
LAS TEORÍAS DE LA LUZ Y EL COLOR COMO CONTRIBUCIÓN A LA SEMIÓTICA VISUAL

LA SEMIÓTICA COMO PARADIGMA PARA EL ESTUDIO DE LA LUZ Y EL COLOR

tesis de doctorado:
José Luis Caivano

Consejera de estudios: **Prof. Elda Cerrato**
Departamento de Artes, FFL-UBA

Directores de tesis: **Dr. Jean-Marie Klinkenberg**
Universidad de Lieja, Bélgica
presidente Asociación Internacional de Semiótica Visual

Prof. Elda Cerrato
Departamento de Artes, FFL-UBA



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES - FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**LAS TEORÍAS DE LA LUZ Y EL COLOR COMO
CONTRIBUCIÓN A LA SEMIÓTICA VISUAL;
LA SEMIÓTICA COMO PARADIGMA PARA EL ESTUDIO DE LA
LUZ Y EL COLOR**

tesis de doctorado
José Luis Caivano

Consejera de estudios:
Prof. Elda Cerrato
(Departamento de Artes, FFL-UBA)

Directores de tesis:

Jean-Marie Klinkenberg
(Universidad de Lieja, Bélgica, presidente de la Asociación Internacional de Semiótica Visual)

Elda Cerrato
(Departamento de Artes, FFL-UBA)

Buenos Aires, octubre de 2011

Liège, el 12 de diciembre 2011

Dictamen a la tesis de doctorado de José Luis Caivano:
Las teorías de la luz y el color como contribución a la semiótica visual: la semiótica como paradigma para el estudio de la luz y el color

El color es un fenómeno que ha sido ampliamente estudiado, y que tiene hoy día una pertinencia constante. Pero hasta ahora ha sido principalmente abordado desde cuatro perspectivas diferentes: el punto de vista físico, el fisiológico, el histórico-antropológico y el estético.

La especificidad del enfoque propuesto por José Luis Caivano consiste en hacer de la luz y del color unos hechos semióticos. Esto significa que aborda aquellos fenómenos como un lenguaje, y los considera como constituyentes de un sistema de significación y de comunicación.

Esta perspectiva es muy innovadora. De hecho, a pesar de los trabajos seminales de Jean-Marie Floch, Jacques Fontanille, del Grupo μ , y de algunos otros, una semiótica del color está aún por venir. La obra de José Luis Caivano ofrece un primer corpus doctrinal de tal importancia.

Una de las ventajas del acercamiento semiótico defendido por Caivano es que permite vincular los diferentes enfoques, lo que les confiere una unidad y una coherencia nuevas. Esto supone dos cosas: un buen conocimiento de los cuatro enfoques mencionados anteriormente, y la preocupación por la interdisciplinariedad. La primera de aquellas condiciones está sin duda cumplida: todas las páginas de José Luis Caivano — incluidas las de la bibliografía — demuestran un excelente conocimiento del dominio (y en mi calidad de presidente de la Asociación Internacional de Semiótica Visual, puedo dar testimonio de la presencia constante del candidato en todos los debates científicos internacionales acerca de la visión como fenómeno de significación). Pero la segunda es también satisfecha, las mismas páginas demuestran una notable

capacidad de sintetizar y articular todos los aspectos y elementos de la problemática en un conjunto original.

La tesis ofrece aportaciones múltiples. Los pasajes sobre la retórica del color son muy originales (aunque tomo nota de la ausencia de los trabajos de Marc Bonhomme o de Eli Rozik sobre el tema), y la presentación de las varias modelizaciones del sistema de los colores es impresionante. Sin embargo, la contribución quizás más decisiva es probable que se encuentre en las páginas sobre la cesía, una dimensión del signo visual que Caivano realmente impuso a la comunidad científica.

La presentación es muy clara y estructurada y el estilo agradable. La argumentación es convincente y rigurosa.

Si sumamos a aquellas numerosas cualidades la agudeza en el análisis de los ejemplos, numerosos y variados y el carácter siempre estimulante de las propuestas, podemos considerar que la tesis de José Luis Caivano representa una contribución significativa al conocimiento. De tal manera que el abajo firmante declara que el texto del trabajo doctoral se puede publicar y llegar a la defensa pública.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. M. Klinkenberg', with a long horizontal flourish extending to the right.

Prof. Dr Jean-Marie KLINKENBERG

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Filosofía y Letras

Buenos Aires 14 de Noviembre de 2011

Al Secretario de Posgrado: Dr. Pablo Ciccolella

Con la presente adjunto mi dictamen a la tesis de doctorado de José Luis Caivano:
“Las teorías de la luz y el color como contribución a la semiótica visual: la semiótica como
paradigma para el estudio de la luz y el color”, de la que son Consejera de estudios y actualmente
Directora de tesis.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Cerrato', written in a cursive style.

Elda Cerrato Artista y profesora consulta. Departamento de Artes, Instituto de Historia del Arte
Argentino y Latinoamericano FFL-UBA

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras
Dictamen Tesis Doctoral

Las teorías de la luz y el color como contribución a la semiótica visual; la semiótica como paradigma para el estudio de la luz y el color

Tesis de doctorado de José Luis Caivano

Consejera de estudios: Prof. Elda Cerrato. Departamento de Artes, Instituto de Historia del Arte Argentino y Latinoamericano FFL-UBA

Directores de tesis: Jean-Marie Klinkenberg, Universidad de Lieja, Bélgica,
presidente de la Asociación Internacional de Semiótica Visual
Elda Cerrato, Departamento de Artes,
Instituto de Historia del Arte Argentino y Latinoamericano FFL-UBA

Dictamen de Elda Cerrato

Investigación realizada

La presente tesis se territorializa sobre un aspecto sumamente actual en cuanto a la conjunción de una temática de larguísima data en la investigación occidental y las nuevas corrientes teóricas que intentan profundizar los significados y la polémica relación de lo visible y lo decible. Asimismo incorpora la investigación acerca de una modalidad perceptiva considerada independiente recién en la actualidad, la cesía, hasta no hace mucho tiempo, un aspecto de la presentación del color de los objetos.

Implica un compendio valioso de informaciones que suelen aparecer dispersas y una de las importantes investigaciones actuales hacia la posible construcción de una semiótica visual.

Calidad del trabajo

Esta tesis es la resultante del trabajo específico de quien desde hace años está instalado en la temática y en contacto con las investigaciones internacionales del área.

Es así como ha logrado exponer en su investigación los instrumentos actuales de información necesarios para una completa y rigurosa visión de la temática abordada

Muy completa recopilación de modelos del color planos y tridimensionales.

Muy pertinente la selección de los ejemplos presentados, así como la precisión de los gráficos que colaboran a la claridad y coherencia de los conceptos y sus fundamentaciones teóricas.

Exhaustiva y valiosa bibliografía con información que abarca un amplio espectro disciplinario tecnológico, artístico, psicofísico, teórico.

Significación de la tesis elaborada

Considero que el trabajo se constituye en un aporte sustancial a la conflictiva problemática referente al complejo universo de confluencias disciplinarias múltiples.

Aunque personalmente no comparto totalmente algunos enfoques de ciertas líneas incursionadas por el profesor Caivano en el campo denominado genéricamente como **color**, su rigurosidad en el tratamiento a la vez amplio y profundo, pormenorizado son evidentes. Es que precisamente satisface la pluralidad de enfoques, que como bien menciona el profesor Caivano al manifestar que las cosas no son de una única manera y dependen del contexto-página 161-, pueden facilitar y estimular el avance y la riqueza de las investigaciones en estos territorios de encendidos debates. Por lo cual es decididamente recomendable la publicación del trabajo.



ÍNDICE

1. LOS SIGNOS BÁSICOS QUE CONSTRUYEN LA VISIBILIDAD

El contexto de las organizaciones visuales	5
Introducción a la doctrina de los signos	6
Clasificación de los signos espaciales	7
Tipos de signos en las organizaciones visuales	8
Integración visual	14

2. LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA LUZ Y EL COLOR: EL PUNTO DE VISTA SEMIÓTICO

Introducción	16
Encuadre epistemológico: alcances de la semiótica	17
Métodos y técnicas para las investigaciones visuales	19
Antecedentes semióticos en el estudio del color y la luz	20
Posibles abordajes al estudio del color y la luz	21

3. LOS SIGNOS VISUALES PRODUCIDOS POR LA DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA LUZ: EL COLOR

Radiación visible y color	23
La síntesis aditiva, las mezclas sustractiva y partitiva	26
Terminología. Acepciones del término “color”	29

4. COLOR Y SEMIÓTICA: DOS VERTIENTES QUE SE UNEN

Introducción	31
Sintáctica del color	31
Semántica del color	33
Pragmática del color	34
El color como signo	34
Iconicidad en el color	37
Indicialidad en el color	38
Simbolicidad en el color	39
La teoría del color como contribución a la semiótica visual y la semiótica como paradigma para el estudio del color	41

5. SISTEMAS DE ORDENAMIENTO DEL COLOR: RELACIONES PARADIGMÁTICAS

Qué es un sistema de ordenamiento del color. Referencia histórica	42
Organizaciones lineales y esquemas bidimensionales	43
Organizaciones tridimensionales	49
Clasificación, comparaciones y evaluación	78

6. ARMONÍAS CROMÁTICAS: RELACIONES SINTAGMÁTICAS	
Introducción	81
Las armonías de Ostwald	81
La gramática del color de Munsell	85
Los contrastes del color descritos por Itten	90
La interacción del color	92
Otras nociones de armonía del color	93
7. CATEGORIZACIÓN LINGÜÍSTICA Y COGNITIVA EN EL DOMINIO DEL COLOR	
Categorías y colores	96
Algunos estudios sobre categorización del color	96
Términos básicos de color	98
Otros estudios sobre categorización del color	99
La encuesta de color realizada en Mesoamérica	100
Teoría del punto de vista en la construcción de categorías	100
Aspectos metodológicos	102
8. SINESTESIA VISUAL Y AUDITIVA: LA RELACIÓN ENTRE COLOR Y SONIDO DESDE UN ENFOQUE SEMIÓTICO	
Sinestesia	103
Color y sonido	104
Método	105
Resultados	106
Conclusiones	107
9. PRAGMÁTICA DEL COLOR: EL COLOR Y LA PERCEPCIÓN DEL ESPACIO	
Introducción	111
El color y la visibilidad de los objetos	112
El color introduce alteraciones en la percepción del espacio y la forma	112
El color puede tornar invisibles los objetos	113
Conclusión	116
10. COLOR LOCAL Y ALDEA GLOBAL: VARIABILIDAD CONTEXTUAL DE LOS SIGNOS CROMÁTICOS	
Introducción	117
Identidad diseñada: al servicio del mercado global	117
El color: ¿signo global?	119
La identidad en plena metamorfosis	121
¿Un <i>arco iris</i> imperial?	121
Identidad cromática	122
La identidad cromática: ¿factor de resistencia?	123
La estrategia del camaleón: apropiación de rasgos cromáticos locales por el branding internacional	124
Estrategias del color en el branding	127

11. FIGURAS RETÓRICAS CROMÁTICAS EN ENUNCIADOS VISUALES	
Introducción	128
Operaciones de adjunción	130
Operación de supresión	132
Operaciones de sustitución	132
Operaciones de permutación	134
Operaciones retóricas con función estética	135
12. LOS SIGNOS VISUALES PRODUCIDOS POR LA DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ EN EL ESPACIO: LA CESÍA	
Estado actual del conocimiento sobre la cesía	137
Las variables de la cesía	139
El sistema de ordenamiento, o sólido de las cesías	142
13. SEMIÓTICA Y CESÍA: SIGNIFICADOS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ	
Introducción	145
Sintáctica de la cesía	145
Semántica de la cesía	146
Pragmática de la cesía	148
14. ILUSIONES VISUALES RELACIONADAS CON LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ (CESÍA)	
La noción de ilusiones visuales	152
Ilusiones basadas en la distribución espacial de la luz	154
La influencia de la distribución espacial de la luz sobre otras categorías perceptuales	158
15. EPÍLOGO: COLOR Y CESÍA EN EL MARCO SEMIÓTICO	160
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162

CAPÍTULO 1

LOS SIGNOS BÁSICOS QUE CONSTRUYEN LA VISIBILIDAD

EL CONTEXTO DE LAS ORGANIZACIONES VISUALES

El conocimiento que tenemos del mundo que nos rodea se basa en la significación que otorgamos a partes diferenciadas del mismo; todo lo que no es significativo está fuera del alcance del conocimiento. Ciertas partes de nuestro entorno son reconocidas como entidades visualmente organizadas. El reconocer una organización visual implica una operación semiótica mediante la cual adscribimos a algo algún tipo de sentido, orden o relación entre sus partes. El concepto de orden no debe ser entendido aquí como algo restringido sino con el sentido amplio que le da David Bohm (1968: 140), quien sostiene que el desorden o el caos total no existen sino que lo que hay son diferentes tipos o grados de orden, desde los más simples a los más complejos. En última instancia, lo que se consideraría desorden o caos no es más que algún tipo de orden sumamente complejo que no es posible describir por el momento, pero que con el instrumental teórico apropiado podría llegar a ser explicado. Hallar una explicación, en este sentido general, no es otra cosa que construir algún tipo de representación para el objeto en cuestión.

Las organizaciones visuales están incluidas en las organizaciones espaciales, abarcando con el concepto de espacial tanto las organizaciones volumétricas (tridimensionales) como las planas (bidimensionales) y las lineales (unidimensionales). Las organizaciones visuales son una parte de las espaciales, como veremos; toda organización visual es espacial, pero hay organizaciones espaciales que no son visuales. Como el conocimiento de cualquier organización se opera a partir de algún tipo de representación de la misma, dependerá del carácter de esta representación si la organización en cuestión pertenece al dominio de lo visual o no. El concepto de representación debe entenderse también en sentido amplio, no meramente como plasmación gráfica sino como cualquier modelo o sistema de signos que media con el objeto de conocimiento. La representación puede ser entonces tanto una construcción visual como una construcción auditiva, táctil, verbal, matemática o de cualquier otra naturaleza.

La percepción de las organizaciones espaciales se da principalmente por el sentido de la visión, pero también puede darse por el tacto, e incluso el olfato y el oído pueden aportar datos para el reconocimiento de alguna cualidad espacial. Así, por ejemplo, los ciegos manejan el espacio fundamentalmente mediante representaciones táctiles (con las cuales tienen nociones de formas y texturas) y auditivas (con las cuales tienen nociones de distancias y direcciones), algunos animales delimitan su espacio territorial mediante marcas olfativas (por ejemplo con su orina), lo cual constituye tanto para ellos como para otros animales una representación de la extensión de ese espacio. En estos casos, dichas organizaciones espaciales escapan del dominio de lo visual.

La semiótica, como disciplina que se ocupa del estudio de los procesos mediante los cuales algo se utiliza como representación de otra cosa, sustituyendo a esa cosa en algún sentido, provee un sólido instrumental teórico para el abordaje de estas cuestiones. Entre

los tipos posibles de representaciones tenemos las representaciones espaciales y las representaciones visuales. Llegados a este punto, y antes de entrar en la especificidad de los signos visuales, conviene hacer una breve introducción a la semiótica y a algunos de sus conceptos básicos con la finalidad de precisar la terminología empleada.

INTRODUCCIÓN A LA DOCTRINA DE LOS SIGNOS

Según la concepción de Charles Sanders Peirce (1860-1908: 1.541, 2.228, 2.230, 2.274, 2.303, 4.536), un signo es algo que está por alguna otra cosa y que es entendido o tiene algún significado para alguien. Un signo se utiliza como sustituyente de otra cosa para transmitir algún concepto acerca de la misma. Peirce denomina *representamen* (o signo propiamente dicho), *objeto* e *interpretante* a cada una de las tres categorías intervinientes. El representamen es el signo sustituyente, el objeto la cosa sustituida y el interpretante la idea que transmite acerca de esa cosa.

El signo no sustituye al objeto en su totalidad significativa sino que solamente recubre algún aspecto del mismo, y por lo tanto el interpretante que produce nunca agota la posibilidad de conocimiento del objeto. Este interpretante no debe ser confundido con el intérprete, que es el ser viviente u organismo que recibe el mensaje. El interpretante es también un signo, es la idea producida por el representamen acerca del objeto, pero es un signo más elaborado que el que le dio origen; veamos algunos ejemplos.

Si escribimos la palabra *parábola*, la estamos utilizando como signo (representamen) para sustituir un determinado objeto al cual no tenemos acceso en este caso más que a través de este signo, signo que nos remite a un interpretante. Este interpretante puede ser por ejemplo la definición del diccionario (curva plana cuyos puntos equidistan del foco y de la directriz) o bien lo que cada uno conoce bajo el nombre de parábola. Si en lugar de un signo verbal utilizamos el trazado gráfico de una parábola, entonces este signo se referirá al objeto parábola de una manera diferente, produciendo otro tipo de interpretantes, como pueden ser los datos de cómo se construye gráficamente una parábola. Podemos utilizar aún otro tipo de signos. Podemos arrojar por el aire algún elemento y señalar su recorrido; tendremos nuevamente interpretantes diferentes, como el hecho de asociar a la parábola con la trayectoria de los proyectiles determinada por la fuerza de la gravedad. Podemos representar a la parábola mediante la ecuación $y = x^2$, lo cual constituye otro tipo de representamen que produce otro tipo de interpretantes, tal como la idea de la ubicación de cada uno de los puntos pertenecientes a la parábola respecto de un par de ejes cartesianos. En cualquiera de estos cuatro casos, cada uno de los signos utilizados se refiere al objeto en relación con algún aspecto o alguna parcialidad del mismo. Ninguno de ellos, ni incluso los cuatro sumados, puede abarcar la totalidad del conocimiento de ese objeto.

Lo dinámico y lo rico de la noción del signo que plantea Peirce está puesto en la concepción del interpretante, como otro signo más desarrollado respecto del que le dio origen. Así se puede formar una cadena de interpretantes que resulta interminable respecto del acto del conocer. Cualquier signo remite a un signo más elaborado, su interpretante; y si tomamos este interpretante con el signo anterior en conjunto y los utilizamos como nuevo signo produciremos un interpretante más elaborado aún. Así se pueden seguir encadenando interpretantes. En el caso del primer signo que utilizamos, la palabra *parábola*, tomábamos como interpretante la definición básica del diccionario. En ella hay nuevos signos que pueden ser más desarrollados por otros interpretantes. El decir “una curva plana” nos remite al conocimiento de que se trata de la sección plana

de un cono, paralela a la generatriz del mismo. Por otro lado, aquel primer interpretante nos introduce también la noción de foco y de directriz de la parábola. Todos estos nuevos conceptos tomados como nuevos signos llevan a nuevos interpretantes con los cuales se va desarrollando el conocimiento del objeto.

