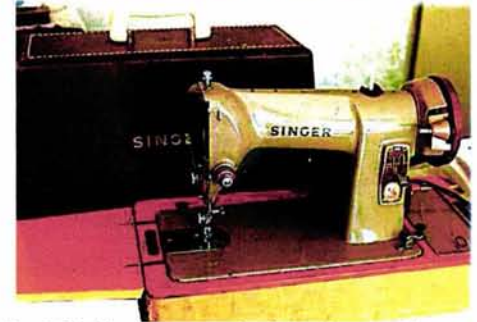
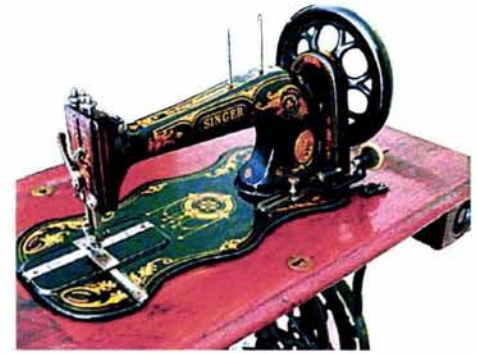


Fig. 9.7 El color negro de las máquinas Singer, como ésta de 1883, duró casi un siglo. Abajo, el modelo portátil 85K de 1955

9.4 ECONOMÍA, TECNOLOGÍA Y COLOR

Después de la segunda guerra, la fábrica sueca de aviones SAAB decidió producir automóviles que, al principio, debieron ser todos de color verde militar. A diferencia de Ford o Hitler, la decisión tuvo razones económicas y tecnológicas, pues la optimización de los recursos obligaba a SAAB a agotar la pintura que quedaba en los almacenes de la compañía antes de poder ofrecer más opciones a los pocos compradores suecos de la época.

Este ejemplo ilustra otra limitante en las decisiones sobre el color de un producto nuevo: la economía. Es claro el esfuerzo de todos los fabricantes europeos de la posguerra para optimizar sus recursos y, en este sentido, se prefirió sacrificar la apariencia de los productos con tal de garantizar una alta calidad de funcionamiento y servicio.



Fig. 9.8 Uno de los primeros Saab 92, diseñado por Sixten Sason y verde por necesidad

Aunque no siempre es la economía: el nombre de la "línea blanca" se debe a que los enseres domésticos debían fabricarse en blanco o negro, que eran los colores en que se podían esmaltar las piezas metálicas para las lavadoras, estufas y los primeros refrigeradores para dar mayor protección, duración y limpieza a sus superficies. Si las estufas y las lavadoras eran blancas en el exterior, en sus quemadores, charolas o tinas dominaba el negro, a veces inclusive como peltre. Una vez más se creó un icono y un referente cultural, aunque hoy en día sea posible adquirir enseres casi en cualquier color e inclusive hechos de plástico.



Fig. 9.9 Al empezar el siglo XXI se ha vuelto a materiales tradicionales con formas más orgánicas y elementos de varias épocas, aprovechando las nuevas tecnologías

Hoy en día, son claros los beneficios que han traído las nuevas tecnologías para apoyar la labor creativa del diseñador industrial, pues simultáneamente a la posibilidad, por ejemplo, de inyectar plásticos de mejor calidad que antes, con diferentes acabados que permiten generar nuevas envolventes, la difusión de las tecnologías para curvar maderas ha facilitado una nueva estética en el diseño de mobiliario.

En general, una mayor abundancia mundial de recursos, así como la reorganización planetaria de la economía, ha promovido el desarrollo de las industrias de bienes proveedoras de materiales y fabricantes de objetos, que a su vez repercute en mayores ofertas para los consumidores que, al disponer de mayores recursos también, tienen a su alcance los nuevos productos a precios cada vez más accesibles.

9.5 MAYORES VENTAS: EL DISEÑO Y LA MERCADOTECNIA

El diseño de un producto puede hacer la diferencia entre su éxito y su fracaso, e inclusive puede determinar la supervivencia o el hundimiento de toda una compañía, lo que habla de la enorme responsabilidad del diseñador, de quien dependen no sólo la apariencia del objeto, sino su facilidad de producción y de uso, sus costos y su adecuación a mercados cada vez más competidos.

La reorganización global de la economía ha traído consigo un reordenamiento en varios aspectos que afectan el diseño, la fabricación y distribución de los bienes de consumo: Hoy en día, el concepto para un nuevo objeto o para el rediseño de uno existente, se desarrolla en un área de la compañía fabricante, que puede estar en otra ciudad, o inclusive en otro país, diferente de donde se diseñará el producto, que a su vez puede ser diferente de dónde se fabricará, dónde se armará y dónde se distribuirá, consumirá y usará.



Fig. 9.10 La estética de objetos de los años 90 se vio influenciada por el lanzamiento de la computadora iMac

El ejemplo más difundido de las ventajas de adoptar una presencia propia, apoyada en materiales y tecnologías nuevos, así como en colores creados ex-profeso, que además influiría fuertemente en otros mercados, es el del equipo de diseñadores industriales que desarrollaron las computadoras iMac y G3. Aún cuando ya existían algunas computadoras con aplicaciones de color, en 1997 Apple presentó, para su venta masiva, estos nuevos modelos que la salvarían de la quiebra; además de la actualización monocromática del logotipo multicolor de la marca, sistemas operativos y componentes más rápidos y eficientes, ambos modelos compartían las formas curvas y orgánicas de sus envolventes, así como una combinación de colores y texturas que llegaba aún a cables y clavijas; ciertamente, con todas estas innovaciones se renovó el interés de los compradores por la marca. La nueva estética propuesta dio lugar a una serie de productos semejantes, alrededor de las mismas computadoras y en áreas completamente alejadas, cuya apariencia se volvió translúcida, con componentes intercambiables de diferentes colores que personalizaban su apariencia, tal como se podía hacer al elegir entre cinco colores ("sabores", le llamaban ellos") diferentes de iMac.

La mano de la mercadotecnia en el lanzamiento de las nuevas máquinas es muy clara, pues significó toda una apuesta para la compañía, que se encontraba rayando la bancarrota en ese momento. Apple, además, tiene un mercado leal que poco a poco ha sabido ampliar, lo que le permitió lanzar toda una campaña de promoción que marcó no sólo su supervivencia, sino su regreso firme como innovador en su segmento. Los materiales translúcidos, como los policarbonatos, ya eran usados por diversos diseñadores y compañías, incluyendo a Alessi, pero la campaña y el arrojo de Apple al innovar en un medio tan conservador como el de las computadoras, establecieron toda una corriente de diseño que pronto se expresó en los más variados campos.

Lo importante desde el punto de vista del diseño, conviene repetirlo, fue el uso integral de colores como parte fundamental de un esfuerzo innovador. Por ello, los colores no rompen con el conjunto, sino lo complementan. La misma Apple cometió un exceso que le restó credibilidad y ventas, cuando un par de años después, lanzó sus mismos modelos con apariencia floreada o "de dálmata", que tuvo que retirar del mercado casi inmediatamente, pues ambas apariencias eran poco apropiadas para la envoltura: eran accesorias, no habían sido diseñadas integralmente. Con los años, prácticamente regresó a colores blancos, neutros, que sin embargo creaban una imagen de frescura y novedad junto a los modelos rectilíneos de color beige aún prevalecientes en el mercado, para regresar a la oferta de diferentes colores para su nuevo reproductor de música compacto iPod, a principios de 2004.