De todas maneras, en lo que hay que hacer énfasis es en que ese objeto, al cual se refieren todos esos signos, no es un objeto “real”, siempre queda más allá de nosotros porque sólo tenemos acceso a él a través de algún tipo de signos; por lo tanto, también el objeto es un signo. Ernst Cassirer (1944: 26) definió al hombre como animal simbólico. El hombre está confinado en un universo de signos y no tiene posibilidad de salir de él para acercarse al mundo “real”. Solamente tiene contacto con el mundo a través de los sistemas de signos. Esto, que podría parecer una falencia o una limitación, es en realidad lo que constituye la esencia de la humanidad, es lo que permite la creación artística y científica, lo que permite el desarrollo de la ciencia, porque este desarrollo se refiere a la creación de sistemas de signos cada vez más elaborados para construir explicaciones o modelos que nos permitan interactuar con el mundo que nos rodea. Por así decir, cada ciencia o cada disciplina artística construye (en sentido cognitivo) un mundo propio de acuerdo con el sistema de signos que utiliza para decir o para representar ese mundo. Esto justamente es la parte positiva, la que muestra a los sistemas de signos como constructores del sentido, de la significación, del conocimiento que tenemos de la realidad. Y esto, que tiene un carácter epistemológico general, puede verse también aplicado al campo de las representaciones espaciales y visuales.

CLASIFICACIÓN DE LOS SIGNOS ESPACIALES

Veamos cómo pueden clasificarse los signos en general, y en particular los signos espaciales y visuales. Hay, por supuesto, varios tipos de clasificaciones, dependiendo de los diferentes criterios que se pueden utilizar.

Peirce, por ejemplo, plantea una clasificación sobre la base de las relaciones internas entre los tres aspectos del signo (1860-1908: 2.243-2.253). Si tomamos las relaciones de los signos entre sí, tenemos tres tipos de signos: *cualisigno* (signo que es una cualidad), *sinsigno* (signo singular) y *legisigno* (signo que es una ley o convención). Atendiendo a las relaciones entre los signos y los objetos a que se refieren, tenemos las clases: *ícono*, *índice* y *símbolo*. Si consideramos las relaciones de los signos con los interpretantes, tenemos: *rhema*, *dicisigno* (o signo dicente) y *argumento*. Esta clasificación da entonces como resultado tres tricotomías de signos, de las cuales la más utilizada o conocida suele ser la central, la que involucra el ícono, el índice y el símbolo.

Un *ícono* es un signo que se refiere a su objeto en función de alguna similitud con el mismo; un *índice* se refiere a su objeto en función de estar necesariamente ligado a él, de una contigüidad o una relación existencial, física, con el mismo; un *símbolo* se refiere a su objeto en virtud de alguna convención establecida. Estos tipos de signos se reconocen con facilidad en cualquier organización visual. Si tomamos los ejemplos mencionados en relación con la parábola, en el primer caso (el signo verbal) estamos frente a un símbolo, ya que el hecho de que esa palabra se refiera al objeto parábola es una convención del lenguaje; en el segundo caso (el gráfico) estamos ante un ícono, ya que se establece una relación de similitud; mientras que en el tercer caso estamos frente a un índice, porque al mismo tiempo de arrojar el elemento se señalaba su trayectoria de manera que esta señal y la parábola concreta trazada por el elemento estaban unidas indisoluble y necesariamente en tiempo y espacio. El cuarto caso (la fórmula algebraica)

también es un ícono, pero no un ícono visual, ya que su similitud con el objeto está basada, como señala Peirce (1860-1908: 2.279), en otras propiedades.

Podemos intentar también una clasificación de los signos que nos permiten construir representaciones espaciales sobre la base del canal sensorial a través del cual percibimos dichos signos: Los (1) *signos espaciales* pueden ser percibidos a través de los canales auditivo, táctil, olfativo o visual. Cada uno de estos sentidos puede darnos algún tipo de representación del espacio. Por lo tanto podemos subclasificar a los signos espaciales en: (1.1) signos espaciales *auditivos*, por ejemplo sonidos que permiten detectar la distancia a un objeto, la dirección en que se encuentra, reflexiones sonoras que permiten hacerse una idea del tamaño de una habitación, etc.; (1.2) signos espaciales *táctiles*, por ejemplo discontinuidades de un objeto que permiten reconocer su forma o textura, modelos tridimensionales, o maquetas que pueden ser recorridos por el tacto; (1.3) signos espaciales *olfativos*, por ejemplo marcas olfatorias que pueden delimitar un espacio; (1.4) signos espaciales *visuales*, por ejemplo dibujos, pinturas, fotografías, filmaciones, modelos bi o tridimensionales, etc. Estos últimos pueden ser subdivididos a su vez en: (1.4.1) signos espaciales visuales *atemporales*, aquellos que son estáticos y donde el factor tiempo no tiene cabida; (1.4.2) signos espaciales visuales *temporales*, aquellos que involucran un desarrollo temporal. El siguiente esquema resume todos estos tipos:

1. signos espaciales
 - 1.1. auditivos
 - 1.2. táctiles
 - 1.3. olfativos
 - 1.4. visuales
 - 1.4.1. atemporales
 - 1.4.2. temporales

Me limitaré en este capítulo a exponer una introducción a los signos visuales en sus dos variantes, atemporales y temporales.

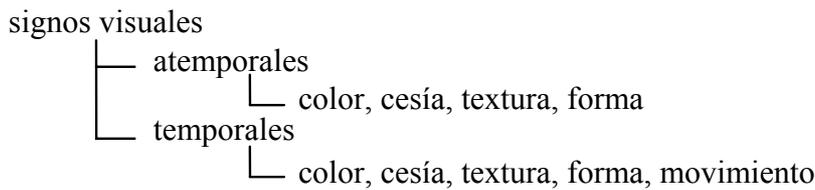
TIPOS DE SIGNOS EN LAS ORGANIZACIONES VISUALES

Varios autores, siguiendo distintos criterios, clasifican los tipos de signos discriminables en las representaciones visuales de diferentes maneras. Maitland Graves (1941: 3-11) lista siete elementos: línea, dirección, forma, tamaño, textura, valor y color. Arthur Pope (1949: 3-4) distingue tres factores espaciales (posición, tamaño y forma) y tres factores tonales (valor, tinte e intensidad). Sven Hesselgren (1967 [1973: 11]) considera como modalidades de percepción a la forma, el color y la luz, a las que luego agrega la textura. Bruno Munari (1985: 84-85) analiza el soporte del mensaje visual mediante cinco elementos: textura, forma, estructura, módulo y movimiento. César Jannello (1984: 1) discrimina cuatro materias: la delimitación (o forma), el color, la textura y la cesía. Hay quienes consideran solamente la forma y el color (González Ruiz 1986: 13), incluyendo en estas dos categorías todo el dominio de la percepción visual. Estas diferencias estriban en general en que ciertos términos clave, como forma y color, son tomados con distinto grado de amplitud. Por ejemplo, Graves los toma con significado restringido, pues excluye línea, dirección y tamaño de la forma, así como valor del color.

Al criterio de Jannello, que resulta bastante completo y al mismo tiempo lo suficientemente sintético, habría que agregar, no obstante, el movimiento. Esta categoría no puede dejarse de lado pues tiene que ver con la televisión, cine, video, animación,

computación animada, o cualquier forma de expresión donde aparezca algún aspecto cinético. Entonces, en el color, la cesía, la textura, la forma y el movimiento los tres conceptos básicos que estamos manejando son las nociones de luz, espacio y tiempo. En estas tres nociones se basan los cinco tipos de signos mencionados; cada uno de ellos toma un aspecto distinto de estas tres cuestiones más generales. Así el color y la cesía se refieren a la modalidad en que es percibida la luz. En cambio la forma se refiere a la delimitación del espacio. También al espacio, pero en cuanto a su microconfiguración, se refiere la textura. Con el movimiento entramos en la variable del tiempo.

El dividir a los signos visuales en temporales y atemporales depende de incluir o no el movimiento (y con él, el factor tiempo) en el análisis. Entonces, los signos visuales atemporales pueden segmentarse en colores, cesías, texturas y formas, mientras que los temporales pueden segmentarse en colores, cesías, texturas, formas y movimientos.



Esta tesis se concentra en los aspectos visuales y semióticos del color y la cesía, que son los que se desarrollan en los capítulos que siguen. No obstante, estas categorías de color y cesía no aparecen aisladas de las otras en el contexto de la percepción visual. En este capítulo, entonces, me limitaré a reseñar brevemente las nociones de color, cesía, forma, textura y movimiento, para ubicarlas en el mismo contexto. Las categorías de color y cesía, que son las que dependen fundamentalmente de la luz, serán desarrolladas con mayor profundidad en la parte central de la tesis.

Color: la percepción de la composición espectral de la luz

El color es una de las categorías visuales que, junto con la cesía, está relacionada con la manera en que percibimos la luz. En realidad, la palabra “luz” se refiere a lo que percibe el sistema visual al sentir un determinado tipo de radiación. Si queremos referirnos al hecho físico o estímulo externo que provoca la sensación luminosa tenemos que hablar, con más propiedad, de “radiación visible”. La radiación visible constituye una fracción muy pequeña del conjunto de las radiaciones electromagnéticas, aquella fracción a la cual el sistema visual humano está adaptado y es sensible. La radiación visible se encuentra aproximadamente entre los 380 y los 780 nanómetros¹ de longitud de onda. A ese rango se le llama también *espectro* visible.

Dentro de ese rango, diferentes porciones producen distintas sensaciones cromáticas. La visión de los colores varía principalmente en función de la longitud de onda predominante de la radiación recibida (además de otros factores). Entonces, más concretamente, el color es el aspecto de la visión por el cual se perciben las diferentes *composiciones espectrales* de la radiación visible.

La radiación visible interactúa con los objetos y puede ser absorbida, reflejada o transmitida. Pero los objetos siempre absorben algo de esta radiación, no solamente en términos cuantitativos sino también en términos cualitativos. Considérense los siguientes fenómenos: Un objeto recibe luz proveniente del sol, que cubre todo el

¹ Unidad pequeñísima del sistema métrico decimal, que equivale a la millonésima parte del milímetro.

espectro visible, desde longitudes de onda corta hasta longitudes de onda larga. Supóngase que el objeto en cuestión es opaco y absorbe radiación de longitudes de onda corta y media. Así, dicho objeto reflejará radiación de longitudes de onda larga, es decir, la porción del espectro que no absorbe. Entonces, ese objeto se verá rojo. Según la teoría tricromática de la visión, la percepción del color puede explicarse de la siguiente manera:

- La radiación de longitud de onda larga activa ciertos fotoreceptores en nuestra retina y provoca la sensación de rojo.
- La radiación de longitud de onda media activa otros fotoreceptores distintos y provoca la sensación de verde.
- La radiación de longitud de onda corta activa otros fotoreceptores también distintos y produce la sensación de azul.
- Estos tres tipos de fotoreceptores, cada uno sensible a una porción determinada de radiación, se llaman *conos*. Para ser activados, los conos necesitan una intensidad de radiación relativamente alta, y de esta manera funcionan únicamente con luz de día o con luz artificial de bastante intensidad.
- Existe otra clase de fotoreceptores que no están “sintonizados” con alguna porción específica del espectro sino que son activados por cualquier tipo de radiación visible, y que son responsables de sensar diferentes intensidades de luz. Estos receptores se llaman *bastones*, y transmiten información de luminosidad. Ellos pueden activarse con muy poca intensidad de radiación y son los únicos receptores que funcionan con la luz natural nocturna o en condiciones de muy escasa iluminación. Los bastones no sensan color, y por esta razón la visión nocturna humana es prácticamente acromática.

Pero el proceso no es simple. Si poseemos solamente tres tipos de receptores de color, ¿cómo es que podemos distinguir cientos de miles, o algunos millones, de colores diferentes? La explicación está relacionada con el proceso de información que es llevada desde la retina hasta la corteza visual. Los agentes son impulsos eléctricos y reacciones químicas, los canales son nervios y células, y la información sufre varias fases de codificación y transformación durante su camino hacia la corteza visual, donde es finalmente decodificada. Las sensaciones de color aparecen recién en las últimas fases, luego de una transformación de los impulsos enviados por los tres tipos de receptores en una serie de categorías oponentes: rojo/verde, azul/amarillo, blanco/negro (véase De Valois 1970, Walraven 1993). Cualquier sensación de color puede entenderse en términos de alguna combinación de esas sensaciones elementales. Durante estas fases existen también otros estadios específicos que son necesarios para la comprensión de una imagen: detección de bordes, dirección, inclinación, movimiento, forma, y finalmente el proceso semántico por el cual asignamos significación y nombres a la imagen.

Entonces, la radiación incide sobre las superficies de los objetos y éstos tienen la propiedad de absorber diferentes porciones del espectro total. Lo que recibimos como sensación de color es la porción de radiación visible que estas superficies no absorben, es decir, lo que reflejan o transmiten. El color percibido no es una propiedad intrínseca de los objetos, si bien depende de la radiación visible reflejada o transmitida por ellos. Esta radiación reflejada o transmitida no siempre es constante para el mismo objeto; depende, entre otros factores, del tipo de luz con que está iluminado. Por ello, no debe considerarse que los objetos poseen un color propio determinado. Finalmente, en la percepción del color intervienen factores contextuales tales como los contrastes

simultáneo o sucesivo, factores biológicos y factores psicológicos. Todo esto puede dar una idea de la complejidad de la cuestión.

En síntesis, la visión de los colores necesita por un lado de un estímulo físico, la radiación visible, y por otro lado, de un organismo que reciba esa radiación transformándola en una percepción sensorial. El color percibido, entonces, no es otra cosa que un signo, es la interpretación que un sistema de visión hace de un determinado fenómeno físico, y en una situación contextual determinada.

Cesía: la percepción de la distribución espacial de la luz

La cesía es el aspecto de la visión que está relacionado con la percepción de las diferentes formas de distribución de la luz en el espacio, lo que Richard Hunter (1975) denominara “atributos geométricos de la apariencia”. Como dijimos, la luz (o, para decirlo con más propiedad, la radiación visible)² interactúa con los materiales, pudiendo ser absorbida, reflejada o transmitida en distintas proporciones. A su vez, la reflexión y transmisión de la luz puede darse en forma regular, en una dirección predominante, o en forma difusa, en todas direcciones. Estos son hechos físicos. Ahora bien, el sistema visual humano los percibe decodificándolos e interpretándolos como signos visuales que le informan sobre ciertas cualidades de los objetos que lo rodean: nivel de claridad u oscuridad, grado de opacidad, brillo, transparencia, translucencia, cualidad de mate, etc. Son justamente este tipo de perceptos visuales los que se engloban bajo el nombre genérico de cesía.

Desde el punto de vista puramente físico, las posibles distribuciones espaciales que resultan de la interacción entre la radiación visible y los objetos se organizan claramente como un sistema de oposiciones, que en síntesis permite identificar tres variables:

- 1) La radiación puede ser absorbida o bien remitida por el objeto (lo que no es absorbido es remitido). Esta oposición puede expresarse en términos de *absorción* o *remisión* de la radiación visible.
- 2) La remisión puede ocurrir de dos maneras opuestas: por transmisión (atravesando el objeto) o por reflexión. Esta oposición puede expresarse en términos de *permeabilidad* u *opacidad* a la radiación visible.
- 3) Cada una de las dos posibilidades anteriores —transmisión y reflexión— puede darse de dos maneras también opuestas: en forma difusa o en forma regular (o especular). Esta oposición puede expresarse en términos de *difusividad* o *regularidad*.

Las categorías o términos con los cuales se suele aludir a la percepción visual de los fenómenos físicos anteriores también aparecen como un juego de oposiciones:

- 1) El mayor o menor grado de absorción se percibe como un valor determinado entre lo *oscuro* y lo *claro*.
- 2) La mayor o menor permeabilidad a la radiación visible de los objetos se percibe como un grado determinado entre lo *transparente* (en el sentido amplio del término)³

² La frase “radiación visible” designa un hecho físico, mientras que la palabra “luz” se refiere a un hecho perceptual; luz es lo que vemos, es decir, implica ya la existencia de un observador, es radiación visible percibida. Es por ello que Thomas Sebeok solía afirmar, con una dosis de humor, que en el Génesis, en lugar de decir “Dios hizo la luz” debería decir “Dios hizo los fotones” (o “hizo la radiación”, como se prefiera), ya que antes de que creara a Adán o a los otros seres vivientes no podía haber luz.

³ La palabra “transparente” suele usarse con dos sentidos: uno más amplio, según el cual significa “transmitente”, que deja pasar la luz (no importa cómo), y otro más restringido, según el cual significa “cristalino”, por oposición a traslúcido.

y lo *opaco* (a falta de otro término, “opacidad” u “opaco” puede usarse para aludir tanto al fenómeno físico como a la percepción).

- 3) La mayor o menor difusividad con que la radiación visible es reflejada o transmitida se percibe como un grado determinado entre lo *borroso* y lo *nítido* de la imagen.

A partir de estos juegos de oposiciones, y agregando un par de adverbios, Mabel López (2000) ha desarrollado un léxico básico para las cesías, que permite identificar con un grado de exactitud razonable cualquier sensación de cesía sin necesidad de utilizar una notación numérica (que se basa en la cuantificación de las tres variables mencionadas).

Podemos diferenciar claramente dos aspectos en la cesía. Por un lado tenemos un fenómeno físico: la radiación visible y la forma en que interactúa físicamente con los objetos, produciendo radiación difusa o regular, reflejada, transmitida y absorbida, y sus posibles combinaciones. Por otro lado tenemos un fenómeno perceptual: una sensación visual, producto de aquel estímulo físico, y una inferencia cognitiva, lo cual genera la percepción de translucencia, transparencia, opacidad mate, brillo especular y negrura, con todas las situaciones intermedias que pueden darse a partir de ellas. Ambos aspectos por separado, el físico y el perceptual, producen semiosis en sus respectivos niveles: en el primer caso en el ámbito de la fisiosemis (entre hechos físicos) y en el segundo en el de la semiosis cognitiva (entre representaciones sensoriales y conocimiento). La conexión entre el aspecto físico y el perceptual podríamos ubicarla dentro del estudio de la biosemiosis, es decir, cómo un ser vivo se sirve de un dispositivo biológico particular, como es el sistema de visión, para interpretar ciertos hechos físicos del mundo, obteniendo información útil para la supervivencia o el desenvolvimiento en el medio ambiente.⁴

La cesía percibida depende de varios factores, siendo los principales: el tipo de iluminación que recibe un objeto (si es concentrada o difusa, por ejemplo), el comportamiento de ese objeto con respecto a la radiación visible (si absorbe, transmite o refleja, y cómo lo hace), y la posición del observador o el ángulo de observación. Por ejemplo, si estamos en el lado opuesto al de la fuente de luz percibimos por transmisión, y podremos ver el grado de transparencia. Si estamos del mismo lado de la fuente de luz percibimos por reflexión, y podremos evaluar el grado de brillo del objeto, según el ángulo con que lo miremos. Si bien las características físicas de los objetos son uno de los factores que influyen en la cesía, la cesía no es una cualidad intrínseca del objeto. Un mismo objeto, por ejemplo un vidrio, resulta transparente cuando es visto con un ángulo aproximadamente perpendicular a su superficie y aparece espejado cuando es visto en un ángulo cerrado. El concepto de cesía debe entenderse entonces como la sensación producida en un observador por la manera en que los objetos distribuyen la luz en el espacio. Es decir, hay un aspecto físico, pero lo que cuenta finalmente es el aspecto perceptual.

El sistema de cesías aparece desarrollado con mayor extensión en varias publicaciones (Caivano 1990, 1993a, 1994a, 1996a, 1999a, Caivano y Doria 1997), donde se describe en detalle las variables de análisis, el modelo o sólido que organiza todas las sensaciones de cesía, la forma de construir escalas de cesías, la relación de este tipo de signos visuales con el color, la construcción de un atlas con muestras representativas de las cesías y la forma de utilizarlo para evaluar la apariencia de los objetos.

⁴ Algunos de estos niveles de la semiosis se encuentran desarrollados en profundidad en Deely (1990).

Forma (delimitación espacial)

El color y la cesía son los elementos que posibilitan, en definitiva, la percepción de la forma y de la textura. Toda vez que haya un cambio de color o de cesía podemos percibir límites o bordes en la forma, ya que a partir de dos tratamientos distintos de una superficie o de un volumen se produce algún tipo de delimitación. Si estuviéramos frente a un continuo visual donde no hubiese diferenciación de color o de cesía, no seríamos capaces de reconocer ninguna forma. Las formas están definidas por sus bordes, y el hecho de que haya un borde implica que existe algún cambio visual. Es por esta noción de borde o límite que Jannello utiliza el término “delimitación” en lugar de la polisémica palabra “forma”.

Según la propuesta de Jannello (con sus posteriores desarrollos; ver Caivano y Guerri 1986, Guerri 1988, Magariños y Caivano 1996), la primera operación de reconocimiento que puede hacerse en cuanto a la forma o delimitación espacial es discriminar las figuras, que son las formas básicas primarias, de las configuraciones, que ya son conformaciones u organizaciones más complejas que implican la combinación de dos o más figuras. Ambas, a su vez, pueden ser planas (bidimensionales) o volumétricas (tridimensionales).

La mayoría de las conformaciones con que nos encontramos en nuestra vida diaria son explicadas en este sistema no como figuras individuales sino como configuraciones. Los elementos que entran bajo la categoría de *figura* se limitan a las formas geométricas regulares o las semirregulares derivadas de aquellas. Pero cuando entramos en las configuraciones, es decir en la combinación de figuras elementales, comienza a aparecer toda una riqueza de formas. Así, retomando un ejemplo anterior, la parábola, que desde la geometría es definida como una curva plana cuyos puntos equidistan del foco y de la directriz, aparece en este caso como una combinación de dos figuras que se relacionan de una determinada manera: un cono y un plano paralelo a la generatriz que lo intersecta. Cada una de las curvas cónicas (parábola, hipérbola, elipse), por dar un ejemplo, tiene su lugar en este sistema de combinatoria que prevé el desplazamiento de una figura con respecto a otra así como su rotación. Esta combinación produce una sumatoria, una intersección o una sustracción de formas, que da origen y explicación a un sinnúmero de formas más o menos complejas.

Textura visual

La textura, tomada en su aspecto visual, sin entrar a considerar la cuestión táctil, tiene que ver con la microconfiguración. De cualquier superficie o volumen podemos analizar su forma, pero también podemos detenernos en el conjunto de los pequeños elementos que modalizan o caracterizan a esa superficie o volumen. Para la percepción visual, estos pequeños elementos están constituidos por cambios tonales o de cesía que conforman un patrón, que puede ser regular o irregular pero que incluye la suficiente cantidad de elementos dentro del campo visual como para que se los interprete como un todo y pierdan significación individual.

Se considera la noción de textura en un sentido amplio, es decir que aun lo liso es incluido como uno de los casos posibles de textura. Por otra parte, el análisis de las texturas no queda en lo puramente plano o bidimensional, sino que también se consideran texturas volumétricas, aun tomándolas exclusivamente desde el aspecto visual. Pueden encontrarse estudios sobre textura en Gibson (1950: 66-71, 80-94),

Jannello (1963), Hesselgren (1967 [1973: 119-121, 437-438]), Munari (1985: 86-126), Caivano (1989, 1994b, 1994c).

Movimiento

Estamos acostumbrados a entender el movimiento como el simple desplazamiento de un objeto, pero también debe incluirse en esta noción cualquier cambio de apariencia que se opere en un lapso de tiempo. Así, lo que percibimos en el cine es una secuencia de imágenes donde las posiciones o la forma de los elementos que las componen varían gradualmente. La transformación secuencial de una forma en otra, proceso conocido como metamorfosis, es también un movimiento. No es en absoluto necesario que sea el objeto el que se desplace físicamente para que percibamos un movimiento. Al recorrer una habitación, las perspectivas cambiantes que tenemos de la misma generan la sensación de movimiento.

Hesselgren, quien analiza algunos aspectos del movimiento (1967 [1973: 125-127]), también se detiene en el concepto de ritmo (179-185). De acuerdo con los criterios con que hemos expuesto la forma y la textura, podemos entender al ritmo visual como una “textura” de movimiento, es decir como la repetición (igual o con variaciones regulares) de algún patrón de movimiento. Las variables de organización del movimiento y su valor como signo visual han sido desarrolladas en Caivano (1999) y Caivano y López (1998).

INTEGRACIÓN VISUAL

Si bien el análisis de cada una de estas cinco categorías que he reseñado brevemente puede hacerse por separado, esto no quiere decir que ellas se den de esta manera fragmentaria en una organización visual. Por lo menos cuatro de estos elementos (pudiendo excluirse el movimiento en algunos casos) están presentes indisolublemente en toda percepción visual. Puede suceder que la organización sea estática, sin movimiento, como un cuadro pictórico, o que sea cinética, con movimiento, como un film o una escultura móvil. Pero no existe una organización visual que no tenga algún tipo de color, cesía, forma o textura.

Estos cinco signos elementales que caracterizamos son los que construyen, a través de sus combinaciones e interacciones, nuestro mundo visual. Cualquier representación o mensaje visual puede ser analizado teniendo en cuenta cómo aparecen estos elementos básicos. La significación de configuraciones o escenas visuales complejas muchas veces está determinada por la significación otorgada a estos elementos particulares que la componen (Caivano 1990a). Cada una de estas categorías visuales básicas puede funcionar como ícono, índice, símbolo, o cualquier otra especie de signo,⁵ y “arrastrar” parte de su carga significativa para contribuir a los significados de las imágenes más complejas, generales o globales.

Las categorías de color y cesía serán el objeto central de la tesis, a partir de los próximos capítulos.

Para concluir, quiero dejar en claro que esta propuesta para analizar o explicar la realidad visual puede considerarse tan arbitraria como cualquier otra. En todo caso será

⁵ Ejemplos de estos usos, tanto en el color como en la cesía, pueden encontrarse en Caivano (1995a, 1997).

válida en tanto se muestre operativamente eficaz. Debemos comprender que toda la historia de los desarrollos del conocimiento científico es una historia semiótica, ya que lo único que hace el investigador es crear modelos o sistemas de signos para explicar la realidad (y la propuesta que aquí se ha esbozado no es más que eso, un modelo posible). Si se entiende esto, entonces se verá a la semiótica como una moderna epistemología, que se ubica en la base de todas las ciencias. Pero hay algo más aún. Desde mi punto de vista, la ventaja de la semiótica con respecto a la epistemología tradicional es que sirve de marco de pensamiento y actuación no sólo para las ciencias sino también para las artes, ya que está claro que el artista también se expresa a través de modelos con los cuales interpreta la realidad o construye realidades nuevas. Y justamente en el dominio de lo visual confluyen varias disciplinas científicas y artísticas, a las cuales la semiótica visual debería servir como base común interdisciplinaria.

CAPÍTULO 2

LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA LUZ Y EL COLOR: EL PUNTO DE VISTA SEMIÓTICO

INTRODUCCIÓN

Como vimos en el primer capítulo, el conocimiento de algo se basa en los enunciados o las representaciones que de ese algo se tienen. En este sentido, las teorías científicas deben considerarse como modelos mediante los cuales se representa de una manera determinada algún aspecto del mundo que se desea conocer. Estudiar los objetos visuales equivale a estudiar los sistemas mediante los cuales puede producirse algún tipo de conocimiento acerca de ellos. Estos sistemas pueden incluirse en una variedad muy amplia de campos: la morfología, la ciencia del color, la semiótica del espacio, la semiótica visual, la psicología de la percepción. Cada uno de estos campos produce un enfoque determinado de la cuestión, centrándose particularmente en la explicación o la producción de ciertas cualidades de lo visual. A su vez, cada uno de estos campos involucra ciertas áreas de conocimiento o se nutre de otros campos.

Así, la morfología, que en el área de la visión abarca el estudio de las formas visuales, tiene relación con los modelos teóricos de definición de la forma y el espacio, tales como la geometría euclidiana, las diversas geometrías contemporáneas, la topología, etc., involucrando asimismo los sistemas de representación de la forma y el espacio tales como la geometría descriptiva, la perspectiva y otros.

La ciencia de la luz y el color se ha basado tradicionalmente en tres áreas: 1) la óptica, que estudia los procesos físicos de la luz y el color, 2) la fisiología y la neurofisiología, que estudian los mecanismos de la visión, y 3) la psicofísica y la psicología de la percepción, que estudian las representaciones sensoriales y perceptuales de los fenómenos de luz y color.

La semiótica se ocupa del estudio de la semiosis, es decir, los procesos de significación. Hablamos de semiosis toda vez que estamos frente a situaciones donde se produce una transmisión o intercambio de información, una reacción física o un efecto de sentido dados a través de signos que actúan como agentes entre un objeto y un sujeto, sirviendo para ese sujeto como representación del objeto. Desde una base semiótica, se considera a los objetos bajo estudio como signos pertenecientes a algún sistema y mediante los cuales se puede representar de alguna manera el conocimiento de una parcela del mundo. La semiótica del espacio es la parte de la semiótica que se interesa por el estudio de los mensajes y los procesos de significación generados mediante signos espaciales. Dentro de ella, la semiótica visual se ocupa del estudio de aquellos procesos donde intervienen signos que operan en el canal de la visión. Este capítulo se centrará a su vez en cierto tipo de semiosis visual, aquella donde los signos están dados exclusivamente por diferentes distribuciones de la luz en el espacio (la clase de signos visuales que se ha llamado *cesías*) y por diferentes distribuciones espectrales de la luz (el color).

Podemos considerar que el universo de la investigación visual está compuesto por todo el conjunto de signos visuales, divididos, como vimos, en signos de delimitación espacial o forma, de color, de textura visual, de *cesía* y de movimiento. El conjunto es

infinito y cada uno de los subconjuntos también lo es (en el mismo sentido en que el conjunto de números reales es infinito). Esto no implica que el universo no sea abarcable o acotable. Lo es por medio de estructuras y variables de análisis. La hipótesis que intentaré demostrar en la sección siguiente es que el estudio de los objetos visuales sólo puede hacerse desde los sistemas de representación cognitiva de los mismos.

ENCUADRE EPISTEMOLÓGICO: ALCANCES DE LA SEMIÓTICA

Desechando la idea positivista de que las cosas existen en el mundo y que el objetivo de la ciencia es descubrir sus leyes, podemos considerar que todo lenguaje científico es creador de los objetos de que trata, desde el momento que antes de haber sido nombrados por ese lenguaje, dichos objetos no existían o eran diferentes para el conocimiento.

Como nota Thomas Sebeok (1991a: 2), el objetivo más profundo de la semiótica es la epistemología, entendida en el sentido amplio de la constitución cognitiva de las entidades vivientes. Uno de los conceptos semióticos más interesantes es la consideración de que los seres vivientes se enfrentan constantemente con una realidad ilusoria, que descansa meramente en signos. Muchos autores dan sustento a esta idea. Alexander Bryan Johnson (1836 [1947: 29]) sostiene que el hombre vive en un mundo creado por sí mismo. Una famosa frase de Niels Bohr (en French y Kennedy 1985: 302) se refiere a que estamos completamente suspendidos del lenguaje, de manera que “realidad” es solo una palabra. Jaques Maritain afirma que los signos tienen que ver con todas las maneras del conocimiento. Sebeok considera al lenguaje como un sistema que el ser humano utiliza para modelar el mundo (1991a: 43) y ve a la física de la misma manera, no como una explicación de un mundo previamente constituido (1991a: 49). La noción de *Umwelt* desarrollada por Jakob von Uexküll se refiere al universo privado de todo organismo, que constituye al mismo tiempo su prisión, ya que lo aísla inevitablemente del mundo exterior. Peirce afirma que todos nuestros pensamientos se dan por medio de signos (1860-1908: 5.251), pero va aún más allá al decir que el universo está compuesto exclusivamente por signos.

Algunas doctrinas, como el empiricismo, el objetivismo y el realismo, en sus versiones ingenuas, caen en el error de suponer que nuestros sentidos (sea al desnudo o mejorados mediante instrumentos) nos dicen la verdad acerca de la realidad. Estas doctrinas consideran que existe un mundo objetivo fuera de nuestra mente. El sentido de la visión ha sido generalmente considerado como el contacto más fuerte con este mundo. Desde la semiótica, se puede ofrecer un mejor entendimiento de nuestra relación con la realidad (véase Caivano 1993), aclarando la cuestión acerca de cómo se produce el conocimiento y cómo se construyen las teorías científicas. Aquí nos centraremos en el mundo visual.

Así, en el campo específico de las investigaciones sobre los objetos visuales, no debemos suponer que cosas tales como formas, texturas, colores y cesías existan independientemente en el mundo, y que el trabajo a realizar es observarlas y clasificarlas. Por el contrario, dichos objetos de investigación son definidos y construidos por la propia teoría y sólo tienen existencia en función de la misma, de manera que es ésta la que determina qué se considera como forma, color, textura o cesía.

Veamos un ejemplo. De hecho, lo que se denomina cesía no existía antes de haber sido formulado teóricamente. Signos visuales tales como el brillo, la transparencia, la opacidad, la translucencia, lo mate, lo espejado, etc., son considerados por algunos

autores como modos de apariencia del color. Al proponerse que esas cuestiones son independizables del color, se está definiendo un nuevo aspecto de la percepción visual. Este aspecto, la cesía, no constituye el descubrimiento de un hecho que estaba previamente en la realidad, sino que fue creado con el fin de presentar un modelo más coherente de los signos visuales mencionados. Ahora bien, podría argumentarse que si bien la categoría de cesía no existía previamente, sí lo hacían las categorías de brillo, transparencia, etc. La respuesta es que existían en la medida en que las teníamos adquiridas por algún conocimiento o teoría previos. Todas estas categorías son puros modelos inventados por el ser humano con la finalidad de establecer diferencias en lo que de otra manera sería indiferente. “El conocimiento se hace posible porque en lo uniforme es posible establecer *diferenciaciones*” (Magariños 1984: 45). En el mundo sólo existe caos, son los lenguajes (todo tipo de lenguajes, no sólo el verbal) los que le imponen un orden determinado (Magariños 1984: 97).

Entonces, lo que llamamos realidad, el mundo de los hechos, no constituye ninguna fuente de información si no se la enfrenta con alguna teoría o lenguaje previos. Por ello, la observación y la experimentación no pueden escaparse de la ideología de la teoría o el lenguaje desde los cuales se realizan.

Siguiendo este criterio, en las investigaciones visuales no debemos pretender descubrir leyes preexistentes en el mundo, sino crear modelos a través de los cuales se pueda observar algún aspecto del mundo y verificar cómo éste queda construido según las propias leyes del modelo. Por lo tanto, no hay que tener la ilusión de generar una teoría que sea “verdadera” sino que sea coherente, que en la medida que evoluciona puede llegar a mostrar algunas contradicciones internas. La resolución de las mismas llevará en todo caso a un nuevo planteo, con lo cual, más que un cambio en el mundo, lo que se opera es un cambio en la forma de explicar el mundo desde el nuevo discurso teórico.

Mediante esta concepción de la ciencia, que es en general común a la epistemología y a la semiótica modernas, la teoría no reconoce cualidades intrínsecas a los objetos que estudia, sino que todo lo que hace es crear una lógica interna para que, al poner en los objetos ciertas cualidades (concebidas desde la teoría), éstos resultan de tal manera que es posible sistematizarlos según esa lógica. La lógica no está por tanto en los objetos sino en la teoría.

En este sentido, si bien podemos admitir el falsacionismo de Karl Popper (1935) en un aspecto, es casi ineludible compartir la crítica a un punto débil del mismo. El falsacionismo se apoya en la cuestión aparentemente lógica de que si bien no puede probarse definitivamente la verdad de una teoría (afirmación con la cual se puede acordar), un solo enunciado observacional que la contradiga puede probar su falsedad. Pero si sostenemos que los enunciados observacionales son también falibles, entonces nadie garantiza que la supuesta refutación de una teoría no sea tal y que en su lugar sea el enunciado observacional el que esté equivocado.

No hay nada en la lógica de la situación que exija que siempre haya de ser la teoría la rechazada en caso de un choque con la observación. Se podría rechazar un enunciado observacional falible y conservar la teoría falible con la que choca. (Chalmers: 1982 [1984: 90])

Analicemos un enunciado falsable referido a la teoría del color, por ejemplo, la afirmación de que todos los colores diferenciables pueden ser descritos y clasificados mediante tres variables: el tinte, la claridad y la cromaticidad. Este es un tipo de enunciado falsable y, evidentemente, los sistemas de color, como el de Albert Munsell

(1905), basados en las tres variables mencionadas parecerían quedar descartados cuando algunos autores (Katz 1911; Pope 1949: vii, 27-34; Evans 1974: 89-98) consideran en la variación del color aspectos como brillantez, luminosidad, transparencia, de los cuales no se puede dar cuenta con las tres variables clásicas. No obstante, puede mantenerse la teoría clásica diciendo que la aparente falsación en realidad está considerando otro tipo de características ajenas al color e independizables de él. Esto es lo que se sustenta al proponer la categoría de cesía (Jannello 1984: 1), lo cual no es una modificación *ad hoc* para salvar la teoría clásica sino que conduce a nuevas investigaciones (Caivano 1990, 1994a, 1996a), que arrojan como resultado la posibilidad de organizar todo el espectro de la cesía mediante tres variables independientes del color: permeabilidad, absorción y difusividad.

Imre Lakatos (1971 [1974: 25-6]) da una alternativa al falsacionismo al ver los programas de investigación científicos como estructuras organizadas, con un núcleo central que contiene las hipótesis generales y del cual derivan las líneas que pueden constituir el desarrollo del programa. Este núcleo es protegido de la falsación por un cinturón de hipótesis auxiliares que evitan el rechazo prematuro de la teoría y permiten su desarrollo. Así, por decisión metodológica de los científicos inmersos en un programa de investigación, el núcleo del mismo debe quedar intacto durante el desarrollo del programa.