El color ocupa su lugar, en éste y muchos casos exitosos, como una de las herramientas de que dispone el diseñador para apoyar la diferenciación del objeto que proyecta, de los demás que puede elegir el consumidor. Pero más aún, puede ayudar a la penetración de diferentes mercados. Si la economía globalizada ha sido criticada porque conlleva una homologación para individuos de diferentes culturas, niveles económicos, educación, antecedentes y aspiraciones, fruto de una oferta idéntica de servicios, productos, entretenimiento (música, películas, televisión, juegos), algunas empresas han recurrido a detalles que diferencian el producto de acuerdo a la región donde se va a consumir, o al mercado meta que se ha establecido por edad, cultura, género o alguna otra variable. Incluso puede suceder, por supuesto, que un bien exitoso en una región no funcione en otra, al no estar adecuado a los requerimientos específicos de los usuarios.

El uso del color puede jugar un papel muy importante en este sentido, pues la gama cromática de un pueblo es una de características que más lo diferencian de los demás, como también, en una sociedad, puede servir de identificación generacional. Al hacer una propuesta adecuada de colores para cada nicho de mercado a atender en diferentes lugares, puede contarse con mayores posibilidades de éxito para el producto.

Claro está que existen colores neutros que pueden ser aceptados por distintas culturas, y que la mercadotecnia juega un papel muy importante al apoyar los lanzamientos a través de las modas y la publicidad, pero hay que recordar que la mercadotecnia es sólo una herramienta que requiere un buen sustento físico del objeto y considerar que, si se ofrecen características, en este caso colores, más adecuados, con los que la gente se sienta más cómoda e identificada, seguramente nuestro producto tendrá mayor aceptación en el mercado. En este sentido, el objeto global puede no ser tal, al no poder ser exportado libremente de un punto a otro ni ofrecerse indiscriminadamente a todo mundo, pues cada individuo y cada sociedad tiene sus propias expectativas.

9.6 COLORES DE MODA

Lo que hizo Apple con la iMac, en última instancia, fue establecer una moda de uso de plásticos translúcidos con diferentes texturas, en colores intensos, puros, que hacían más fresco el espacio en que se encontraban. Tal in-



Fig. 9.11 La catsup verde, solicitada por los niños norteamericanos y un éxito en Estados Unidos, representó un fracaso en México, en parte por no considerar los gustos ni los referentes mentales del mexicano



Fig. 9.12 Los colores brillantes y frescos del Chevy contribuyeron a su éxito en su primer mercado-objetivo: los jóvenes y, después, entre sectores sociales más amplios

en colores morado, verde aqua, o rojo brillante. Conforme fue estableciéndose el modelo, se ofrecieron otros colores que atrajeran a otros sectores más conservadores, como parejas maduras, amas de casa o compañías que requirieran flotillas de automóviles.

A la vuelta de los años, el mercado de automóviles ha cambiado radicalmente: es cierto que hay una mayor oferta en todas las categorías del sector gracias a la liberación de las importaciones, pero la realidad es que los autos con mayor crecimiento en ventas son los subcompactos que se lanzaron para competir en el nicho que revitalizó el Chevy, así como los más pequeños coches urbanos que han representado un nicho interesante para las compañías fabricantes. El éxito del Chevy tiene entonces muchas razones, una de las cuales es la estrategia de introducción hace 10 años y, dentro de ella, el papel del color como elemento de atracción del mercado meta inicial.

El mercado de los jóvenes nació en realidad en las décadas de los 50 y 60, cuando existía una verdadera expresión exuberante de formas y colores orgánicos y orientalizados, fruto de la bonanza económica de la posguerra y de los trabajos de los nuevos artistas plásticos, algunos de los cuales hicieron uso libre de elementos disímolos en nuevas combinaciones y estructuras. Los patrones y las estructuras del arte op y pop se reflejaban en los tapices para muros y para telas, de colores brillantes, luminosos y juveniles, fabricados en nuevos materiales que estuvieron en boga por lo menos hasta la primera mitad de los años 70, pero también en una serie de objetos que se lanzaron específicamente para consumo juvenil, en colores brillantes y saturados y que encontraron su lugar en la moda innovativa que incluía la minifalda o los peinados altos.

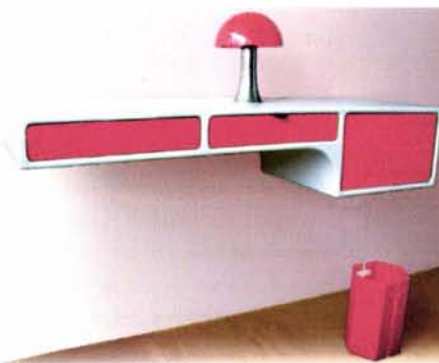


Fig. 9.13 Dos ejemplos de mobiliario de los 70: Sillón inflable y recámara con laminados plásticos y acrílicos "juveniles"

fluencia se ha desarrollado desde entonces en los más variados campos, incluyendo el automotriz, que tradicionalmente ha marcado las pautas del diseño industrial, al incluir elementos con tratamientos de color o transparencias en los tableros o en las unidades de luces.

Un éxito semejante al que alcanzó Apple a nivel mundial lo logró General Motors de México en 1994, cuando incursionó por primera vez en el mercado de autos compactos con su modelo Chevy, cuya campaña de lanzamiento estuvo dirigida principalmente al mercado de jóvenes profesionistas o parejas jóvenes que requerían un auto económico a su alcance, como una alternativa al Sedán de VW, líder indiscutible del segmento hasta ese momento. Los primeros modelos de Chevy se vendían

Durante los sesenta y setenta esta moda incluyó el uso de materiales como la fibra de vidrio, el polietileno y el acrílico, con los que se hacían toda clase de productos, desde carrocerías hasta sillones o accesorios personales. Los laminados plásticos alcanzaron un importante desarrollo y se usaron para recubrir los tableros contrachapados o de partículas de madera (triplay y aglomerado) con acabados lisos de colores brillantes o estampados que imitaban... la veta de la madera. Por contraposición, durante el resto de los años 70 la moda cambió una vez más y se volvió a los colores tierra, los ocre, cafés, naranjas y amarillos pálidos, en combinaciones que referían a la naturaleza, tanto en los gráficos como en los objetos y los ambientes.

De hecho, el concepto de la moda ha sido de los que más ha influido en la configuración de los objetos durante el siglo, con asociaciones específicas dedicadas a fijar las tendencias de color de cada temporada para la industria textil, hasta con dos años de antelación; de las industrias textil y de confección toman las demás ramas la información para poder com-

petir con productos de apariencia "novedosa", adaptada a los cánones de cada temporada, aunque de manera más conservadora, por la inversión que conlleva cada cambio de colores y por los riesgos que implica, pues un error en la percepción de lo que la gente desea puede provocar la caída de las ventas.