Veamos un ejemplo en el campo de la investigación morfológica. La teoría de la delimitación espacial (Jannello 1984) choca contra una objeción. El sistema de figuras que propone esta teoría no logra explicar cierto tipo de delimitaciones, como las llamadas figuras semi-regulares o irregulares y aquellas cuyos bordes son curvas distintas de la circunferencia y la elipse. Podemos decir que una hipótesis que protege el núcleo de la teoría es que dichas delimitaciones no son figuras sino configuraciones, formadas por la combinación de una cierta cantidad de figuras. De manera que por más compleja que sea una delimitación siempre puede segmentarse en figuras explicables. Esta hipótesis no resulta ser *ad hoc*, sino que se integra a la totalidad del sistema dando la posibilidad de efectuar comprobaciones que puedan confirmarla o rechazarla.

MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LAS INVESTIGACIONES VISUALES

Con respecto a la metodología a emplear en el campo de las investigaciones visuales, considero que debemos descartar el método empírico de recopilación de “hechos observables” y posterior experimentación para derivar conclusiones, ya que hay que admitir que cualquier observación o experimentación se hace necesariamente dentro del lenguaje de alguna teoría o, como diría Thomas Kuhn (1962), dentro del algún paradigma científico, lo cual invalida la pretensión de objetividad de este método. De acuerdo con Alan Chalmers:

Una vez que se centra la atención en los enunciados observacionales en cuanto forman la supuesta sólida base de la ciencia, se puede advertir que, en contra de la pretensión del inductivista, una teoría de algún tipo debe preceder a todos los enunciados observacionales y que los enunciados observacionales son tan falibles como las teorías que presuponen. (1982 [1984: 47])

En lugar de esto, generalmente pueden emplearse métodos como los que Peirce denomina abductivos (1860-1908: 5.171), seguidos de deducciones. Por medio de la inducción no tendremos más que un acercamiento probabilístico a la formulación de una

ley y nunca podremos generalizar. La deducción no permite inferir más de lo que se halla en las premisas, no agrega conocimiento nuevo. Sólo la abducción (o hipótesis) introduce elementos nuevos. Según Peirce:

Cualquier proposición agregada a hechos observados, tendiendo a hacerlos aplicables en todo sentido a otras circunstancias más que a aquellas bajo las cuales fueron observados, puede ser llamada una hipótesis. (1860-1908: 6.524)

Por inducción, concluimos que hechos similares a los observados son verdaderos en casos no examinados. Por hipótesis concluimos la existencia de un hecho completamente diferente de algo observado, de lo cual, de acuerdo con leyes conocidas, algo nuevo debería necesariamente resultar. El primero es razonamiento de particulares a ley general; el segundo, de efecto a causa. El primero clasifica, el segundo explica. (1860-1908: 2.636)

La abducción debe cubrir todas las operaciones por las cuales se engendran las teorías y concepciones. (1860-1908: 5.590, mi traducción)

Entonces, el método de trabajo que se debería seguir consiste en formular hipótesis (razonamientos abductivos) sobre el tema en cuestión y, tomándolas provisoriamente como válidas, aplicarlas deductivamente a la totalidad del campo en estudio. Esto producirá una serie de consecuencias o resultados que derivan lógicamente de la teoría asumida. Ahora bien, ¿cómo se juzgan esos resultados? Simplemente por comparación con los que producía una hipótesis o teoría anterior, en reemplazo de la cual se formuló la hipótesis en prueba. Si los resultados producto de la nueva hipótesis resuelven cuestiones que la anterior no era capaz de abarcar, entonces se la puede adoptar, hasta tanto una nueva teoría se muestre a su vez más eficaz.

ANTECEDENTES SEMIÓTICOS EN EL ESTUDIO DEL COLOR Y LA LUZ

¿Qué puede ofrecer a la ciencia del color la perspectiva semiótica, en relación a las perspectivas física, fisiológica y psicológica? ¿Es el color una sensación, una percepción, un fenómeno óptico o un fenómeno físico?

Podemos decir que es todo eso, dependiendo del contexto en el cual es considerado. Si consideramos el color como signo, estamos incluyendo todos los aspectos, ya que un signo no es una cosa definida previamente sino una consecuencia de varios factores y del contexto en que es tomado como tal. El color puede ser el signo de un fenómeno físico y el signo de una sensación. También puede ser el signo de un mecanismo fisiológico o de una asociación psicológica. Como quiera que sea, en todos estos casos es un signo diferente.

Por “color” se entiende la percepción de la distribución espectral de la radiación visible, lo que produce las sensaciones cromáticas elementales (rojo, verde, azul, amarillo, blanco y negro, según la teoría de oponencia cromática) y sus combinaciones. El color se da sólo en presencia de tres factores: radiación visible, objetos físicos y observador. Si falta alguno de estos factores el color no existe. Una persona en una habitación cerrada, sin aberturas exteriores y sin iluminación artificial, no ve el color de los muebles y demás objetos porque falta el primer factor: radiación visible. Un astronauta en una nave espacial fuera de la atmósfera terrestre ve un “cielo” negro porque, si bien la radiación solar atraviesa el espacio, falta el segundo factor: partículas u objetos que reflejen esa radiación. En un planeta deshabitado llega la radiación solar y hay objetos (supongamos, minerales), pero no podemos decir que exista la sensación de

color porque no hay un observador con un sistema visual que sense esa radiación reflejada por los objetos. En resumen, la radiación visible incide sobre la materia física, que puede absorberla, reflejarla o transmitirla en forma selectiva con respecto a su longitud de onda en distintas proporciones. Pero tanto la materia física como la radiación no tienen color por sí mismos, sólo tienen la capacidad de producir una determinada distribución espectral que un observador interpreta como sensación de color.

Las cesías son también signos visuales. Cualquier objeto es percibido con una cesía determinada, además del color, forma y textura que lo caracteriza. La cesía se da únicamente en presencia de los tres mismos factores que enunciamos para el color: radiación, objetos materiales y observador. Sintetizando, en ambos casos, color y cesía, se requieren tres factores: 1) radiación visible, 2) objetos, materia física que modifique la distribución espectral o espacial de esa radiación (absorban, reflejen o transmitan en forma selectiva), y 3) algún organismo equipado con un sistema visual que sense esos estímulos físicos transformándolos en datos perceptuales.

Breves antecedentes semióticos

En algunos escritos aislados de Peirce encontramos las que tal vez sean las primeras preocupaciones semióticas conscientes acerca del color. No por casualidad, una discípula suya, Christine Ladd-Franklin, fue una reconocida estudiosa del color durante la primera mitad del siglo XX y escribió un importante tratado sobre las teorías del color (1929). Entre los trabajos un poco más recientes, Jacques Bertin (1967, 1970) trata el problema del color en la representación cartográfica, y en la gráfica en general, como medio de codificar y transmitir información de naturaleza variada. En *El cuadro como texto*, Juan Angel Magariños (1981) plantea un método de análisis semiótico de las obras pictóricas, incluyendo ciertamente consideraciones válidas referidas al color y la luz, aunque este no sea el tema central. Fernande Saint-Martin (1987) también dedica una buena parte de su libro, *Sémiologie du langage visuel*, a la semiótica del color. Uno de los ensayos más completos sobre semiótica visual, y sin duda el de mayor relevancia en el tratamiento semiótico del color por la extensión dedicada al tema y la profundidad exhibida, es el *Tratado del signo visual*, del Grupo μ (1992).

Otros antecedentes en el estudio del color, que a pesar de no haber sido formulados desde un punto de vista semiótico consciente pueden no obstante reorganizarse desde una perspectiva semiótica, se desarrollan con mayor extensión en el capítulo 4. En el capítulo 12 se desarrollan los antecedentes y aspectos semióticos relacionados con la cesía.

POSIBLES ABORDAJES AL ESTUDIO DEL COLOR Y LA LUZ

Hay, entonces, al menos tres posibilidades de abordar el problema de las distribuciones espectrales y espaciales de la luz, y las apariencias visuales que originan (color y cesía, respectivamente):

- 1) desde el punto de vista de la física de los fenómenos involucrados,
- 2) desde el punto de vista de la fenomenología de la percepción,
- 3) desde el punto de vista de la semiótica.

La primera aproximación se concentra en las causas y permite recorrer el problema en un único sentido: a partir de medir y conocer las características físicas de un objeto es

posible predecir su apariencia. Pero el camino inverso no es tan fácil: no existe hasta el momento ningún sistema de visión artificial que pueda inferir las características físicas de un objeto a partir de su apariencia. La visión humana sí puede hacer este tipo de operación gracias a la extraordinaria complejidad de las redes que conectan sensaciones producto de impulsos nerviosos con la experiencia previa y la memoria (Boynton 1979).

La segunda aproximación se interesa por los efectos pero no por las causas. Según la corriente que se alinea con la psicología de la percepción o la fenomenología, lo que importa es lo que se percibe y cómo puede describirse, independientemente de las causas físicas que intervienen. En este sentido, por ejemplo, no es relevante la diferencia entre transparencia física y transparencia perceptual o fenomenológica.

La tercera aproximación permite conciliar estas dos corrientes, ya que los procesos semióticos se manifiestan en todos los niveles y en todos los campos. La semiosis no es exclusividad de los humanos sino que opera también en el reino de la biología toda, de la química y de la física. Tanto es semiosis la lectura y medición del flujo luminoso que hace un instrumento mecánico o electrónico como la interpretación o transformación de ese mismo flujo que produce un organismo biológico.

Considerando que para los organismos vivos la cuestión importante es que la luz y el color funcionen como sistemas de signos, el objetivo general en las investigaciones visuales debería ser investigar la teoría de la luz y el color desde la perspectiva semiótica, ya que ella provee instrumentos teóricos y metodológicos aptos para la clasificación y análisis de los diferentes aspectos involucrados. Además, la semiótica de la luz y el color puede ser establecida como un campo sumamente sofisticado, alimentado en principio por los ya maduros desarrollos de la teoría del color, especialmente en lo que respecta a sus rasgos sintácticos, así como por los incipientes desarrollos con respecto a la percepción de la distribución espacial de la luz (cesía).

A pesar de que es posible contar con muchos desarrollos que alimentan las investigaciones visuales, en ninguno de ellos aparece un abordaje semiótico que tenga una visión global y sea al mismo tiempo exhaustivo en cuanto al tratamiento de los innumerables problemas relacionados con la percepción de la luz y el color. Por un lado, los teóricos del color tradicionales no poseen por lo general una visión semiótica amplia y profunda, y por lo tanto, incluso cuando investigan sobre la significación del color, suelen carecer del marco semiótico adecuado. Por otro lado, si bien en los trabajos de los semióticos dedicados al estudio de los signos visuales la concepción semiótica sí es profunda, no se muestran en ellos conocimientos sobre la ciencia del color y la luz que sean equivalentes en profundidad, y en este sentido hasta pueden detectarse errores conceptuales con respecto a ciertos aspectos físicos o psicofísicos de la cuestión.

El aporte de una investigación visual con base semiótica sería entonces cubrir el vacío que aparece en el cruce de estas dos disciplinas, la semiótica y la ciencia de la luz y el color. Si bien ambos campos del conocimiento tienen desarrollos teóricos sumamente elaborados, hace falta justamente un trabajo interdisciplinario que arroje como fruto una coherente y consistente semiótica visual de la luz y el color.

La hipótesis general es que los instrumentos analíticos de la semiótica pueden brindar la solución al problema de encarar los estudios de la luz y el color, normalmente fragmentados y dispersos en varias disciplinas (la física, la química, la fisiología, la neurofisiología, la psicología, la psicofísica, etc.), desde una visión global e interdisciplinaria. Y esto debería realizarse sin perder la riqueza que provee cada una de esas disciplinas, ya que la semiótica no reemplaza a ninguna de ellas sino que se sitúa en un nivel donde aparecen elementos comunes a todas: el nivel de los signos y de la semiosis, cualquiera sea su naturaleza.

CAPÍTULO 3

LOS SIGNOS VISUALES PRODUCIDOS POR LA DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA LUZ: EL COLOR

RADIACIÓN VISIBLE Y COLOR

Para muchas personas, es habitual pensar en el color como una propiedad de los objetos. Se dice que tal objeto *es* rojo, verde, amarillo, azul, etc. ¿Es correcta esta manera de considerar el color? Supongamos que estamos en una habitación iluminada en presencia de varios objetos a los cuales vemos como si poseyeran determinados colores. ¿Qué sucede si apagamos la luz o cerramos las persianas de manera que no penetre la luz solar? Evidentemente, al quedarnos a oscuras, todos aquellos colores que antes veíamos desaparecen, todo se vuelve negro. ¿Qué sucede si en lugar de la luz solar que penetra por la ventana o de la lámpara incandescente iluminamos la habitación con una lámpara a la que hemos puesto un filtro de color, por ejemplo azul? Si se hace la prueba, podrá observarse que la mayoría de los objetos cambian de color. Estas sencillas demostraciones nos permiten intuir que el color no está en los objetos como un atributo propio. Si así fuera, ¿porqué lo habrían de perder por el simple hecho de que hayamos eliminado la luz o la hayamos cambiado por otra? Nosotros sabemos que los objetos siguen estando allí, los podemos tocar por ejemplo, para comprobar que no han desaparecido. Sin embargo perdieron el color o lo cambiaron. La conclusión es que la materia, por sí misma, no es coloreada y no posee un color definido.

Intuimos entonces que la luz, siendo el único factor que quitamos o modificamos, tiene algo que ver con los colores. ¿Será entonces que es la luz la que posee los colores? Sabemos, a partir de los famosos experimentos de Newton (1704 [1952: 20, 26, 45-46, 122-124]), que puede obtenerse una gama de colores como la que se observa en el arco iris colocando un prisma de vidrio delante de un haz de luz blanca. A través de este prisma la luz es refractada y separada en componentes de distintas longitudes de onda (el fenómeno de difracción), y entonces aparece una gama de colores que va desde el rojo hasta el violeta, pasando por un continuo de tonalidades naranjas, amarillas, verdes y azules. Con esto se demuestra que la luz, es decir la fracción visible del espectro de radiación electromagnética, no es homogénea sino que está compuesta por diferentes porciones. ¿Son esas porciones los colores? ¿Están todos esos colores en la luz blanca? Parecería que se puede afirmar esto categóricamente. Pero por otro lado conocemos algunos casos que nos hacen dudar de tal afirmación. Se sabe que ciertos animales, que son capaces de percibir la luz, no perciben la gama de colores que nosotros vemos sino que ven el mundo en blanco, negro y grises. Si el rojo, el verde, el amarillo, el azul estuvieran presentes en la luz ¿por qué estos animales no son capaces de verlos? El hecho es que la luz no es en sí misma coloreada. Esto ya fue expresado por Newton en una conocida frase (1704 [1952: 124]):

... si en todo momento hablo de la luz y los rayos como coloreados ... se debe entender que hablo no filosóficamente y con propiedad, sino groseramente y de acuerdo con concepciones tales como las que la gente vulgar ... sería capaz de

forjarse. Porque los rayos, para hablar con propiedad, no son coloreados. (mi traducción)

Antes afirmamos que la materia no era coloreada, ahora decimos que la luz tampoco lo es. ¿Donde reside entonces el color?

Una vez más el razonamiento nos lleva a desviar el objeto de nuestra consideración y a centrarlo en algo diferente. En este caso nos vemos impelidos a considerar al organismo que percibe como un factor importante que hace a la existencia del color. Pero ¿es éste el único factor? ¿Están los colores en el ojo o en el cerebro del organismo que percibe con exclusión de otros factores? Evidentemente, esto tampoco es así, puesto que en la situación inicial, cuando apagábamos la luz, teníamos un individuo capaz de ver pero no teníamos colores.

De los factores analizados hasta aquí vemos que, para que sea posible la existencia del fenómeno llamado color, la luz es necesaria y también es necesario un organismo equipado para ver colores. Ahora bien ¿podemos prescindir de los objetos? ¿Qué pasaría en un mundo donde solamente existiera radiación visible y un organismo equipado para ver colores, pero el resto fuera un vacío? Aún así tendríamos al menos dos objetos. Suponiendo que el organismo no pudiera verse a sí mismo nos queda uno, la fuente luminosa. ¿Es posible en esta situación que tal organismo vea color? La respuesta es que sí, pero en la medida en que la luz no se modificara sólo vería *un* único color. ¿Cuál es entonces el papel que juegan los objetos? En principio podemos notar que existen dos tipos de objetos: los que emiten luz y los que no lo hacen. ¿Qué es lo que hacen los objetos que no emiten luz para que los veamos coloreados? Ya vimos al principio que ellos por sí mismos no tienen color. En definitiva, lo que ellos hacen es modificar la cualidad de la luz que reciben. Esta luz modificada es la que llega a nuestras retinas y es interpretada por el cerebro, originando las sensaciones de color. El rol de los objetos, si bien es importante, no es, por así decirlo, primario como el rol de la luz y del observador. Es importante en función de producir diferencias en los estímulos luminosos.

Se puede definir entonces al color como un tipo de sensación visual producida por las radiaciones lumínicas, sensación que varía con la distribución espectral de la radiación recibida. La visión de los colores necesita por un lado de un estímulo físico — la radiación lumínica— que puede ser producida por el sol o por fuentes de luz artificiales, y por otro lado de un organismo que reciba dicha radiación transformándola en una percepción sensorial. Los objetos que nos rodean cumplen el papel de modificar la radiación lumínica a través de la absorción de una parte de ella (ciertas longitudes de onda del espectro) y reflejar o transmitir el resto produciendo diferentes distribuciones espectrales que son los estímulos para la variada y extensa gama de sensaciones diferentes de color.

Debemos considerar al color como un concepto psicofísico, como lo definiera la Optical Society of America a través de su Comité en Colorimetría (OSA 1953: 10-13), es decir, con una componente física, la energía radiante —sea que provenga directamente de las fuentes de luz o que venga modificada por los objetos no luminosos— y una componente psíquica, la sensación producida en un observador. Cualquier fenómeno donde falte alguna de estas dos componentes no puede ser considerado como color. Por un lado, el color no se da fuera del organismo que lo percibe. Así, podemos suponer un planeta deshabitado donde llega la luz del sol; en este caso hay radiación, pero al no haber ningún organismo que perciba esa radiación el fenómeno que llamamos color no existe. Por otro lado podemos suponer un ser humano completamente aislado en una habitación donde no entra la luz del sol ni hay luz

artificial; aquí existe entonces un organismo equipado con un sistema capaz de ver colores, pero al no haber radiación el color tampoco existe. Se excluye del concepto de sensación de color al hecho de recordar o soñar colores o de “ver” colores mediante alguna estimulación inusual del sistema visual, por ejemplo durante operaciones quirúrgicas.