9.7 EL COLOR COMO SUMA DE FACTORES

En todos los casos que hemos abordado hasta aquí, la elección de los colores con que se ofrecen los objetos al consumidor ha afectado, de alguna manera, su decisión de compra y, con ello, el éxito o el fracaso del producto. Ya sea que decida el diseñador, el dueño de la compañía o una junta de planeación, lo cierto es que la responsabilidad que se asume puede definir inclusive el futuro de una fábrica.

Sobre todo a últimas fechas, cuando no parece haber limitantes ideológicas a los colores y la tecnología nos brinda oportunidades mayores de transformación de los materiales y de aplicación de acabados, cromáticos o no, es importante tomar en cuenta varios aspectos para sopesarlos y tomar la decisión más adecuada para el diseño.

En la mayoría de los casos presentados queda claro además que las decisiones sobre el color de los objetos exitosos no se han basado en uno o varios factores aislados, sino que son resultado de analizar distintas variables sobre los gustos del consumidor, las capacidades en la línea de producción, la disponibilidad de los colorantes y la moda. De hecho, la configuración general de un objeto es la suma de un número determinado de factores que intervienen en su producción y comercialización final y que requieren de la participación de especialistas.

Paradójicamente, a pesar de la disponibilidad de gamas cada vez más completas de colores en diversos materiales, de estudios psicológicos que nos orientan sobre la percepción que podemos esperar del usuario, y a pesar de las posibilidades que ofrecen los colores como herramientas de diferenciación para los productos, los diseñadores industriales parecemos considerar el color como un accesorio, el elemento final, que se propone cuando el diseño del producto está terminado, sin mayor consideración que la que nos marcan nuestras preferencias personales o nuestro gusto particular.

Independientemente del mayor o menor éxito que podamos tener sin considerar al color como parte integral del diseño, es indudable que un conocimiento profundo de sus características y sus posibilidades aumentará nuestra eficacia al proponer soluciones para nuevos productos. Es por ello que, para concluir con este trabajo, presentaremos algunas recomendaciones generales que eventualmente pueden servir para profundizar en el manejo del color y para sistematizar la manera en que consideramos sus posibilidades estéticas, semióticas y tecnológicas.



Fig. 9.14 Antes de proponer una solución para un objeto, es necesario considerar factores de uso, producción, costos e impacto visual

EL COLOR COMO HERRAMIENTA EN EL DISEÑO INDUSTRIAL

10.1 EL PROCESO DE DISEÑO DE UN NUEVO PRODUCTO

La generación de un nuevo diseño o del rediseño de un producto implica la participación de un equipo de las más diversas especializaciones, que irán interviniendo en la toma progresiva de decisiones que conciernen a los servicios que el objeto prestará y sus relaciones con los usuarios, a su funcionamiento, su configuración general, los materiales y procesos necesarios para su producción, su reparación y aún la disposición final de sus componentes cuando ya no sea de utilidad.

De acuerdo a Stephen Rosenthal ¹, existen tres clases de decisiones que influyen en el diseño y desarrollo de productos:

- A- Decisiones Estratégicas:** Las referentes al nicho de mercado en que se ubicará el producto, los procedimientos de producción, la tecnología necesaria y disponible, y los recursos que deberán involucrarse en el proceso.
- B- Decisiones Estructurales:** Tienen que ver con la organización dentro de la empresa: Dirección y supervisión ejecutivas, equipos de trabajo y responsables de áreas y tareas.
- C- Decisiones de Planificación y Realización de los Proyectos.** Pueden ser estratégicas o estructurales. Estratégicas son la selección de ideas, empleo de proveedores y especialistas externos, la participación de los clientes y puesta en marcha de la producción en grandes volúmenes. Estructurales son la asignación de recursos, programas y niveles de esfuerzos, y la elaboración de modelos, simuladores, prototipos y herramienta.

El mismo autor ofrece un esquema de fases y puntos de toma de decisiones que comprenden el proceso completo, desde la mera idea de generar un producto, hasta su producción masiva y su mejora, y, aún cuando describe una situación ideal, propia de empresas de grandes proporciones y con departamentos dedicados a funciones específicas, sirve para ubicar las responsabilidades de cada especialista y los momentos en que debe intervenir, si se adapta a las condiciones propias de cada compañía, según su tamaño, su capacidad, su disponibilidad de recursos humanos y técnicos o la necesidad de proveedores externos de insumos, componentes o servicios: ²

De las fases que plantea Rosenthal, el diseñador industrial participa en la llamada "Fase 0", cuando se generan las ideas para el producto, se definen los clientes meta y la tecnología disponible, Participan también especialistas en mercadotecnia, ingeniería, diseño, producción, finanzas, y aspectos legales para evaluar la pertinencia del lanzamiento e inicio del proyecto.

¹ cfr. ROSTENTHAL, Stepehn R.- "Diseño y Desarrollo Eficaces del Nuevo Producto". McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.- México, 1998, pág. 8

² cfr. ídem, pág. 10

En la Fase I, cuando inician formalmente los trabajos de definición, el diseñador identifica atributos de forma, adecuación y función, de modo que se puedan evaluar la configuración, los componentes y su interrelación y la factibilidad de mercado (estrategia de negocios, necesidades de recursos e investigaciones de mercado)

Una vez aprobada una configuración general del objeto, diseñadores e ingenieros trabajan de manera conjunta, evaluando las opciones de diseño por facilidad y costo de producción, y estableciendo especificaciones detalladas del producto y su proceso de fabricación. Se realizan prototipos que permiten validar y aprobar el desarrollo a detalle e identificar y solucionar problemas imprevistos.

En la tercera fase, de Verificación, se fabrican series piloto de poco volumen y se prueban simulando los usos que pueden llegar a tener, buscando defectos de diseño y fabricación para modificarlos antes de la producción masiva. Con ello se llega a un diseño validado.

El trabajo de los diseñadores se reduce en la cuarta etapa, la de comercialización, donde se da una intensa actividad mercadológica, acompañada de la implantación de un plan de ventas.

De manera gradual se alcanzan la capacidad de producción requerida y los volúmenes proyectados de ventas para, en una quinta etapa, detectar mejoras que se puedan hacer al diseño o a sus procesos de fabricación para reducir costos. Los responsables de ingeniería y diseño industrial revisan la relación entre el costo y las características del producto y comparan opciones de producción y armado para mejorar la relación costo/ganancia.

El hecho que nos interesa recalcar es que la participación del diseñador no es independiente ni únicamente estética: No basta con una inclinación hacia determinadas formas, texturas o colores, sino que debe existir alguna certeza en cuanto a su producción y al impacto que tendrán en el posible consumidor y usuario del producto.

De igual manera, las decisiones para la fabricación, el armado y los acabados de un objeto dependen de la congruencia tecnológica entre materiales y procedimientos y la disponibilidad de determinados acabados para tales materiales, la capacidad instalada en la planta industrial y los costos implicados. El diseñador, como el resto de los participantes en los equipos, debe tener conocimientos firmes y datos actualizados sobre los factores en cuya definición interviene; en este caso, debe ser consciente de las posibilidades de aplicar determinado color, con un método específico, a los materiales con que será fabricado el objeto, así como los requerimientos técnicos, de equipamiento y materiales, así como las posibilidades y conveniencia de combinaciones, mezclas, aplicaciones adyacentes y pulidos finales.

Las decisiones que toman estos equipos, respecto a la apariencia final de los productos, pueden determinar su éxito o fracaso en el mercado, y de ahí su importancia estratégica. En cuanto a los colores disponibles, las decisiones dependen de diversos factores, que van desde los técnicos, de disponibilidad y transformación de los materiales, hasta cómo la iluminación circundante afectará la apariencia del objeto, pero sobre todo los aspectos psicológicos individuales y de grupo que se reflejan en el mismo producto e incidirán en la decisión de compra.

10.2 DECISIONES SOBRE COLOR

Por lo general, no se diseña un producto pensando en los colores que puede tener, excepto en casos muy específicos, como equipos de seguridad o de otro tipo en que el color sea un elemento normalizado. Muy al contrario, las propuestas de diseño se hacen usualmente "en blanco" y se les aplica un color que pretende ser atractivo a la hora de su presentación para selección de una propuesta entre varias. En una etapa posterior, la fase 2 del esquema de Rosenthal, las decisiones en cuanto a los colores del producto final no las toma el diseñador sino, en el mejor de los casos, el equipo completo, siguiendo un proceso en el que pueden incluirse estudios de mercado con grupos de compradores potenciales para detectar sus reacciones ante diversas propuestas. Pero también en este caso, será más fácil presentar dichas propuestas con un mayor nivel de certidumbre, si desde el principio se toma en cuenta el color como factor integral de diseño y no como un aspecto accesorio. El diseñador que conoce las posibilidades formales del color puede utilizarlo exitosamente para jerarquizar los componentes del obje-

to, haciéndolos resaltar u ocultarse según sus deseos, utilizando el color como lenguaje y expresando con él las características inherentes del producto. En otras palabras, apoyándose en él para que el objeto sea explícito en cuanto a su función y su manejo.

No es la intención de este trabajo, ni es posible en modo alguno, proporcionar "recetas" para lograr tal o cual efecto en la apariencia de un objeto. En primer lugar, se ha insistido en la creatividad como característica propia del diseñador, que por definición se verá limitada en el instante de intentar seguir alguna fórmula que ayude al proceso creativo; se han mostrado en este capítulo las posibilidades existentes para facilitar ese proceso con una labor original y propositiva. Por otra parte, son contados los casos en que un objeto de consumo es diseñado y fabricado en un solo color; sucede exactamente lo contrario, gracias a las nuevas tecnologías, a la misma creatividad de los diseñadores, a los cambios impuestos por la moda y a los deseos de individualización y diferenciación de los consumidores,

Si la moda establece el uso de ciertos colores para distintas temporadas, la vigencia de tales temporadas en los objetos de consumo son más largas que para la ropa, donde los colores van variando de estación en estación y año con año. No sucede lo mismo, por ejemplo, con el diseño gráfico: Por tradición, en la mayoría de los casos se definen ciertos colores para la totalidad del tiraje del documento diseñado y, si bien están también condicionados por la moda, son más independientes de la tecnología con que se vayan a imprimir.

Todos los elementos de la composición pueden combinarse como unidades semánticas que den un sentido al objeto, una intencionalidad, más allá de considerar el color como un accidente o un elemento accesorio del diseño. Mientras más conozca el diseñador este lenguaje, insistimos, mejor podrá utilizarlo para expresar no sólo su intención, sino su propia capacidad de traducción de lo que la gente (tanto los responsables de su fabricación como los usuarios) espera que los objetos sean y le comuniquen. Desde las primeras propuestas, un uso adecuado e intencionado del color reducirá la cantidad de pruebas de mercado necesarias antes de decidir los acabados para la producción masiva. Cuando ésta se encuentre en marcha, además, los riesgos para el fabricante serán menores al aumentar su margen de éxito en el mercado. Esto lo saben bien los especialistas en mercadotecnia, que están atentos a los deseos de los posibles compradores y a las tendencias estéticas y de moda del momento.

En su obra "Diseño y Color", Berry y Judy Martin³ establecen seis elementos básicos que relacionan la forma y el color para el diseño gráfico, que podemos aprovechar también en el diseño industrial de objetos y que presentamos de manera enumerativa como guía mínima a considerar para el manejo de los colores al diseñar pero, hay que insistir, no como receta:

1. Asociaciones de color: Conviene tener presentes las asociaciones mentales de los colores con determinado objeto o actividad: El azul que refiere al frío, el rojo al calor, el verde a la naturaleza, etc., (capítulo 6). Así, mejora la interrelación del objeto con su entorno y con el estado de ánimo del usuario: son poco recomendables, por ejemplo, colores muy saturados y vivos en objetos que se utilicen para labores intelectuales.
2. Combinaciones de color: Naturalmente, al trabajar con colores, se debe tomar en cuenta el entorno en que se exhibirá y se utilizará



Fig. 10.1 El uso del blanco en el diseño de una plancha, o combinado con otros colores fríos, intenta contrarrestar la idea de calor que conlleva el aparato; los mismos colores contribuyen a "aligerar" visualmente la plancha. Los indicadores de temperatura sobresalen del conjunto. Existen texturas táctiles para facilitar el agarre, pero no visuales que faciliten que el aparato se ensucie, reforzando así la idea de limpieza.

³ BERRY, Susan y MARTI, Judy.- "Diseño y Color".- Blume, Barcelona, 1994

el objeto, para dotarlo de una "personalidad" más adecuada a ese contexto y provocar en el usuario la sensación que deseamos. Es importante considerar, en la medida de lo posible, con qué colores externos interactuará nuestro objeto y qué colores podemos utilizar para combinar en su composición y lograr una armonía entre ellos y los que le rodean.

3. Tono e Intensidad: Hemos visto cómo el tono y la intensidad afectan la percepción del color y de la composición en general. Aquí interviene totalmente la intencionalidad del diseñador, en cuanto a cómo debe resaltar tal o cual componente y, por supuesto, el conjunto en sí. Ello afectará la decisión en cuanto a tono e intensidad de los colores del objeto.

Pueden, por ejemplo, utilizarse áreas rojas que realcen algún elemento del objeto, considerando que el rojo es un color que "se acerca" al observador, atrayendo su atención y provocando reacciones específicas en su ánimo. Si por el contrario se pretende que el objeto se mimetice con el ambiente en que se encuentra, son recomendables colores neutros, en la misma escala tonal, pero sobre todo de intensidad, de otros objetos con los que compartirá el espacio.



Fig. 10. 2 En la foto de arriba, se ve la franja pintada de negro sobre el vidrio, oculta por el marco interior y que contribuye a mejorar la apariencia del vehículo por la gran superficie de cristal.

4. Formas y Contornos: Definitivamente, el color no puede considerarse en abstracto, sin relación con el resto de los elementos de la composición formal de un objeto: el efecto de tal o cual color estará determinado, en la medida de lo posible, por la forma, la posición y la dirección de los componentes del objeto, reforzándose o neutralizándose mutuamente.