La visión de los diferentes colores varía dependiendo principalmente de la longitud de onda predominante en la radiación recibida. Lo que se considera como luz o radiación lumínica constituye una pequeña fracción de las radiaciones electromagnéticas, solo aquella parte que es visible para el ser humano. La radiación percibida por nuestro sentido de la vista, lo que llamamos “luz”, se encuentra aproximadamente entre los 380 y los 780 nanómetros¹ de longitud de onda. Dentro de ese rango, diferentes porciones producen las sensaciones de diferentes colores (Figura 3.1).

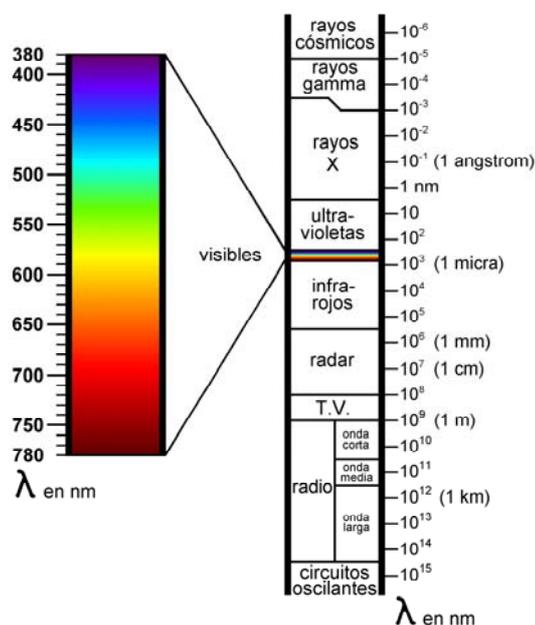


Figura 3.1. Espectro de las radiaciones visibles, ampliado a partir del espectro general de las radiaciones electromagnéticas.

La radiación incide sobre las superficies de los objetos y éstos tienen la propiedad de absorber diferentes porciones del espectro total. Lo que recibimos como sensación de color es la porción de radiación visible que estas superficies no absorben, lo que reflejan o transmiten. Es decir que el color percibido no es una propiedad intrínseca de los objetos, sino que depende de la radiación visible reflejada o transmitida por los mismos. Esta radiación reflejada o transmitida no siempre es constante para el mismo objeto; depende, entre otros factores, del tipo de luz con que está iluminado. Por ello, no debe verse a los objetos como poseyendo un color propio determinado. Así, el decir que la nieve es blanca o que los girasoles son amarillos es incorrecto. Si dichos objetos son vistos bajo la luz directa del sol, las sensaciones de color producidas serán, en efecto, blanco y amarillo respectivamente. Pero en ausencia de iluminación tanto la nieve como los girasoles, como cualquier otro objeto, producirán la sensación de negro. Si iluminamos con luz de color cian (azul verdoso) veremos la nieve cian y los girasoles verdes, mientras que con luz azul (azul violáceo) la nieve parecerá azul y los girasoles negros.

¹ El nanometro, que se abrevia *nm*, es una pequeñísima unidad del sistema métrico decimal que equivale a la millonésima parte del milímetro.

LA SÍNTESIS ADITIVA, LAS MEZCLAS SUSTRACTIVA Y PARTITIVA

Las nociones vigentes respecto de la visión del color se basan en la teoría tricromática, que tiene su origen en el siglo XIX con el físico inglés Thomas Young (1801, 1802) y es desarrollada posteriormente por el físico y fisiólogo alemán Hermann Ludwig von Helmholtz (1866 [1962: vol.II, 141-72]). Esta teoría afirma que nuestra retina está equipada con tres tipos de receptores sensibles a tres gamas de longitudes de onda: una en cada extremo del espectro, la radiación que produce la sensación azul y la radiación que produce la sensación de rojo, y una banda central del espectro que corresponde al verde.² Las diferentes sensaciones de color se dan por las distintas proporciones en que se mezclan estas tres radiaciones básicas o primarias.

Esto se comprueba haciendo lo que se denomina síntesis o mezcla aditiva, la mezcla de luces de color. Proyectando tres luces monocromáticas, una roja, una verde y una azul,³ y haciéndolas superponer parcialmente, vemos que allí donde se superponen el rojo y el azul aparece como mezcla luminosa un color que se denomina magenta, allí donde se superponen el rojo y el verde aparece el amarillo, y allí donde se superponen el verde y el azul aparece un color que se denomina cian. Esto sucede en la mezcla de pares. Ahora bien, en la combinación de las tres luces aparece el blanco como la sumatoria de las tres radiaciones básicas (Figura 3.2). Variando adecuadamente las intensidades de las tres luces puede producirse cualquier otro color. Esto se da únicamente cuando mezclamos luces de colores, no pigmentos. Así como con la interposición del prisma descomponíamos la luz blanca en sus componentes de diferentes longitudes de onda, en este caso se da el proceso inverso: partiendo de las luces monocromáticas se puede recomponer la luz blanca. El resultado de una mezcla de luces de color es siempre un color más claro que los colores de las luces componentes. Esto es así simplemente porque se suma radiación, y con ello intensidad luminosa.

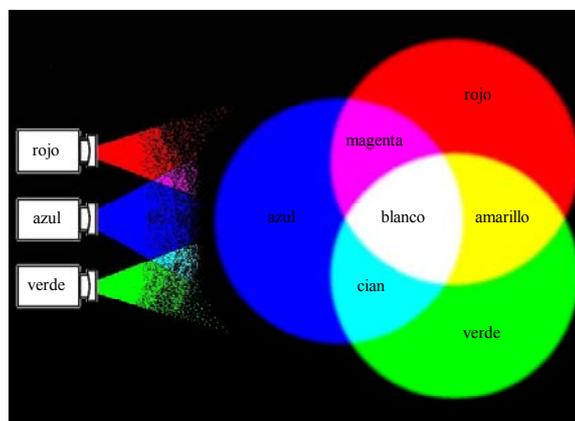


Figura 3.2. Síntesis aditiva de luces.

Ahora bien, cuando utilizamos pigmentos, tintas, filtros o cualquier técnica que implique una absorción de luz, entonces la mezcla que se produce se denomina mezcla

² La existencia de tres tipos de conos (los fotorreceptores especializados en detectar color) en la retina fue confirmada durante el siglo XX. No obstante, se comprobó también que más allá de la retina, la transmisión de información cromática hasta la corteza visual en el cerebro no se produce por tres canales que llevan directamente el impulso nervioso, sino de manera más compleja, en un proceso que implica canales de oponencias cromáticas.

³ En lugar de azul a veces suele decirse violeta; en realidad se trata de un azul violáceo.

sustractiva. Se puede ejemplificar esto partiendo de tres colores que se denominan primarios sustractivos, con cuya mezcla se obtienen otros colores. Estos tres primarios son el amarillo, el magenta y el cian, y su selección no es arbitraria, ya que se pueden producir con pigmentos de colores claros y muy saturados, lo cual es ventajoso para la mezcla sustractiva, que siempre produce un color más oscuro que los colores individuales que intervienen en la mezcla. ¿Por qué se llama a esto mezcla sustractiva? Porque en realidad lo que estos colorantes están haciendo es absorber una parte de la radiación visible y reflejar el resto. Justamente el color que vemos es la radiación reflejada. Si nos ubicamos frente a una hoja en blanco, la misma está reflejando por igual todas las longitudes de onda, de allí la sensación de blanco que percibimos. Al aplicar sobre ella un pigmento amarillo, éste absorbe (sustraer) la radiación azul; por lo tanto de todo el espectro percibimos las componentes roja y verde restantes, cuya mezcla óptica da el amarillo. Si pintamos con un pigmento cian estamos sustrayendo la componente roja del espectro; por lo tanto nos queda la verde y la azul, cuya mezcla óptica da justamente el cian que es la sensación que percibimos. Por último, cuando pintamos con magenta, lo que hacemos es absorber o sustraer la componente verde; por lo tanto solo serán reflejadas las componentes roja y azul que dan como mezcla óptica el magenta. Así actúan individualmente cada uno de los pigmentos primarios respecto de un fondo blanco. Ahora bien, cuando superponemos dos pigmentos estamos haciendo sustracciones dobles. Así en la superposición del magenta y cian, el magenta sustraer la componente verde y el cian sustraer la componente roja; por lo tanto la única que se refleja es la componente azul. Es por ello que la mezcla sustractiva de magenta y cian da azul. Así también, donde se superpone el magenta con el amarillo, el magenta sustraer verde y el amarillo sustraer azul; como consecuencia la única componente de radiación que queda es el rojo, que es lo que percibimos. Donde se superpone el cian con el amarillo, el cian sustraer rojo y el amarillo sustraer azul; por lo tanto sólo la componente verde es reflejada hacia nosotros. En el sector donde se superponen los tres colorantes la sustracción es completa; las componentes azul, roja y verde son absorbidas; no hay radiación reflejada hacia nosotros y por lo tanto percibimos el negro que es la ausencia de radiación visible (Figura 3.3).

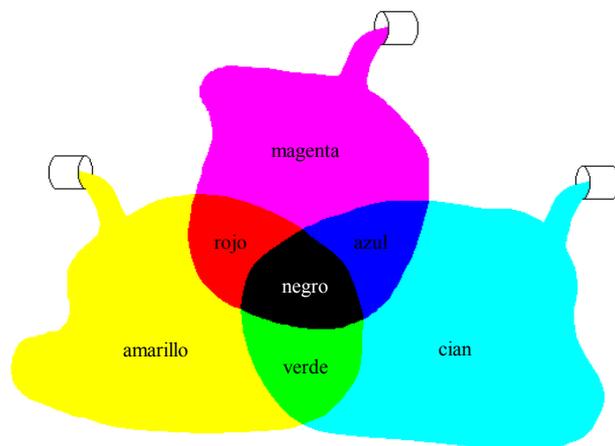


Figura 3.3. Mezcla sustractiva.

La Figura 3.4 muestra esquemáticamente cómo se da la visión de los colores según la teoría tricromática. La luz blanca, representada por todo el espectro y sus tres componentes principales —roja, verde y azul—, incide sobre las superficies. Éstas, según como estén pigmentadas, absorben (sustraen) alguna parte de la radiación incidente, reflejando el resto. El aparato visual, representado por una cabeza humana

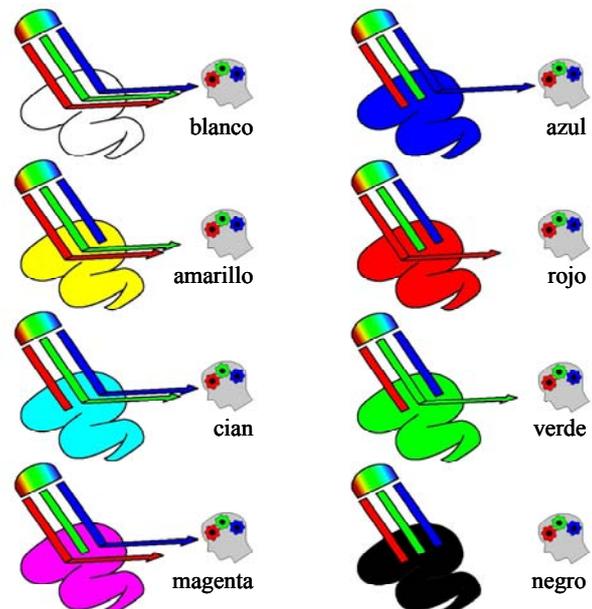
con un “sistema” de visión tricromática, recibe esa radiación reflejada y produce la síntesis aditiva. El resultado es la percepción de un color (identificado con un nombre).

Hay un tercer tipo de mezcla de color, que se suele llamar partitiva u óptica, que es una combinación parcial de la mezcla aditiva y la sustractiva. Se produce cuando intervienen pigmentos pero de manera tal que la mezcla no se produce propiamente en la materia coloreada (como cuando mezclamos pinturas o colorantes líquidos) sino en el ojo del observador, a partir de la luz reflejada por las superficies pigmentadas. En términos de claridad, el resultado de una mezcla partitiva es un promedio de las claridades de los colores que intervienen.

Conocer la diferencia entre la mezcla aditiva, sustractiva y partitiva, es decir entre el color-luz, el color-pigmento y la combinación de ambos, permite prever qué técnicas emplear según los efectos que se quiera lograr, sabiendo de antemano qué se va a obtener como consecuencia de la técnica o de la mezcla utilizada. Por ejemplo, la mezcla aditiva de una luz azul y una amarilla (que es rojo más verde) da como resultado el blanco. La mezcla sustractiva de un pigmento azul y uno amarillo da como resultado un color verde que es más oscuro que aquellos. Y la mezcla partitiva de una superficie azul y una amarilla da como resultado un color gris, promedio de las claridades de esas superficies.

Un ejemplo de aplicación de la mezcla aditiva lo tenemos en la televisión en colores. Si observamos la pantalla de un televisor desde muy corta distancia veremos que la imagen se compone de pequeños puntos luminosos que emiten luz roja, verde y azul. Cada color de cada zona de la imagen se forma por las distintas relaciones de intensidades entre estos tres puntos luminosos, que a distancia normal se funden en un color homogéneo. Es particularmente ejemplificador notar que en las zonas que percibimos blancas es justamente donde cada uno de los tres puntos está emitiendo luz monocromática en su máxima intensidad. Otro ejemplo clásico de mezcla aditiva es la que hacen los iluminadores de teatro con sus proyectores de luces de distinto color que se superponen parcial o totalmente en distintos sectores de la escena.

Figura 3.4. Visión de los colores a partir de las tres componentes básicas de la luz blanca, que son absorbidas o reflejadas por las superficies.



Podemos encontrar ejemplos de mezcla sustractiva en las técnicas de impresión en artes gráficas, en la fotografía, en la pintura, etc. Aparatos que imprimen o reproducen imágenes en color, tales como las fotocopiadoras láser y las impresoras a inyección de

tinta, se basan en este principio. Las diapositivas fotográficas contienen sustratos con emulsiones sensibles a la luz; la emulsión sensible a la luz azul produce una coloración amarilla, la sensible a la luz verde forma una coloración magenta, mientras que la sensible al rojo forma cian.

Las impresiones gráficas en color se realizan con tintas transparentes de tres colores: amarillo, magenta y cian. Estas tintas actúan a modo de filtros, sustrayendo radiación del fondo blanco. Toda la variedad de colores intermedios, inclusive el negro, se obtiene mediante tres tramas de puntos impresas con cada una de las tres tintas que se superponen entre sí, solapándose, ya de a dos, ya de a tres, y que interactúan con el fondo blanco. El color blanco se obtiene sencillamente dejando el papel sin imprimir; los distintos valores de claridad de cada tono se logran con la variación de la densidad de las tramas. Esta técnica es conocida como tricromía, aunque habitualmente, con el fin de lograr mayor detalle en las imágenes y colores negros más definidos, se utiliza una cuarta trama de puntos impresa directamente con tinta negra, con lo cual el procedimiento se transforma en una cuatricromía. En rigor, en este procedimiento están interviniendo los dos tipos de mezcla, la aditiva y la sustractiva, por lo cual algunos autores (por ejemplo Fabris y Germani 1972 [1973: 34-36]) llaman a esta técnica síntesis mixta. La mezcla sustractiva se da cuando las tintas transparentes se superponen al blanco o entre sí, pero cuando entre los puntos de la trama quedan intersticios se produce mezcla aditiva, ya que en el ojo se funden los estímulos de los puntos coloreados y de los intersticios blancos, dando como resultado un color más claro. Así, por ejemplo, un rosado tenue es el resultado de una trama magenta de poca densidad que interactúa con el fondo blanco.

En la técnica pictórica de la acuarela, el pigmento es diluido en agua, con lo cual la materia cubriente resulta ser una delgadísima capa transparente que actúa como un filtro, sustrayendo radiación del soporte blanco. Mediante la aplicación de capas sucesivas, el pintor logra los tonos más oscuros. En las técnicas que utilizan pigmentos opacos, como por ejemplo la pintura al óleo, la sustracción se produce directamente en la paleta del pintor cuando él mezcla los distintos pigmentos.

Un ejemplo de la mezcla partitiva es la técnica pictórica puntillista o divisionista, utilizada por Seurat y otros pintores. Los pigmentos no se mezclan previamente en la paleta del pintor sino que se aplican en pequeños puntos uno al lado del otro. A cierta distancia, el observador no percibe los puntos de color aislados sino la mezcla promedio de ellos. Otro caso es cuando se mezclan colores en discos giratorios (o en los clásicos molinillos de colores de los niños). La rapidez del giro impide ver los colores individualmente y el resultado es una mezcla óptica o partitiva.

TERMINOLOGÍA. ACEPCIONES DEL TÉRMINO “COLOR”

La palabra “color” suele utilizarse para aludir a cosas diferentes: (1) cuando extendemos una pintura sobre una superficie decimos que estamos pintando con un color, y así materiales como los pigmentos, las tinturas, etc. son designados con nombres de colores; (2) decimos también que las luces monocromáticas, como las que utilizan los iluminadores de teatro por ejemplo, y la luz que reflejan o transmiten los objetos son colores, y así la composición espectral de la luz o la reflectancia o transmitancia espectral de las sustancias también son designadas con nombres de colores; (3) asimismo decimos que lo que ven nuestros ojos son colores; (4) decimos, finalmente, que tenemos sueños en colores o que pensamos o recordamos colores. En el primer caso aplicamos el término “color” a un pigmento colorante, en el segundo caso a un aspecto

puramente físico como es un determinado tipo de energía radiante, en el tercer caso a una aprehensión de nuestro órgano de la vista, en el cuarto caso a un proceso puramente mental en el cual no interviene la retina.

Como vimos en la sección anterior, el color no está aisladamente en el objeto pigmentado, ni en la luz, ni en la retina, ni en la mente, sino que es una interacción entre todo ello. Si queremos expresarnos con propiedad, deberíamos reservar la palabra “color” para denominar al fenómeno psicofísico total y hablar de colorante, radiación lumínica, sensación o actividad mental cuando se quiere aludir a los factores aislados que por sí solos no son color.

Por otra parte, a veces se designa como colores solamente a los tonos cromáticos, excluyendo el blanco, el negro y los grises de esta categoría. Arthur Pope (1949: v, 4), adoptando este criterio, habla de tonos en general, a los que subdivide en cromáticos (o colores) y acromáticos (o neutros). Los tonos coloreados, o simplemente colores, son aquellos —según Pope— que pueden ser distinguidos unos de otros por sus diferencias de tinte, valor⁴ e intensidad,⁵ mientras que los neutros solo pueden ser distinguidos por diferencias de valor. Éste es un uso restringido del término “color”.

Nosotros, por el contrario, de acuerdo con la Optical Society of America (OSA 1953: 13-14), Ralph Evans (1974: 32), Wilhelm Ostwald (Jacobson, Granville y Foss 1948: 3) y otros autores, tomaremos la palabra “color” con un sentido amplio, es decir, considerando colores tanto a los cromáticos como a los acromáticos. Los colores cromáticos son aquellos en que está presente la variable de tinte, mientras que los neutros o acromáticos son aquellos en que esta variable está completamente ausente. Son colores el blanco, el negro y la escala de grises tanto como lo son el rojo, el verde, el amarillo, el azul y los otros tintes.