Aquí conviene retomar lo mencionado en el capítulo 7 sobre los elementos básicos del diseño para, junto con las características de cada color, proponer las aplicaciones y combinaciones que apoyen esta semántica del diseño. Un recurso muy manido en la industria automotriz, por ejemplo, es el uso de pintura negra en el interior de los cristales, creando un contorno que oculta los elementos estructurales internos, pero que aligera visualmente el conjunto, pues el color negro contribuye a los reflejos generales en las ventanas. Desde adentro del habitáculo es fácil percibir el tamaño real de los cristales y el área útil de visibilidad que ofrecen, pues, por efecto del mismo contorno negro, se ven más chicos, aunque su área física real sea muy grande.

5. Tamaño y Proporción: Ya vimos cómo los colores se perciben de manera diferente de acuerdo a los tonos junto a los que se encuentran, afectan a su vez la apariencia completa del conjunto. Mientras los colores oscuros refuerzan la idea de peso y estabilidad, los claros dan idea de ligereza. Iguales proporciones de color tienden a un efecto pasivo, mientras que colores de fuerte contraste producen una imagen más activa.

Los colores claros también confieren una apariencia más ligera a los objetos, que tienden, entonces, a ser percibidos como más altos y más limpios que aquéllos oscuros o poco brillantes. Por contraparte, las bases de los aparatos pueden hacerse más oscuras para indicar la posición de uso de todo el objeto. Se ha mostrado ya también cómo el uso de elementos horizontales dentro del diseño contribuyen a hacerlo parecer más ancho, mientras que elementos verticales lo harán más esbelto y alto.

6. Dibujo y Textura: Las texturas cromáticas (visuales) y táctiles pueden alterar la manera en que percibimos los objetos, aumentando o reduciendo la reflectividad de la luz y con ello el efecto del color en la mente (figura 10.3). A últimas fechas se ha profundizado en la obtención de efectos interesantes por la percepción partitiva que se obtiene con ellos.

Los colores pueden usarse para acentuar o minimizar otros elementos formales del objeto, como la textura o el contraste. Con un color brillante y claro, las texturas burdas serán percibidas más fácilmente, mientras que con colores poco brillantes y oscuros tenderán a desaparecer visualmente. Si se desea resaltar la textura del área de agarre de una herramienta, por ejemplo, será recomendable usar colores claros.

Tomando en cuenta estos elementos del uso del color, será más fácil controlar algunos efectos que queramos imprimir a los diseños empleando adecuadamente tonos, valores e intensidades, pero es necesario insistir en varios puntos: lo variable de gustos y tendencias de moda; los avances tecnológicos que extienden el uso de materiales diversos; la prevalencia actual de un "estilo internacional" de diseño, que atiende mercados diferentes con productos semejantes, diseñados en un lugar, fabricados en otros y comercializados en todo el mundo. Aunque conservan significados profundos, contribuyen a homogeneizar los significados en diferentes culturas.

10.3 CONSIDERACIONES SOBRE TECNOLOGÍA Y MODA

La necesidad de contar con la mayor cantidad de datos al momento de definir un diseño, puede llegar a dificultar la inclusión del color como un elemento integral del mismo desde el principio del proceso, pues las preferencias van cambiando continuamente y los colores en boga al momento de iniciar el diseño, pueden estar en desuso cuando se esté en condiciones de lanzar el producto al mercado. El problema aumenta cuando se considera que el tiempo que toma a un proveedor la formulación y preparación de un lote de pigmento, pintura o acabado específico puede llevar hasta dos años, en los que se deben probar factores como su adherencia a los materiales y su resistencia al intemperismo.

Es necesario, entonces, poder prever el impacto sobre los consumidores del color que propone el diseñador, con suficiente antelación como para que la pintura a emplear esté lista en el momento de iniciar la producción. La industria se apoya, además de los estudios propios de prospectiva que pueda realizar, en las tendencias de moda que lanza la industria textil, que es la que mayor experiencia tiene en estas previsiones y, al mismo tiempo, la que marca las pautas para las modas en el vestir, el maquillaje, los accesorios y, finalmente, prácticamente en todo el entorno objetual.

Así, junto a ciertos colores tradicionalmente aplicados en el tipo de productos que se está diseñando, generalmente neutros y conservadores, se pueden lanzar colores adecuados para el nicho de mercado que se desea atacar, con un amplio rango de certidumbre respecto al probable éxito del producto una vez que esté a la venta.



Fig. 10.3 Una textura que recuerda la del hielo refuerza el efecto de frescura que Tapio Wirkala logró con el vidrio transparente y la etiqueta azul de su botella para Vodka

The screenshot shows the Opel Corsa website. At the top, there's a navigation bar with links like 'Neuwagen', 'Jahreswagen', 'IQ Gebrauchtwagen', 'Zubehör', 'Aktionsregulator', 'Preisvergleich', and 'Opel Hi'. Below that, the main content area features a blue Opel Corsa car. To the left of the car is a table of contents with links for 'Intro', 'Design', 'Technische Daten', 'Galerie', and 'Probefahrt'. Below the car, there's a section titled 'Der neue Corsa. In allen Farben.' followed by a color palette of 12 circles in various colors. Below the palette, it says 'Spacegrün' and 'Zweischicht-Metallic-Lackierung'. There's also a small image of a green car and a 'Hier klicken' button.

Fig. 10.4 Una oferta amplia de colores es hoy parte fundamental del lanzamiento de un producto

Para garantizar en lo posible el éxito de sus productos, la industria refuerza sus propios lanzamientos de tendencias con campañas publicitarias basadas en la necesidad de novedad de nuestra sociedad y, si bien los tiempos de "vida" en el mercado son diferentes para la ropa y para los automóviles o los electrodomésticos, las innovaciones, las formas y los colores van permeando poco a poco a los distintos productos.

10.4 RESPONDER AL MERCADO

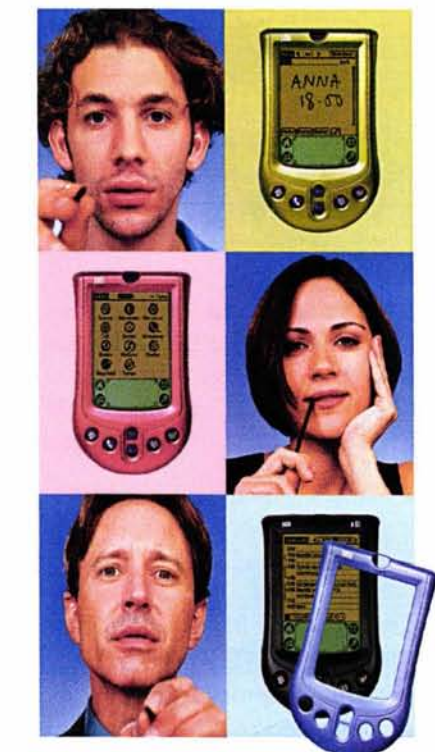
La gente desea adquirir productos que no sólo sean confiables en cuanto a su funcionamiento y servicio, sino además llamativos, "diferentes", que los diferencien como individuos o aún como grupos por edad, por gustos, por tendencias. Al momento de decidir las características de un producto nuevo o rediseñado, se toman en

cuenta de manera preponderante las tendencias en los gustos de los futuros compradores y usuarios, así como sus posibilidades reales de adquisición, que definirán los precios y costos meta, los materiales a usar y la apariencia final del producto.