⁴ El valor se refiere a la luminosidad o claridad de un tono; los tres términos pueden usarse en general como sinónimos.

⁵ Pope llama intensidad a la variable que otros autores denominan saturación o cromaticidad; también estos tres términos pueden considerarse en general como sinónimos, aunque los dos últimos son preferibles.

CAPÍTULO 4

COLOR Y SEMIOTICA: DOS VERTIENTES QUE SE UNEN

INTRODUCCIÓN

Esta tesis plantea que la semiótica, como disciplina que está en la base de todos los sistemas cognitivos biológicos, humanos y no humanos, engloba y provee el marco epistemológico adecuado para todas las perspectivas desde las cuales puede abordarse el estudio de la luz y el color: la perspectiva física, fisiológica y psicológica. Si consideramos el color como signo, estamos incluyendo todos los aspectos, ya que un signo no es una cosa definida previamente, sino una consecuencia de varios factores y del contexto en que es tomado como tal. El color puede funcionar como signo para un fenómeno físico, para un mecanismo fisiológico o para una asociación psicológica.

Un *signo* sirve para representar o sustituir a *algo* que no está presente para algún sistema que sea capaz de *interpretar* tal sustitución. Como vimos, Peirce denomina *representamen* (o signo propiamente dicho), *objeto* e *interpretante* a cada una de las tres categorías intervinientes. El representamen es el signo sustituyente, el objeto la cosa sustituida y el interpretante la idea que transmite acerca de esa cosa.

Charles Morris (1938), utilizando esta concepción triádica del signo, pero introduciendo el factor del intérprete (a veces considerado como un cuarto factor, pero en general colapsado en la noción de interpretante, como el agente o ser viviente donde se produce el signo interpretante) ha planteado tres niveles o dimensiones de la semiosis: (1) la dimensión *sintáctica*, donde se consideran las relaciones de los signos entre sí; (2) la dimensión *semántica*, donde se consideran las relaciones de los signos con los objetos denotados; y (3) la dimensión *pragmática*, donde se consideran las relaciones de los signos con los intérpretes.

SINTÁCTICA DEL COLOR

En los estudios en el nivel sintáctico —donde se requiere la identificación de las unidades elementales, sus reglas de transformación y organización y sus leyes de combinación para formar unidades mayores con sentido “gramatical”— es donde la teoría del color alcanza sus mayores logros. Aquí podemos considerar los numerosos sistemas de ordenamiento de color desarrollados (que son algo más que “diccionarios” de colores), las variables para la identificación y definición de todos los colores posibles, las leyes de combinaciones e interacciones de los colores, las armonías en las agrupaciones cromáticas, y cada aspecto que hace posible hablar de una gramática del color.

Los sistemas de ordenamiento del color como diccionarios, pero poseen una organización que opera no solo en el plano de la expresión sino también en el plano del contenido. El ordenamiento de un diccionario conlleva una similaridad en el plano de la expresión entre los vocablos consecutivos, es decir, las palabras consecutivas son lexicográficamente y fonéticamente similares, pero sus significados pueden ser

completamente diferentes. En los sistemas de ordenamiento del color, los colores se disponen según sus similitudes de tinte, claridad y saturación, pero esta organización produce adicionalmente que los significados asociados con los colores también se relacionen. Entonces, mientras que los diccionarios lexicográficos están solamente organizados en el nivel sintáctico, los “diccionarios” de color, además de lo sintáctico, también conllevan un ordenamiento en lo semántico.

Uno podría pensar que esto se debe al hecho de que, mientras que las palabras actúan principalmente como símbolos, en los que la conexión entre la expresión escrita o hablada y el objeto representado es usualmente arbitraria y convencional, los colores actúan como íconos, existiendo una conexión entre ellos y los objetos que representan basada en alguna similitud. Por cierto, esto es así en algunos casos: por ejemplo, en cualquier sistema de ordenamiento del color, el amarillo, naranja y rojo están próximos entre sí a causa de un parecido en tinte, mientras que el azul, turquesa y verde están cercanos por la misma razón, encontrándose completamente separados del amarillo, naranja y rojo. El primer grupo de colores es asociado icónicamente con lo cálido, mientras que el segundo, con lo frío. Pero existen muchos otros casos en los cuales los colores operan como símbolos, siendo tan arbitrarios y convencionales como lo son las palabras, e incluso en estos casos sus posiciones en el sistema de orden de color y sus significados se relacionan.

Para el lenguaje verbal existen reglas gramaticales bien establecidas y, dado un enunciado verbal, uno puede decir si el mismo es gramaticalmente correcto o no. Normalmente se asume que una gramática de los lenguajes visuales en el mismo sentido es algo imposible. ¿Cómo podría alguien diferenciar entre “oraciones” visuales gramaticalmente válidas o inválidas? pregunta Saint-Martin (1987 [1990: 2]). No es muy difícil demostrar que esta clase de pregunta puede ser contestada afirmativamente una vez que se tienen los instrumentos teóricos apropiados para describir enunciados visuales. De hecho, cualquier persona acostumbrada a ver obras artísticas percibe intuitivamente, por ejemplo, que una cierta configuración o combinación de colores no pertenece al estilo de un cierto autor. Poseyendo las herramientas para explicar en qué clase de operaciones espaciales y cromáticas consiste un estilo, resulta fácil determinar si una configuración espacial o combinación de colores dada encaja dentro de las reglas de ese estilo o no. Para uno de los elementos de las representaciones visuales, el color, ya existen reglas gramaticales bastante desarrolladas. Las mismas suelen conocerse como armonías del color y podrían ser comparadas con las reglas que gobiernan la composición musical.

Para Wilhelm Ostwald, un notable teórico del color y Premio Nobel de química, solo pueden ser armoniosas aquellas combinaciones de colores que mantienen una relación simple, directa, entre sus atributos, siendo éstos —para él— el contenido de tinte, contenido de negro y contenido de blanco. Esta idea es claramente análoga al concepto tradicional de armonía musical, según el cual los acordes consonantes son aquellos donde la división entre las frecuencias de los sonidos da razones simples. En el *Color harmony manual*, Jacobson, Granville y Foss (1948) explican los doce principios de armonía según Ostwald, los cuales pueden dividirse en cuatro grupos: armonías de grises en intervalos equidistantes, armonías del mismo tinte, armonías de tintes diferentes con igual contenido de blanco y de negro, y combinaciones de los dos últimos principios.

Ya en 1921 había sido publicado *The grammar of color* de Munsell. Sus nueve principios de equilibrio del color pueden ser considerados como reglas gramaticales genuinas. La gramática es principalmente el producto de una serie de convenciones, y así resulta ser con respecto al color, dependiendo de criterios estéticos a los cuales

puede adherirse o no. Pero las reglas de combinaciones de color de Munsell, basadas en el principio de equilibrio alrededor del gris medio, tienen también una justificación fisiológica: ya a fines del siglo XIX, Ewald Hering (1878 [1964: 106-122]) había explicado que frente a un estímulo gris, el consumo y la restitución de la sustancia óptica conocida como púrpura visual o rodopsina se produce en cantidades iguales, de manera tal que la masa total de este agente permanece invariable y el ojo se encuentra en un perfecto estado de equilibrio fisiológico, lo cual no ocurre al mirar otros colores.

Johannes Itten (1961 [1970: 32-63]), a partir de su maestro Adolf Hölzel, describe siete principios de contraste del color como recurso fundamental de diseño. Ellos son: contraste de tinte, contraste claro-oscuro, contraste frío-cálido, contraste de complementarios, contraste simultáneo —ya estudiado por Michel Eugène Chevreul más de un siglo antes (1839)—, contraste de saturación y contraste de extensión.

El objetivo de cualquier gramática es establecer los límites entre expresiones correctas e incorrectas de un lenguaje, de manera tal que la comunicación sea posible evitándose enunciados carentes de sentido. Pero todo esto descansa en convenciones. ¿Sobre qué bases puede decirse que una composición de color es correcta o incorrecta? Permítaseme contestar con un ejemplo. En la mayoría de las pinturas de Rafael Sanzio uno encuentra un equilibrio entre las áreas ocupadas por los tres tintes principales: rojo, azul y amarillo, y es posible apuntar este hecho como un rasgo general de su estilo. Entonces, si encontramos una composición de color que no concuerda con esa regla podemos decir que en términos de la “gramática” de Rafael esa composición es incorrecta. Pero la gramática del color no es solo una cuestión de estética, es también importante en la vida diaria. Las combinaciones de color que no siguen las convenciones aceptadas fallan en la comunicación del mensaje. Si se aplicaran sin previo aviso otros colores que verde, amarillo y rojo en las luces de tránsito, ocurrirían infinidad de accidentes, ya que la gente no sabría cómo responder a las mismas. En una imagen con un propósito referencial, un cambio en las relaciones cromáticas debido a una iluminación diferente de la luz blanca podría tornar objetos familiares en cosas irreconocibles.

SEMÁNTICA DEL COLOR

En la dimensión de la semántica, donde los signos son considerados en su capacidad para representar o significar otras cosas, para transmitir información o conceptos que están más allá de los signos en sí mismos, también se han hecho varios trabajos en el campo del color. Una palabra clave para este aspecto es *sustitución*, es decir, el color es considerado como un signo que puede sustituir a otras cosas. Aquí se exploran las relaciones entre los colores y los objetos que ellos pueden representar, los códigos y asociaciones establecidos mediante colores, y las maneras en que los significados del color cambian según el contexto de aparición y en relación a factores humanos tales como cultura, edad, sexo, etc.

Anders Hård, Lars Sivik y Charles Taft, del Instituto del Color sueco y la Universidad de Gotenburgo, han investigado sobre los significados de las combinaciones de color. Su modelo descriptivo utiliza el Sistema Natural del Color como base. Estos estudios han literalmente hecho un mapeo del mundo del color con respecto a cómo las asociaciones con varias palabras varían sistemáticamente a lo largo del dominio cromático. Estos investigadores seleccionaron 130 palabras mediante un método de escalamiento diferencial semántico y los sujetos juzgaban las imágenes de color con respecto a cuán bien encajaba la palabra con la composición cromática en

cuestión. El propósito fue obtener una cantidad pequeña de variables que fuesen razonablemente representativas de todas las variables descriptivas del color (Sivik 1989: 131). Mediante estos métodos se estudió la estabilidad y variabilidad de las asociaciones del color a lo largo de distintas épocas y culturas.

Shigenobu Kobayashi y sus colaboradores (1993) han desarrollado un método para clasificar colores individuales o combinaciones de tres colores mediante imágenes asociadas a ellos. A través de este análisis, utilizando los ejes cálido/frío, suave/áspero y límpido/grisáceo como coordenadas, pueden mostrarse diferencias climáticas y culturales en la semántica del color.

En una sección posterior, al tratar de la función simbólica del color, tendremos oportunidad de mencionar algunos otros trabajos en el campo de la semántica del color.

PRAGMÁTICA DEL COLOR

También se han investigado algunos aspectos de la dimensión pragmática del color. En este caso se toman en cuenta las relaciones que existen entre los signos y sus intérpretes o usuarios. Entre los temas que pueden entrar en este nivel de investigación podemos considerar: las reglas por las cuales los colores son utilizados como signos, el funcionamiento del color en el ambiente natural y cultural, las maneras en que los organismos se valen del color para su supervivencia y la importancia que el mismo tiene en la obtención de alimento, los efectos fisiológicos y psicológicos del color y su contribución al bienestar humano, y la influencia del color en la conducta. A modo de ilustración, mencionaré solamente tres ejemplos de investigaciones realizadas en este campo específico.

Maurice Dérivé (1958) ha escrito un libro analizando el color en relación a las actividades humanas. En él describe, por ejemplo, de qué manera se utilizan los colores para incrementar la productividad de los trabajadores en las fábricas.

El libro de Jack Hailman (1977: 270-300) ofrece abundantes ejemplos de cómo actúa el color en la conducta animal. Podemos ver que en actividades tales como intimidación, apaciguamiento, atracción del sexo opuesto, elección de pareja, preparativos sexuales, copulación y cuidado de la progenie, los signos cromáticos son a menudo utilizados por los animales con el fin de obtener los beneficios deseados.

Pretorius y Molnar (1993) han estudiado el efecto del color en la comprensión lexicográfica. Un hallazgo curioso es que negro sobre blanco favorece la memorización de la información, mientras que verde sobre negro —los colores estándar en los antiguos monitores de computación— favorece la comprensión.

EL COLOR COMO SIGNO

Hemos asumido hasta aquí, sin ponerlo en duda, que los colores pueden funcionar como signos. Retomando la noción de signo, la pregunta sería: ¿es capaz un color de representar algo que está por fuera de sí mismo?; por así decir, ¿el rojo implica solo rojez o puede ser asociado con otros conceptos? No se necesita razonar demasiado para ver que los colores sí funcionan como signos y que mediante colores se pueden representar muchas cosas ajenas a ellos. Sin ir más lejos, a menudo recordamos algo y lo identificamos a través de un color. Cuando queremos referirnos a una prenda de vestir en particular, de la multiplicidad de signos que podríamos utilizar como sustituyentes (su material, su tipo de tejido, alguna característica de su forma, su textura,

etc.) generalmente tomamos el color como signo más saliente. Así, por ejemplo, en vez de hablar de “el pullover de lana”, o “el tejido al crochet”, o “el de cuello redondo”, o “el de trama cuadrículada”, solemos preferir decir “el pullover verde”. Aunque a veces se utilizan varios tipos de signos en conjunto, cada uno haciendo referencia a alguna particularidad, los signos cromáticos casi nunca están ausentes. Parecería que el color generalmente impresiona en la memoria de manera más vívida que otros tipos de signos.

Por otro lado, son muy conocidas las asociaciones que despiertan los colores, tal como la de relacionar el verde con la esperanza, el rojo con la pasión, el negro con la muerte, el amarillo con el odio, etc. Por supuesto que este tipo de asociaciones depende totalmente del contexto social y cultural, pero ello no invalida que los colores estén funcionando efectivamente como signos. Magariños de Morentín destaca la función semiótica del color:

El estudio del color, en cuanto portador de la función semiótica, se diferencia del estudio psicofísico o neurofisiológico, en que mientras estos últimos identifican y analizan el color por sus características mecánicamente medibles y dependientes de circunstancias físicas del sujeto y/o del ambiente, el enfoque semiótico considera al color como elemento objetivamente *apto para sustituir* a entidades de otro universo y para organizarse en conjuntos significativos. (1981: 61)

La sustitución más simple es la que hace que mediante el color podamos diferenciar los objetos; un fruto maduro se distingue del que no lo está por su color. El color es lo que configura nuestro mundo visual; los objetos que distinguimos por medio de la visión son diferenciados porque percibimos límites, y estos límites están constituídos únicamente por diferencias tonales. Cuando queremos representar una escena del mundo por medio del simple dibujo delineamos los perfiles de las cosas, pero esto es una construcción bastante artificial; en nuestra percepción directa del mundo no existen tales líneas, solo hay zonas de distintos colores, y es allí donde termina un color y comienza otro que percibimos un límite. El color cumple entonces una función altamente informativa, sin él seríamos prácticamente incapaces de movernos por el mundo con cierta seguridad, como les sucede a las personas ciegas.

El color es un signo capaz de indicar ciertas propiedades físicas, así como la composición química de los materiales. Los astrónomos pueden conocer de qué tipo de materia está constituido principalmente un planeta o una estrella distante —o la atmósfera que lo rodea— a través del análisis espectral de la luz que nos llega de ese astro. A veces, para un organismo, el color puede establecer la diferencia entre la vida y la muerte: el animal que es capaz de camuflarse, mimetizándose con su entorno por medio de adoptar el mismo color que aquello que lo rodea, no es visto por su predador. Esto no significa que el predador literalmente “no vea” a su posible presa —puede suceder que realmente pose su vista sobre ella—, pero no es capaz de diferenciarla del entorno sino que la ve como parte y prolongación del mismo. Magariños (1981: 93-94) relaciona esto con la idea de que en un primer momento del desarrollo evolutivo, el objeto y su color eran una sola cosa desde el punto de vista cognitivo; fue el hombre quien, paralelamente a su descubrimiento del lenguaje, también “*descubrió el color separándolo de la cosa.*”

Quizá la sangre y las arcillas hayan sido los primeros colores; esto quiere decir que, cuando importaban como color, dejaban de importar como sangre o como arcilla. El hombre había conseguido tener, por una parte, las cosas y, por otra, los

colores de las cosas; había logrado duplicar el universo (como también lo duplicó con las palabras ...). (Magariños 1981: 94)

Es, entonces, al separarse de la cosa que el color se constituye como signo.

Además de la importante función informativa que cumple el color en la naturaleza en general, también está la función estética que tiene en la sociedad humana, donde es utilizado como un elemento para la composición formal y la creación de armonía visual en el entorno habitable.

El color es también un instrumento del marketing, y puede ser utilizado como un signo para representar valores deseables de los productos para un determinado grupo de consumo (valores que pueden ser prestigio, durabilidad, utilidad u otros). Las modas con respecto al color en la vestimenta, los bienes y los productos de consumo, responden a transformaciones colectivas, sean naturales o inducidas, de los valores que representan los colores.¹

En suma, todo lo que es capaz de representar otra cosa, dijimos, es un signo. Ahora bien, ¿qué clases de signos pueden ser los colores? ¿Funcionan siempre de la misma manera o pueden involucrarse en modalidades diferentes de semiosis? Para analizar esta pregunta deberíamos ver en primer lugar qué tipos de signos pueden considerarse en general, es decir, cómo suelen clasificarse los signos.

Existen varios tipos de clasificaciones de los signos según los criterios que se adopten para hacerlas. Un criterio puede consistir en clasificarlos según el canal físico por el cual el signo es transmitido desde la fuente y/o el canal sensorial por el cual llega al destino. En el primer caso podemos tener signos acústicos, térmicos, lumínicos, etc.; en el segundo caso, signos auditivos táctiles, olfativos, gustativos y visuales. Vemos claramente que, dentro de esta clasificación, el color se encuentra dentro de los signos lumínicos y visuales.

Otro tipo de clasificación puede atender a las relaciones entre los signos y los objetos a que ellos se refieren. Aquí estamos, como vimos, dentro de la dimensión semántica de la semiosis, y podemos tener las clases de signos conocidas como ícono, índice y símbolo. Un *ícono* es un signo que se refiere a su objeto en función de alguna similitud con el mismo; un *índice* es un signo que se refiere a su objeto en función de estar necesariamente ligado a él, de una contigüidad o una relación física con el mismo; un *símbolo* es un signo que se refiere a su objeto en virtud de alguna convención establecida. Entonces, el ícono implica la noción de similitud o semejanza, el índice la de contigüidad y el símbolo la de convencionalidad. ¿Pueden los colores funcionar como íconos, índices y símbolos? Analicemos cada uno de estos casos.