No tiene caso para ninguna empresa ofrecer un producto que no será deseado por ningún sector de la población. De ahí las ecuaciones entre capacidad de compra y características del producto. Lo que es constante es el deseo de todo comprador de adquirir el mejor producto, el más confiable y el que contribuya a la imagen que desea proyectar como persona.

La mercadotecnia ha desarrollado técnicas para detectar los factores que intervienen en la toma de decisión de una compra, con el fin de influir en ella al ofrecer productos y servicios lo más cercanos posible a lo que busca el cliente. Newberry ⁴ incluye, entre las actividades de la mercadotecnia, aquellas diseñadas para generar demanda -publicidad, promoción, ventas, precios, desarrollo de productos- junto a las dedicadas a satisfacer la demanda, como son distribución, transportación, procesamiento de órdenes, entrega y manejo.

Hay un ciclo de vida para todo producto en el mercado, que varía según el objeto, el mercado al que se dirige o la competencia, entre otros factores. El ciclo comprende la introducción del producto, una etapa de madurez y una de declive, que obviamente trata de atrasarse lo más posible. Una de las tareas de la mercadotecnia es alargar los ciclos de vida para obtener más ganancias sin necesidad de renovar la inversión. Las decisiones en este campo se refieren al mejor momento para invertir en un reforzamiento de la imagen del producto, cuándo invertir para un rediseño parcial o cuándo iniciar un nuevo desarrollo antes del declive total del producto actual, cuya permanencia en el mercado, más allá de sus límites, puede llegar a perjudicar la imagen de la empresa completa.



POR FIN, PODREMOS JUZGAR POR LAS APARIENCIAS.

Fig. 10.5 Cada vez crece más la variedad de productos que permite cambiar su apariencia de acuerdo al gusto del usuario. La principal variable que se maneja es el color.

Para tomar estas decisiones, se han desarrollado técnicas de investigación de mercados que permiten "identificar, obtener y analizar información sobre lo que los consumidores, los clientes y el público en general se encuentran haciendo en el mercado, por qué lo están haciendo, qué quieren, cuáles son sus necesidades, cuánto van a pagar, cómo se puede llegar a ellos y cómo toman sus decisiones de compra".⁵ En gran parte de los casos los resultados de las investigaciones están relacionados con la apariencia del producto, en la que el color juega un papel preponderante. Con los datos obtenidos por los estudios de mercado, se deciden los colores para lan-

⁴ cfr. NEWBERRY, Betsy.- "Designer's Guide to Marketing". North Light Books, Cincinnati, 1997. pp. 11 a 15

⁵ cfr. ídem, pág. 17

zar un producto, pero también los más adecuados para mantener la etapa de madurez del producto, y aún las modificaciones que conviene hacer en la gama antes de que el objeto decline; en la decisión intervienen obviamente consideraciones como el costo de los acabados y recubrimientos, de modo que, si al lanzar un producto conviene contar con un preparado especial, al final del ciclo de vida será más redituable usar una pintura de línea, de costo menor.

Por otra parte, hoy en día los productos deben ofrecerse con una amplia gama de opciones que permitan personalizarlos de acuerdo a los deseos o las necesidades del cliente. Esto es tan válido para las plumas o los programas de computación, como lo es para la ropa. Las compañías de teléfonos celulares o de relojes, por ejemplo, ofrecen varias cubiertas intercambiables en distintos colores, que modifican la apariencia del objeto, y lo mismo sucede con algunos programas que ofrecen distintas apariencias o "pieles", de diferentes colores y texturas visuales, para sus controles en las computadoras.

10.5 INTEGRANDO: UNA CONCLUSIÓN

Es tarea del diseñador industrial colaborar en la toma de decisiones que mejoren las oportunidades de éxito de un producto en el mercado, por lo que es necesario que profundice lo más posible en los diversos factores involucrados con las características de los objetos, y aquí no sólo hablamos de la configuración del objeto, sino también de los factores de mercado, de moda, de psicología del usuario. Mientras más información actualizada tenga el diseñador al momento de generar sus propuestas o de colaborar en un equipo mayor para definir la apariencia del producto, mejor será su desempeño, pues logrará de mejor manera su tarea de conjuntar información y opiniones de diversos especialistas y traducirlas en un objeto-producto.

Dentro de su tarea específica de configuración del producto, de generación de propuestas que respondan de manera realista a los requerimientos del mercado y a las necesidades de crecimiento de la empresa para la que trabaja, una parte fundamental es el conocimiento del diseñador sobre aspectos como el manejo de los colores, en todos los aspectos que hemos tratado en este trabajo: desde el entendimiento del fenómeno del color como producto de la luz que se refleja en los objetos, hasta las variantes en la percepción del mismo entre diferentes personas, el efecto que puede tener determinado tono por sí mismo, junto con otros o en un contexto especial y en combinación con otros elementos del diseño: texturas, contrastes o ritmos. Al mismo tiempo, el diseñador industrial debe ser consciente de las posibilidades de aplicación de los colores en diferentes materiales, las tecnologías necesarias para lograrlo y los resultados que puede esperar, tanto de configuración del objeto, como en la percepción y reacción de los usuarios.

Aunque difícilmente se puede establecer una moda para los objetos como hizo Apple o, al menos un sector del mercado como el Chevy, sí es posible fabricar objetos que sean compatibles con su entorno y con el conjunto de aparatos y accesorios que rodean al hombre hoy en día, ofreciendo un toque de novedad o, cuando menos, un alto grado de actualidad estética. Si se aspira a atraer un mayor número de compradores e incidir en el entorno físico de la sociedad, es necesario considerar la innovación que un nuevo conjunto de formas y colores puede ofrecer dentro de los parámetros del momento y estar preparado para modificarlos cuando el entorno se modifica por obra de la moda y de la necesidad de los usuarios por artículos novedosos.



Fig. 10. 6 Mientras mayor sean su conocimiento y experiencia en el manejo de los colores, mayores posibilidades tendrá el diseñador de hacer propuestas novedosas y atractivas, aún al diseñar productos con una apariencia tradicional establecida y conservadora.

Con ello volvemos al segundo párrafo de la introducción al trabajo, habiendo estudiado las características y variables del manejo del color: Si un diseñador cuenta con las herramientas suficientes y conocimientos profundos sobre las variables con las que trabaja, podrá llevar a la realidad los productos que su creatividad genere. De hecho, su creatividad será alimentada con tales herramientas y conocimientos, de modo que, mientras mayor sea su número y su profundidad, más fácil será su tarea de creación, más fácilmente contará con la inspiración para su trabajo creativo, y más cercano será ese trabajo a la realidad en la que se moverán los productos que contribuye a generar.

FUENTES DOCUMENTALES

11.1 LIBROS

- AGFA-GEVAERT N.V.- «Introducción a la Digitalización. Preimpresión digital en color, volumen cuatro». Agfa Gevaert N.V., 1994, Mortsel, Bélgica.
- ALBERS, Josef.- La Interacción del Color.- 2ª Ed., Alianza Forma, Madrid, 1980.
- BERESNIAK, Daniel.- «ABC de los Colores. Su Influencia en la Vida diaria».- Tikal Ediciones. Madrid, 1994
- BERLIN, Brent y Kay, Paul.- «Basic Color Terms» .- Nueva York, 1969
- BERNS, Roy S.- «Billmeyer & Saltzman's Principles of Color Technology», 3ª Ed., John Wiley & Sons, 2000, Nueva York
- BERRY, Susan y MARTI, Judy.- «Diseño y Color».- Blume, Barcelona, 1994
- BILLMEYER Jr., Fred y SALTZMAN, Max.- «Principles of Color Technology, 2nd Edition».- John Wiley & Sons, Inc.- New York, 1981
- BOURGES, Jean.- Color Bytes. Chromatics Press, Inc. 1997
- BRIFFS, J. y PEAT, F.D.- «Espejo y Reflejo. Del Caos al Orden». Conacyt-Gedisa, México, 1991.
- BRUSATIN, Manlio.- A History of Colors, Shambhala Publications, Inc., Boston, 1991
- CAGE, John.- Color y Cultura. Ed. Siruela, Madrid, 1993.
- CASTELLÓ Yturbide, Teresa.- «Colorantes Naturales de México».- Industrias Resistol, S.A., México, 1988.
- CIRICI PELLICER, A.- «Artes Aplicadas de la Edad Media».- Gráficas Ramón Sopena, S.A. España, 1963
- CONSTANT, Christine y OGDEN, Steve.- «La Paleta del Ceramista», Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1996
- CORTINA Portilla, Manuel, Introducción de «El Arte Plumaria en México». Fomento Cultural Banamex, A.C., México, 1993
- CRUZ-DIEZ, Carlos.- «Reflexión sobre el Color».- Fabriart Ediciones, Caracas, 1989
- DA VINCI, Leonardo.- «Tratado de la Pintura y del Paisaje, Sombra y Luz».- Joaquín Gil, editor, 1ª Ed., Buenos Aires, 1944
- DANGER, E.P.- The Colour Handbook: How to use colour in commerce and industry».- Gower Technical Press, Londres, 1987.
- DAUCHER, Hans.- Visión Artística y Visión Racionalizada.- Gustavo Gili, Barcelona, 1978.
- DE FLEUR, M. L.- Teorías de la Comunicación Masiva.- Paidós, Buenos Aires, 1970.
- DE LA FUENTE, Beatriz.- «La Pintura Mural Prehispánica en México».- en Arqueología Mexicana.- Editorial Raíces / Instituto Nacional de Antropología e Historia- Núm. 16, Vol. III, México, 1995
- DELAMARE, Francois y GUINEAU, Bernard.- «Los Colores. Historia de los Pigmentos y Colorantes». Ediciones B, S.A., Barcelona, 2000
- DÉRIBÈRE, Maurice.- «El Color».- Diana, México, 1967.
- ECO, Humberto.- La Estructura Ausente, Introducción a la Semiótica.- 4ª Ed., Lumen, Barcelona, 1989.
- ERNST, Bruno.- «Optical Illusions». Benedikt Taschen Verlag, GmbH, Colonia, 1992
- FEDOTIEV, N.P. y GRILIJES, S.Y.- «Electropulido y Anodización de Metales». Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1972.
- FERRER, Eulalio.- «Los Lenguajes del Color». Instituto Nacional de Bellas Artes y Fondo de Cultura Económica, México, 1999

- FLORESCANO, Enrique.- «La Bandera Mexicana Breve Historia de su Formación y Simbolismo».- Fondo de Cultura Económica, México, 1998
- FONTANA, David.- The Secret Language of Symbols.- Chronicle Books, San Francisco, 1994
- FORGUS, Ronald H.- «Percepción: Proceso básicos en el desarrollo cognoscitivo» Ed. Trillas, México, 1972
- GAGE, John.- Color y Cultura, Ediciones Siruela, Madrid, 1993
- GALTON, Jeremy.- Choosing and mixing Colours for Painting.- Quarto Publishing, London, 1991
- GARRET, Henry B.- Las Grandes Realizaciones en la Psicología Experimental.- Fondo de Cultura Económica, 3ª Ed., México, 1981
- GATEAU, J. Ch.- «El Vidrio», Ediciones R. Torres, Barcelona, 1976
- GERSTNER, Karl.- Las Formas del Color.- Hermann Blume, Madrid, 1988
- GOMBRICH, E.H.- «El Sentido del Orden. Estudio sobre la psicología de las artes decorativas», Ed. Debate, Madrid, 1999
- GÖRSDORF, Kurt.- «El Hombre de Hoy y el Color. En busca de una Psicología práctica de los Colores». en Humboldt, N° 14, Übersee-Verlag, Hamburgo, 1963
- HAYNES, Ed.- «Colour Laser Printers». Mac Format. Future Publishing Ltd., London, N° 111, Diciembre 2001
- HECHT, Eugene.- «Hecht Optics», Addison-Wesley Publishing Company, EUA, 1990
- HOLLEN, Norma y SADDLER, Jane.- «Introducción a los Textiles». Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, 1997. pp. 14-26
- KANDINSKY, Wassily.- «Cursos de la Bauhaus».- Alianza Forma, Alianza Editorial., Madrid, 1983
- LUPTON, Ellen y ABBOTT MILLER, J. (editores).- «La Bauhaus y la Teoría del Diseño». Ediciones Bustavo Gili, Barcelona, 1994
- MARR, David.- «Vision», W.H. Freeman & Co., Nueva York, 1982
- MOLERA Solà, Pere.- «Recubrimientos de los Metales». Colección Productiva, Marcombo, S.A., Barcelona, 1989. Pág. 35
- MOYSSÉN, Xavier, Compilador.- «Arte Popular Mexicano».- Editorial Herrero, S.A., México, 1975
- NEWBERRY, Betsy.- «Designer's Guide to Marketing». North Light Books, Cincinnati, 1997
- ORTIZ Hernández, Georgina.- «El Significado de los Colores».- Trillas, México, 1992.
- ORTIZ Hernández, Georgina.- «Preferencia y Aversión por los Colores».- Tesis de Licenciatura, Facultad de Psicología, UNAM, 1972.
- PANTONE Inc.- Color Formula Guide 1000. 4ª Ed., New Jersey, 1992-1993
- PASTOREAU, Michel.- «Color, Diseño y Consumo de Masas. Historia de un Encuentro Difícil». 1997
- PEZA, Juan de Dios, en el prólogo a HERNÁNDEZ, Fortunato.- «Las Razas Indígenas de Sonora y la Guerra del Yaqui», Ed. J. de Elizalde, México, 1902
- PINEDA ESCALANTE, José.- «Porcelanizado. Alternativa de Acabado y Color en Acero.» Documento inédito del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, Facultad de Arquitectura, UNAM, 1999. pp. 1 a 9
- ROE, Peter.- «Arts of the Amazon». Editado por Barbara Braun. Thames and Hudson, Londres, 1995.
- ROSTENTHAL, Stepehn R.- «Diseño y Desarrollo Eficaces del Nuevo Producto». McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.- México, 1998
- SALINAS Flores, Óscar.- «Tecnología y Diseño en el México Prehispánico». Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, Facultad de Arquitectura, UNAM, 1995
- SANZ, Juan Carlos.- El Lenguaje del Color.- Hermann Blume, Madrid, 1985.
- SCOTT, Robert Gillam.- «Fundamentos del Diseño», Limusa-Noriega Editores, 6ª Reimpresión, México, 1998
- SELVA, José.- Artes Aplicadas de la Edad Antigua.- Gráficas Ramón Sopena, S.A. España, 1963
- SHIELDS, David.- «Pigmento Blanco, Mina de oro de Dupont». El Financiero, México, 16 de agosto de 1999
- SWIRNOF, Lois.- Dimensional Color.-Van Nostrand Reinhold, New York, 1992
- VÁZQUEZ ALONSO, Mariano J.- El Libro de los Signos.- Ediciones 29, Barcelona, 1996
- VÁZQUEZ Malagón, Emma.- «Manual para Diseño de Piezas en Cerámica», Tesis Profesional. Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, Facultad de Arquitectura, UNAM, 1997
- WALCH, Margaret y HOPE, Augustine.- «Living Colors. The definitive Guide to Color Palettes through the