¹ Leonhard Oberascher (1993: 139) señala que, según observaciones y estudios de preferencias de color realizados durante un período de 20 años en una zona de Alemania, se ha podido detectar un patrón cíclico en los cambios de los colores de moda. Es obvia la utilidad que esto tiene para los fabricantes que desean poder anticipar las futuras tendencias. Según este estudio, un ciclo de color comienza con colores altamente cromáticos (fase cromática), seguidos luego por colores más oscuros (fase oscura), una transición a colores amarronados (fase marrón) que luego se vuelven más claros tendiendo hacia los beige y los colores pastel (fase clara). Los colores claros se hacen más desaturados hasta que llegan a dominar el blanco y los grises (fase acromática). Luego de un tiempo, los colores acromáticos son combinados con colores altamente cromáticos (fase acromática-cromática) y con tonalidades púrpuras (fase púrpura). Finalmente, los colores acromáticos desaparecen y quedan los colores cromáticos, comenzándose un nuevo ciclo.

ICONICIDAD EN EL COLOR

Cuando la asignación de significados a los colores se hace por medio de asociaciones psicológicas, las relaciones suelen basarse en similitudes, tal como la asociación de los colores naranjas, rojos y amarillos con el fuego, el sol y el calor. Es por este tipo de asociaciones, y no debido a que los colores arrojen diferencias de temperatura,² que tales tonos son tipificados como colores cálidos, mientras que los azules y verdes azulados como colores fríos. En estos casos tenemos que el color funciona como signo icónico.

Déribéré (1958 [1964: 134-136]) nos informa de situaciones y experimentos que demuestran que las sensaciones de frío o calor derivadas de encontrarse en entornos azulados o rojizos respectivamente (sensaciones que los individuos experimentan como reales), se producen fuera de todo cambio térmico real, tanto en la temperatura del ambiente como en la temperatura corporal de los individuos. Se trata por tanto de un efecto puramente psicológico producido por una asociación.

Peirce (1860-1908: 1.313) menciona el ejemplo de un ciego que pensaba que el color escarlata —del cual supuestamente habría recibido una descripción verbal— debía ser algo similar al sonido de una trompeta. Este ejemplo muestra específicamente cómo un sonido puede funcionar como signo, representando un color por medio de una asociación icónica; pero el caso podría darse también a la inversa: si un sordo que no conoce el sonido de la trompeta recibe una descripción verbal del mismo y cuando ve un color escarlata lo asocia con aquel, tenemos entonces que el color escarlata es un ícono del sonido de la trompeta. La relación entre color y sonido es en general una asociación de tipo icónica, ya que se basa en paralelismos perceptuales entre ambos fenómenos. Del mismo tipo es la asociación entre el color y la cualidad de las vocales del lenguaje (véase Yilmaz 1967: 817).

Las sistemas de ordenamiento del color con una disposición que responde adecuadamente a la variación de valor o claridad, tal como el sólido de Pope (1949: 13), si son divididos por un plano horizontal que pase por el punto medio de su altura, dejan a los colores oscuros —que son asociados con la sensación de pesadez— en el sector inferior y a los colores claros —asociados con la sensación de liviandad— en el sector superior. Estas asociaciones pueden considerarse icónicas ya que se dan a través de la homología perceptual por medio de la cual un color oscuro da la impresión de ser más denso, y por lo tanto más pesado, mientras que un color claro da la impresión de ser más disipado, y por lo tanto más liviano, como si el color oscuro tuviese mayor concentración de materia que el color claro —teniendo en cuenta que esto funciona pues el correlato físico se hace en términos de igualdad de volumen y material.

² Lo que se conoce como “temperatura del color” no tiene que ver con medición de radiación calórica en los colores, sino con una analogía que se utiliza para describir la cromaticidad de una fuente luminosa. La temperatura de color de una fuente de luz es la temperatura a la cual un cuerpo negro —o en términos más precisos un radiador total— emitiría radiación en la región visible de la misma cromaticidad que la radiación de la fuente de luz. La temperatura del color se mide en unidades Kelvin y así, por ejemplo, la luz solar corresponde aproximadamente a una temperatura del color de 6000 K, lo cual significa que un radiador total cuya temperatura se elevara a 6000 grados emitiría luz del mismo color que la luz solar. Sobre este tema véase, por ejemplo, Evans (1948: 22-24) y Optical Society of America (1953: 194-195). Como el mismo Evans refiere, es una experiencia familiar que si un trozo de metal es calentado lo suficiente, en un determinado momento se pondrá rojo; a medida que se aumente la temperatura irá pasando al naranja, amarillo y blanco, y teóricamente a temperaturas aún más altas emitiría luz azul. Como vemos, esto incluso resulta inverso a la asociación —puramente psicológica— de que el azul es más “frío” que el rojo.

En este sentido, Déribéré (1958 [1964: 137]) describe situaciones registradas en fábricas donde los obreros que debían manipular diariamente elementos pesados pintados en colores oscuros se quejaban de dolores renales, y relata cómo los problemas se solucionaron y el trabajo pareció más aliviado cuando los mismos elementos fueron pintados con colores claros.

INDICIALIDAD EN EL COLOR

Es sabido que el color no está en la materia física ni en la radiación lumínica; es una *imagen* (ahora podemos decir un *signo*) producida en la mente de un organismo equipado con un sistema sensorial (la visión) que reacciona a determinada porción de esa radiación. Esta imagen o signo es la reproducción que el sistema visual hace de la radiación proveniente de las fuentes de luz o de los objetos que reflejan o transmiten esa radiación. Esta es la función de signo más primaria que cumple el color, es decir aquella por la que se constituye en un sustituto de la radiación física para llevar al cerebro información útil acerca del mundo externo. Y se trata de un signo indicial. ¿Por qué decimos esto? Porque es evidente que entre la imagen sensorial (el signo color) y el fenómeno físico (la radiación) no existe ningún tipo de similitud ni homología, solamente una conexión física, construida a través de millones de años durante el proceso evolutivo de los sistemas de visión (Kuehni 1991), que hace que, por ejemplo, el sistema visual humano reaccione a una radiación de alrededor de 700 nanómetros de longitud de onda generando como signo sustitutivo el color rojo.

Un índice es un tipo de signo que funciona debido a que entre él y lo que representa existe una conexión real, física, concreta, que tiene lugar en determinado tiempo y espacio. Por eso es que la característica de los índices es la contigüidad entre el signo y el objeto. Una veleta que nos permite saber la dirección en que sopla el viento es un índice, pues la posición en que se encuentra ha sido causada directamente por aquello que está representando, es decir, la dirección del viento. De la misma manera, el hecho de que el color amarillento en la piel de una persona sea tomado como un signo de enfermedad es establecido por una conexión indicial, ya que es la enfermedad la que ha provocado esa pigmentación en la piel.

Naturalmente que esto tiene sus sutilezas, pues alguien puede pintarse la cara de amarillo para fingir una enfermedad que no tiene; en este caso la conexión indicial no existe, pero el receptor (la persona engañada por el ardid) piensa que sí. El emisor está utilizando el color como un ícono, para *parecer* un enfermo, mientras que el receptor lo interpreta como un índice; la mentira se da porque él cree que la enfermedad *existe* realmente. El color ha sido utilizado desde siempre con la finalidad de ocultar, fingir o engañar; piénsese sino en el camuflaje y el maquillaje, donde generalmente el rol principal lo juega el color; véase, por ejemplo, Luckiesh (1922 [1965: 210-247]).

La indicialidad se hace también presente cuando el signo está en una relación de parte por el todo con su objeto (Sebeok 1991: 132). En este sentido, podemos mencionar el uso de muestras de color en transacciones comerciales y especificaciones en la industria, donde un pequeño trozo de material coloreado está para indicar la terminación deseada o la apariencia del producto entero.

Magariños subclasifica los signos indiciales en tres tipos: señales, indicios y síntomas.³ La *señal* es un signo que antecede a su objeto; por ejemplo, cuando un peatón ve la imagen roja del hombrecillo en el semáforo, sabe que inmediatamente se

³ Esta clasificación ha sido tomada de una clase teórica dictada por Magariños.

pondrán en movimiento los autos que estaban detenidos; el color gris plomizo en el cielo es señal de que va a llover. El *indicio* es un signo que sucede a su objeto y permanece con posterioridad al evento que lo causó; por ejemplo, luego de que un líquido se derramara sobre una tela, la mancha de color oscuro que queda es un indicio de lo que ocurrió. El *síntoma* es un signo que ocurre simultáneamente con el evento que constituye su objeto; el color rojo en las mejillas es signo de turbación, vergüenza o sofocación; cuando la causa cesa el síntoma cesa, al desaparecer la turbación el rostro vuelve a su color habitual. El conductor de un vehículo se guía por *señales* de tránsito que le anticipan situaciones; el investigador policial se guía por *indicios* para conjeturar situaciones que ocurrieron, y esos signos, si perduran en el tiempo, pueden ser utilizados en un juicio como elementos probatorios; el médico se guía por *síntomas* para diagnosticar una enfermedad que está afectando a un paciente. En todos estos tipos de signos indiciales, el color suele tener un papel primordial.

SIMBOLICIDAD EN EL COLOR

Un símbolo es un signo que tiene una relación especial con los objetos que denota. Esta relación es descrita por Sebeok (1976: 134):

Un signo que no tiene similaridad ni contigüidad, sino solo una conexión convencional entre su significante y sus denotata, y que posee una clase intensional para su designatum, es llamado un símbolo. (mi traducción)

La condición de formar una clase intensional, es decir la clase definida por el hecho de que sus miembros poseen la propiedad connotada por el término, es importante para distinguir claramente entre un símbolo y un nombre. El nombre, siendo también convencional, tiene una clase extensional para su designatum (Sebeok 1976: 138), siendo clase extensional aquella definida por medio de listar los nombres de los miembros o señalando a cada miembro en forma sucesiva (Reichenbach, citado por Sebeok 1976: 138). En resumen, el símbolo define universales mientras que el nombre se refiere a particulares.

Los significados son a menudo asignados a los colores independientemente del objeto sobre el cual el color es visto. Por ejemplo, las asociaciones *verde* = seguridad, avanzar, *amarillo* = precaución, extremar los cuidados, *rojo* = peligro, detenerse, son aplicadas en varias situaciones más allá de los semáforos y las señales de tránsito. En el contexto de los partidos de fútbol, una tarjeta amarilla mostrada a un jugador significa una admonición (advertencia, sea cuidadoso) mientras que una roja significa “detenga el juego, usted está expulsado”. En la arquitectura industrial estos significados son también observados y hay un código establecido para los colores de seguridad (Dérivé 1958 [1964: 213]): verde = seguridad (asociado con la forma rectángulo o cruz en los puestos de socorro), amarillo = peligro posible, precaución (asociado con la forma triángulo), rojo = ¡alto!, prohibición, peligro inminente (asociado con la forma círculo), material contra incendio (con la forma del material).

Mientras que algunos de estos ejemplos —tal como los colores en la señalización de tránsito— pueden ser considerados como pertenecientes al tipo de signo técnicamente definido como señal, es decir un signo singular que desencadena alguna reacción por parte del receptor (Sebeok 1976: 121), debemos recordar que los signos no pertenecen definitivamente a una u otra clase sino que varían de acuerdo al contexto en que

aparecen. Así, el signo *verde* puede ser una señal en un contexto pero un símbolo en otro. Como recalca Sebeok (1976: 122),

uno debe constantemente tratar con *aspectos* de signos: reiterando, una orden verbal es muy probable que tenga ambas cosas, un aspecto-símbolo y un aspecto-señal, y el signo en cuestión oscilará entre ambos polos de acuerdo con el contexto de su enunciación. (mi traducción)

Un caso interesante de arbitrariedad y convencionalidad, características de los símbolos, en los significados de los colores es el caso del blanco y el negro asociados con el nacimiento y la muerte. En la cultura occidental los pares son: *blanco* = nacimiento, bautismo, *negro* = muerte. Pero, como nota Rudolf Arnheim (1957 [1987: 299]), el blanco tiene un significado doble y opuesto: la pureza y la inocencia del comienzo de la vida por un lado y la vaciedad de la muerte por el otro. Ausencia de tinte significa ausencia de vida; en las culturas orientales el blanco definitivamente significa muerte.

John Hutchings (1989, 1993) ha venido haciendo una encuesta internacional para estudiar los simbolismos del color en las diferentes culturas y tradiciones, indagando principalmente sobre los usos del color en las vestimentas, las decoraciones y las comidas en ceremonias de casamiento, durante el luto y en otras ceremonias familiares, religiosas o públicas. Como curiosidad, podemos citar que, así como en occidente y en algunos países de oriente como Japón el color de la vestimenta de las novias es el blanco, las novias hindúes y las de la tribu Han en China usan el rojo, las de la tribu Dong en China usan el negro y las novias chinas que viven en Singapur usan el rojo o rosa con el dorado.

El color púrpura ilustra el caso de un índice transformado en un símbolo. En el pasado, cuando el púrpura era muy costoso y difícil de obtener, fue usado como el color de la realeza. Hoy en día esta conexión indicial ha desaparecido, pero el púrpura aún conlleva significados de magnificencia, pompa, dignidad, nobleza y rango elevado; los cardenales de la Iglesia todavía usan este color. La regla general que se verifica es que el repertorio de símbolos en una cultura crece a expensas de otros tipos de signos, por ejemplo de signos icónicos y signos indiciales (Peirce 1860-1908: 2.302, véase también Short 1988). Es decir, un signo que en determinado contexto comienza siendo tenido en cuenta como un ícono porque existe alguna relación de similitud entre el mismo y lo que representa, o como un índice porque existe alguna conexión física real entre él y lo que representa, con el tiempo y con el uso reiterado se transforma en símbolo, pues la costumbre hace que se conserve la relación en forma arbitraria, independientemente de la conexión original.

Si atendemos a la ubicación de los colores en el círculo cromático y comparamos la posición relativa de los tintes con los significados asociados a cada uno de ellos, nos daremos cuenta de que conceptos opuestos coinciden con tintes opuestos. Esto se verifica para el azul como símbolo de fidelidad y decencia, opuesto al amarillo como símbolo de traición e indecencia; también para el rojo = peligro, detenerse, opuesto al verde = seguridad, avanzar. Esto es válido no solo con conceptos asociados por relaciones simbólicas con los colores, sino también con conexiones icónicas e indiciales.

El color como elemento simbólico suele formar parte, junto con otros aspectos como la forma y la textura, de símbolos visuales más complejos, por ejemplo banderas, alegorías, emblemas, escudos de armas, marcas comerciales, logotipos, isotipos. Los códigos sobre los que se construyen estos símbolos, por así decir más sofisticados, obedecen por lo general a los códigos de los elementos visuales que los componen (Caivano 1990a).

LA TEORÍA DEL COLOR COMO CONTRIBUCIÓN A LA SEMIÓTICA VISUAL Y LA SEMIÓTICA COMO PARADIGMA PARA EL ESTUDIO DEL COLOR

¿Cuáles son los beneficios de poner juntos color y semiótica? Por cierto, las contribuciones van en las dos direcciones: de la teoría del color a la semiótica visual y de la semiótica general al estudio del color.

La teoría del color, tal como ha evolucionado a partir del trabajo de innumerables teóricos, puede exhibir, si uno la enfrenta desde un punto de vista semiótico, todos los rasgos que se requieren para la construcción de un sistema semiótico sumamente elaborado. Tal desarrollo teórico ofrece justamente un modelo para la elaboración de una semiótica visual, un paradigma que resulta más apropiado que los modelos usualmente importados de la lingüística tratando de aplicar o transponer directamente las concepciones de la semiótica verbal. Estos intentos de tratar de encorsetar los signos visuales dentro de los modelos construidos para el análisis de los signos verbales han sido bastante criticados en los últimos tiempos. Fernande Saint-Martin (1987 [1990: x-xi, 1-5]) brinda un buen panorama al respecto.

Por el otro lado, la perspectiva semiótica provee el mejor y más completo marco epistemológico para el estudio del color ya que, para los organismos vivos, el aspecto importante es que el color funciona como un sistema de signos; y la semiótica del color —que puede ser establecida como un campo sumamente sofisticado por derecho propio debido a los ya maduros desarrollos de la teoría del color— puede considerarse como un excelente paradigma (especialmente en lo que respecta a sus rasgos sintácticos) para el estudio de los otros sistemas de signos visuales. Elda Cerrato (1996), analizando los instrumentos teóricos que facilitan la indagación sobre el color, señala también que la estrategia semiótica puede justificarse con cierta precisión. No obstante, ella limita el alcance de la semiótica a “los objetos culturales, resultantes de la práctica de los hombres” (Cerrato 1996: 14), mientras que desde nuestro punto de vista consideramos que se extiende, como mínimo, a las prácticas de todos los organismos biológicos.

CAPÍTULO 5

SISTEMAS DE ORDENAMIENTO DEL COLOR: RELACIONES PARADIGMÁTICAS

QUÉ ES UN SISTEMA DE ORDENAMIENTO DEL COLOR. REFERENCIA HISTÓRICA

Los signos visuales que denominamos colores se nos presentan en nuestra vida común con una variedad, riqueza y complejidad extraordinarias, ya sea en forma simultánea como cuando detenemos nuestra mirada en algo estático, por ejemplo un cuadro, o en una sucesión cambiante como cuando los objetos pasan delante de nuestra vista o cuando posamos sucesivamente la mirada en porciones diferentes de nuestro entorno. A diario nos enfrentamos con una enorme cantidad de colores diferentes.

Desde hace muchísimos años ha existido el deseo de ordenar siguiendo alguna lógica el vasto conjunto de colores que somos capaces de distinguir. Los intentos de organización del color se remontan a la antigüedad y se dan a lo largo de toda la historia humana. Entre quienes se han interesado por los aspectos teóricos, y en ciertos casos han propuesto algún sistema de ordenamiento del color, encontramos personajes como Aristóteles (i.384-322 a.C.), Alberti (1435), Leonardo da Vinci (i.1490-1516), Newton (1704) y Goethe (1808-1810). Ya en el siglo XX, otros científicos y estudiosos como Wilhelm Ostwald (1917), Albert Munsell (1905, 1921), Arthur Pope (1929, 1949), Cándido Villalobos-Domínguez y Julio Villalobos (1947), Frans Gerritsen (1975), Harald Küppers (1978), Antal Nemcsics (1980), por solo mencionar algunos, se han destacado por haber formulado y construido sistemas de ordenamiento del color. Este objetivo ha sido perseguido también por organizaciones como la Commission Internationale de l'Éclairage, la Optical Society of America, la Swedish Standard Institution y otras.

Un sistema de ordenamiento del color intenta por lo general incluir todos los colores, al menos en forma teórica, en un modelo topológico, previendo una posición específica para cada color y proponiendo alguna lógica que determine la organización total. Estos modelos han adoptado, según los distintos autores, las más variadas formas: escalas lineales, círculos cromáticos, triángulos de color, sólidos de color. Dentro de este último tipo se han ofrecido diferentes soluciones: conos, pirámides, dobles conos, dobles pirámides, esferas y cuerpos más o menos irregulares.