Ages». Chronicle Books, San Francisco, 1995

WONG, Wucius.- «Fundamentos del Diseño», Ediciones G.Gili, 2ª ed., México, 1998

WONG, Wucius.- Principios del Diseño en Color, Ediciones Gustavo Gili, 3ª. Ed., Barcelona, 1992

WRIGHT, J. Patrick.- «On a clear Day you can see General Motors. John Z. De Lorean's Look inside the Automotive Giant». Avon Books, Nueva York, 1979

11.2 PUBLICACIONES PERIÓDICAS

«Los Escudos de la Universidad Pontificia» en la Agenda Universitaria 1999, páginas correspondientes a la semana del 18 al 24 de enero.

«Los Taínos».- Revista Saber Ver lo Contemporáneo del Arte, Núm. 21, Marzo Abril 1995. Fundación Cultural Televisa, México.

«Pioneros del Grabado. Hallan en Francia una caverna con figuras creadas hace 30 mil años», en La Jornada.- 4 de julio de 2001, pág. 48

ACHENBACH, Joel.- «El Poder de la Luz». National Geographic en Español, Vol. 9, Núm. 4, Octubre de 2001, pp. 5 a 31

BUSCHBECK, Elke, EHMER B., HOY Ron.- «Chunk versus Point Sampling: Visual Imaging in a Small Insect». Science Magazine, N° 286, Noviembre 5 de 1999

CASTELLI, Clino T.- «El Lato Pallido del Colore», en Stileindustria, Editoriale Domus, Año 1, Núm. 2, Mayo 1995, pp. 25-29

FRASER, Bruce.- «MacWorld's Ultimate Buyer's Guide: Printers», en Mac World, Agosto 2001, pp. 47 a 62.

HERS, Marie-Areti.- «Durango en el Clásico», en Arqueología Mexicana, Núm. 49, Ed. Raíces e INAH, México, Mayo-Junio 2001

HUNTINGTON, Tom.- «From Black & White to Technicolor», American Heritage of Invention & Technology, Vol. 17, Núm. 01, Summer 2001, New York

LARA, Carlos A. M.- «El Arco Iris».- Suplemento Lunes en la Ciencia, La Jornada, 7 de Febrero de 2000, pág. 1
Los Escudos de la Universidad Pontificia en la Agenda Universitaria 1999, páginas correspondientes a la semana del 18 al 24 de enero.

MEDINA González, Isabel.- «¿Maque Prehispánico? Una antigua Discusión» en «Lacas Mexicanas», Museo Franz Mayer y Artes de México, 1997

MILLER, Mary.- Bonampak.- en Arqueología Mexicana.- Editorial Raíces / Instituto Nacional de Anropología e Historia- Núm. 16, Vol. III, México, 1995

PATTON, Phil.- «The Business of Color» en I.D. The Intrnational Design Magazine, Volumen 42, Núm. 6. Magazine Publications, LP. Nueva York, Noviembre 1995

ROMERO, Laura.- «Especialistas Universitarios crean una Pintura Antigraffiti». Gaceta UNAM, Núm. 3475, 13 de agosto de 2001. Universidad Nacional Autónoma de México,

SIERRA CARRILLO, Dora.- «Ayer y Hoy en la Indumentaria Tehuana»-Catálogo de Exposición Fundación Cultural Serfin, 1996

SIMINOFF, Roger.- Color Issues.- en Design Graphics, N° 8, 1995

VANDERBILT, Tom.- «Dymo Label Maker» en Pushing it: Designs of the Century. I.D. The International Design Magazine, Beachhead of Delaware, Nueva York. Vol. 46, Núm. 7, Noviembre 1999

VASCONCELOS, José.- «Considerandos para la creación de un nuevo escudo y lema para la Universidad Nacional de México». Sesión del H. Consejo Universitario del 27 de abril de 1921

VASCONCELOS, José.- «Propuesta para la Creación de un nuevo Escudo y Lema para la Universidad Nacional de México». Sesión del H. Consejo Universitario del 27 de abril de 1921

11.3 PUBLICACIONES ELECTRÓNICAS

«Light Sources», en <http://www.arce.ku.edu/book/sources/sources.htm>

«The Swastika did not originate as a Nazi symbol of hatred» en <http://www.mindspring.com/~falun/swastika.htm>.
Diciembre 2000.

«A Brief History of Writing Instruments» en <http://inventors.about.com/science/inventors/library/weekly/aa101697.htm>

A few Scanning Tips, en www.scantips.com

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE.- <http://www.hike.te.chiba-u.ac.jp/ikedai/CIE/home.html>

CRAMPTON, William y VELDE, François.- «France: Origin of the Flag», en «Flags of the World». <http://atlasgeo.span.ch/fotw/flags/index.html>

GONZÁLEZ, Servando.- «The Swastika and the Nazis».- <http://www.intelinet.org/swastika/swascont.htm#anchor1162>.

HEIDELBERG CPS, Americas. http://www.linocolor.com/colorman/colorman_frames.htm

<http://www.colorchange.com/tech-tc.htm>, Color Change Co., Illinois, Octubre 2001

LAMMENS.- Color Models.- http://www.csbuffalo.edu/icons/latex2html/invis_anchor.xbm>ColorModels.
1998.

MC GUIRE, Kevin P.- «Daylight: Is it in the Eye of the Beholder?» en <http://www.soluxtli.com/edu1.htm>, marzo
12 de 2002

MORTON, Jill.- «Color Voodoo #1 - A Guide to Color Symbolism». Documento PDF publicado por Colorcom.
pág. 2. <http://www.jiffyart.com>, 1997

PANTONE, Inc.- All About Color.- <http://www.pantone.com/aboutpantone>. 1999.

PROVO, Frank.- What's your Favorite Color?.- mosaic@u.washington.edu, <http://weber.u.washington.edu/~mosaic/> 1996

TELEVISIÓN AZTECA, Canal 13.- «A Quien Corresponda», edición del 23 de junio de 1999.

THE COLUMBIA ENCYCLOPEDIA, 6th Edition, en <http://www.bartleby.com/65/ke/Kelvinte.html>