La lógica organizativa suele darse a través de variables o parámetros de análisis del color. Así, por ejemplo, la longitud de onda de la radiación luminosa determina una escala lineal de colores espectrales que va desde el rojo, pasando por el naranja, amarillo, verde y azul, hasta el violeta. En los círculos cromáticos suele tomarse este ordenamiento uniendo los extremos violeta y rojo con el agregado del púrpura, que no aparece en el espectro, y formando una escala circular de tintes. Otras variables que suelen utilizarse para completar la definición específica de un color y para posibilitar el ordenamiento de las sensaciones de color en modelos tridimensionales son la cromaticidad o saturación y la luminosidad, claridad o valor de los colores. Paul Green-Armytage (1989a) presenta esquemáticamente las tres dimensiones del color, comparando las formas que adopta la primera —el tinte o circuito cromático— en

varios sistemas de ordenamiento del color y analizando luego, también en varios sistemas, las interrelaciones entre la segunda y la tercera dimensión.

En la mayoría de los sistemas existen ciertos puntos clave donde se ubican los colores que se consideran primarios o principales, en relación a otros considerados como secundarios, derivados o intermedios. Este tema de cuáles son los colores primarios y cuáles los secundarios suele prestarse a muchas confusiones. En realidad no existe un criterio único para definirlos; ello depende de con qué filosofía está construido cada sistema en particular, qué aspecto del color describe y organiza o en qué basa sus combinaciones —color-luz o color-pigmento, síntesis aditiva o mezcla sustractiva, estímulo o sensación de color— y a qué usos está destinado. Así, por ejemplo, para un sistema que organice el fenómeno del color desde el punto de vista del estímulo luminoso los primarios estarán dados por luces monocromáticas roja, verde y azul, y si uno le pregunta a un colorimetrista, a un iluminador o a un técnico en televisión, la respuesta será que esos son los colores primarios. Para los pintores, acostumbrados a trabajar con pigmentos y mediante mezclas sustractivas, los primarios han sido tradicionalmente el amarillo, el rojo y el azul, mientras que los secundarios, obtenidos por mezcla de dos primarios, el naranja, el verde y el violeta. Para un sistema cuya utilidad esté dirigida a la industria gráfica los primarios serán el amarillo, el magenta y el cian. Para los sistemas que consideran al color como sensación psicológica, los primarios estarán dados por las nociones primigenias acerca del color que se encuentran en la base de casi todas las culturas, y entonces serán el rojo y el verde, el amarillo y el azul, el blanco y el negro, organizados generalmente de a pares en polos de oposición.

ORGANIZACIONES LINEALES Y ESQUEMAS BIDIMENSIONALES

Las organizaciones de colores más antiguas suelen ser simplemente listados de nombres de color o escalas lineales —generalmente expresadas en forma verbal, sin representaciones gráficas que nos permitan inferir otro tipo de relaciones— o a lo sumo esquemas bidimensionales en forma de triángulos o círculos de color. Entre los primeros podemos mencionar los cinco colores de la filosofía china antigua (azul, rojo, amarillo, blanco y negro), relacionados con los cinco elementos (madera, fuego, tierra, metal y agua) y con las cinco localizaciones metafísicas (este, sur, centro, oeste y norte), según la reseña de Dong y Jin (1989), y la escala de Aristóteles, con blanco y negro en las puntas y una serie de colores cromáticos intermedios ordenados linealmente entre esos extremos de luz y oscuridad (Aristóteles i.384-322 a.C.: par. 442a). Un ordenamiento verbal de los colores, que según algunos autores podría ser reconstruido como un círculo o un cuadrado cromático, e incluso como un doble cono, una doble pirámide o una esfera (Parkhurst y Feller 1982: 226-227), se encuentra en el tratado del arquitecto italiano Leon Battista Alberti *Sobre la pintura* (Alberti 1435 [1956: 49-50]).

El esquema de Leonardo da Vinci

Una buena parte del *Tratado de la pintura* de Leonardo da Vinci, recopilado después de su muerte a partir de sus apuntes manuscritos, está dedicada a las reflexiones acerca del color. Generalmente considera los aspectos perceptuales y la apariencia del color en las distintas situaciones —luz y sombra, cercanía o lejanía del observador respecto de los objetos, variación en la densidad del aire, en la posición de los objetos, etc.— en relación al trabajo del pintor, pero también establece algunos criterios básicos de

clasificación, ordenamiento y combinación de colores (i.1490-1516 [1943: par. 209, 250, 251, 254]).

Leonardo reconoce seis colores simples: blanco, amarillo, verde, azul, rojo y negro, aclarando que “si bien algunos filósofos no aceptan ni el blanco ni el negro entre el número de los colores, puesto que uno es causa de los colores y el otro ausencia de ellos”, él los incluye por considerar que en la pintura son sumamente importantes. Por colores simples entiende aquellos que pueden obtenerse sin mezcla, refiriéndose a lo que hoy conocemos como mezcla sustractiva, que es la manera en que se trabaja en pintura. Probablemente Leonardo se basara en los pigmentos que había disponibles en su época para hacer esta distinción, con cuyo criterio a veces incurre en contradicciones pues, en otros pasajes, también dice que el verde no es color simple ya que puede obtenerse por mezcla de amarillo y azul, lo cual es cierto desde el punto de vista de las leyes de mezcla sustractiva.

Para el ordenamiento de los colores propone un esquema sencillo basado en las oposiciones negro-blanco, azul-amarillo y verde-rojo. Si bien Leonardo no llega a plantear un verdadero sistema de ordenamiento del color tal como lo entendemos actualmente, en el sentido de poner en relación todos los colores en un modelo tridimensional, ya veremos como su criterio es básicamente el mismo con el cual se organiza uno de los sistemas de ordenamiento del color modernos, el Sistema Natural del Color (NCS).

Otros esquemas: Aguilonius, Kircher

El jesuita belga Franciscus Aguilonius publicó en 1613 su *Opticorum libri sex* en Amberes, y el jesuita alemán Athanasius Kircher publicó en Roma su *Ars magna lucis et umbrae* en 1646. Ambos textos incluyen diagramas de ordenamiento y mezclas de colores que son los primeros gráficos de relaciones cromáticas que se conocen. Los esquemas de Aguilonius y Kircher (Figuras 5.1 y 5.2) se derivan de la escala de colores aristotélica, pero tienen el interés de que concretamente grafican las relaciones de color. La sucesión lineal entre el blanco y el negro —blanco, amarillo, rojo, azul, negro— se complementa con una serie de arcos que indican los colores resultantes de las mezclas de aquellos.

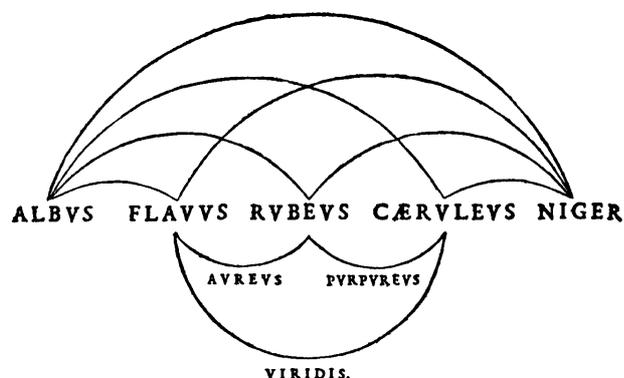
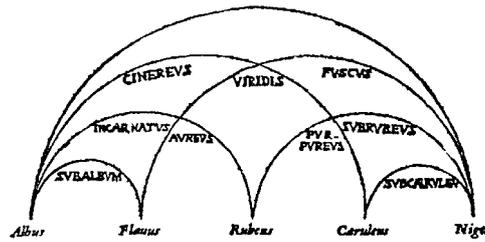


Figura 5.1. Esquema de color de Aguilonius, de 1613.

Figura 5.2. Athanasius Kircher y su esquema de color de 1646.



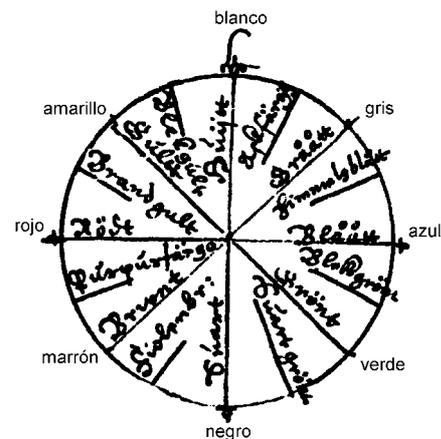
Los primeros círculos cromáticos: Forsius y Fludd

Si bien algunos estudiosos actuales han reconstruido ordenamientos verbales del color como el de Alberti en forma de esquemas bidimensionales o circulares, es recién durante la primera mitad del siglo XVII que aparecen los primeros ordenamientos cromáticos graficados expresamente en forma circular.

Aron Sigfrid Forsius nació en Finlandia y ejerció funciones como clérigo, cartógrafo y astrónomo en Suecia. En un manuscrito suyo (Forsius 1611) aparece el primer dibujo conocido de un círculo cromático (y de hecho el primer dibujo conocido de cualquier esquema cromático, ya que antecede en dos años al dibujo de Aguilonius). El manuscrito de Forsius estuvo depositado durante más de tres siglos en la Biblioteca Real de Estocolmo, hasta que recién en 1952 se publicó una versión impresa en el anuario de la Universidad de Uppsala. Alrededor de 1965, Anders Hård fue advertido de que existía cierto texto antiguo sobre el color, y es así como “redescubrió” a Forsius (Hård 2005).

El círculo de Forsius presenta la siguiente secuencia: blanco, amarillo, rojo, marrón, negro, verde, azul y gris, cerrándose nuevamente en el blanco (Figura 5.3). Forsius caracteriza a este círculo como “antiguo”, y dibuja otra alternativa de ordenamiento de los colores. Más adelante veremos que este segundo esquema de Forsius podría llegar a interpretarse como un ordenamiento tridimensional: una esfera o una semiesfera.

Figura 5.3. Aron Sigfrid Forsius y el círculo cromático que describe como “antiguo” (1611).

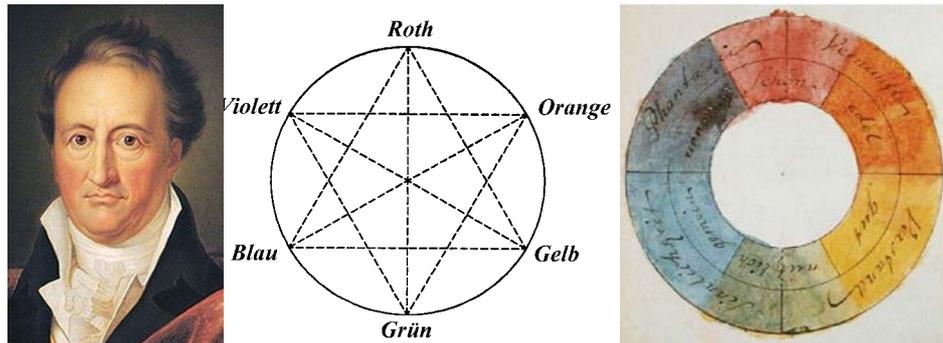


Entre 1629 y 1631, el médico inglés Robert Fludd publica su *Medicina catholica*, donde aparece el primer círculo cromático impreso (Figura 5.4). Azul, verde, rojo, naranja y amarillo se suceden en un anillo que se cierra con el negro (por el lado del azul) y el blanco (por el lado del amarillo).

El círculo cromático de Goethe

Si el de Newton es un círculo cromático de mezcla de luces, el círculo propuesto por el más célebre poeta y escritor alemán, Johann Wolfgang von Goethe, en su *Teoría de los colores*, responde a la mezcla de pigmentos (Goethe 1808-1810: par. 50). Tres tintes primarios —rojo, amarillo y azul— aparecen en los vértices de un triángulo equilátero, contrapuesto a otro triángulo equilátero con tres tintes secundarios —naranja, verde y violeta— producto de la mezcla sustractiva de los anteriores (Figura 5.6). Esta misma organización la encontramos en el círculo cromático de Runge (1810), y luego en los de Pope (1949: 8-9, Pope, Fisher y Carpenter 1974: 14, 96-97) e Itten (1961 [1970: 29-31]).

Figura 5.6.
Johann
Wolfgang von
Goethe y su
círculo
cromático de
1808.

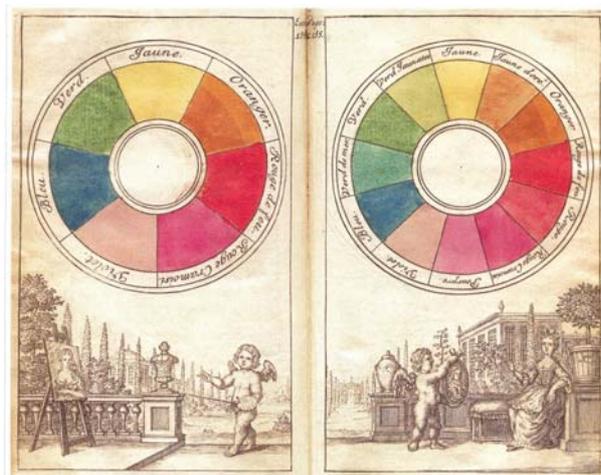


Otros círculos cromáticos: Boutet, Harris, Schiffermüller

Entre los círculos de Newton y de Goethe, separados por poco más de una centuria, aparecen varios círculos cromáticos con diferentes propuestas de organización de los colores.

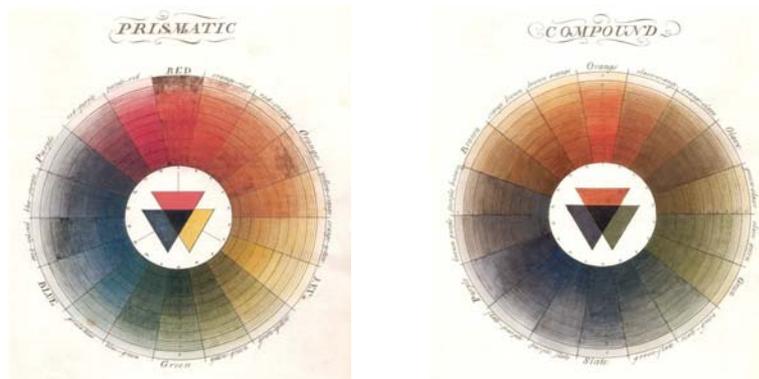
En la edición de 1708 del *Traité de la peinture en miniature*, Claude Boutet (de cuya vida poco se sabe) presenta dos círculos cromáticos. El primero tiene una división en 7 colores, al igual que el de Newton, pero con sectores iguales. Otra diferencia con respecto a Newton es que Boutet incluye dos rojos (rojo fuego y rojo carmesí) entre el naranja y el violeta, y luego pasa directamente del violeta al azul, eliminando el índigo. El segundo círculo tiene 12 colores, entre los cuales se pueden reconocer las tríadas amarillo-rojo-azul, naranja-púrpura-verde, y otros seis colores intermedios (Figura 5.7).

Figura 5.7. Círculos
cromáticos de Boutet,
de 1708.



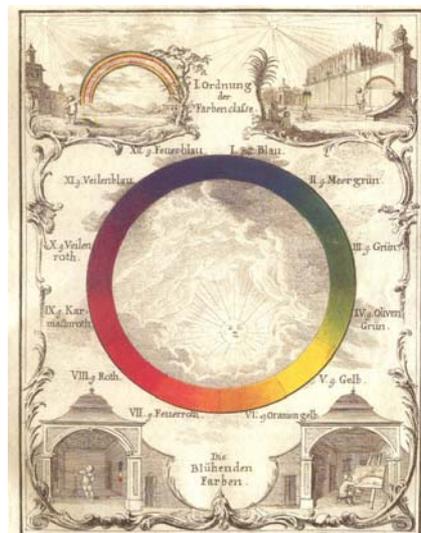
Alrededor de 1770, el entomólogo inglés Moses Harris publica *The natural system of colours*, incluyendo un círculo cromático construido sobre la base de un esquema tricromático, con 18 tintes. Presenta dos versiones del círculo: la de los colores “prismáticos” y la de los colores “compuestos” (Figura 5.8). El círculo de colores “prismáticos” está organizado con las tríadas rojo-amarillo-azul (“primitivos”), naranja-verde-púrpura (“intermedios”) y las gradaciones entre ellos. Además presenta una gradación en dirección perpendicular, hacia el centro: los colores en el anillo interior son más saturados y oscuros, mientras que los colores del anillo exterior son más desaturados y más claros. Esta gradación doble ha habilitado a John Gage a interpretar el círculo como un sistema tridimensional (Gage 1993 [1993: 190, 292 n.58]). No obstante, esta interpretación parece no tener demasiado fundamento. De los cuatro ejemplares que se conocen de la edición original del breve libro de Harris, Werner Spillmann posee el único completo, de manera que ésta es la fuente más confiable (véase Spillmann 2004).

Figura 5.8. Círculo cromático de Harris, de 1770, aproximadamente.



En *Versuch eines Farbensystems*, publicado en 1772, el naturalista austríaco Ignaz Schiffermüller presenta un círculo cromático de 12 colores, sin diferenciar las tríadas de primarios, secundarios y colores intermedios, y con la particularidad de que los típicos colores considerados usualmente primarios (amarillo, rojo y azul) no aparecen equidistantes. Como puede observarse en la Figura 5.9, entre el azul (I) y el amarillo (V) hay tres verdes, entre el amarillo (V) y el rojo (VIII) hay dos naranjas, y entre el rojo (VIII) y el azul (I) hay cuatro violetas.

Figura 5.9. Círculo cromático de Schiffermüller, de 1772.



ORGANIZACIONES TRIDIMENSIONALES

Sistemas tridimensionales anteriores al siglo XX: Forsius, Lambert, Mayer-Lichtenberg, Runge, Doppler, von Bezold, Wundt, Chevreul, Kirschmann

Si bien algunos estudiosos (Hesselgren 1984: 220, Tonnquist 1993: 354-355) ven una organización tridimensional del color en el segundo diagrama que aparece en el manuscrito de Forsius de 1611, otros, como Spillmann (1993: 61), lo consideran un esquema planar de relaciones de color, al estilo de los de Aguilonius o Kircher. En el texto en sueco antiguo que acompaña el diagrama (traducido al inglés en Hård 1970: 364-366), Forsius no da indicación alguna que ayude a interpretarlo como una esfera (Figura 5.10). Quienes están a favor de la interpretación esférica y lo consideran un antecedente de los sistemas de oponencia cromática (rojo-verde, amarillo-azul, blanco-negro) no pueden resolver el hecho de que si el dibujo de Forsius es la proyección correcta de una esfera, Forsius está colocando el rojo opuesto al azul y el amarillo opuesto al verde. Entonces, o bien la esfera está dibujada incorrectamente, o bien Forsius no hizo un ordenamiento de colores oponentes, o bien no se trata del dibujo de una esfera. Spillmann (2001a: 7) se basa precisamente en esta inconsistencia para concluir que se trata en realidad de un esquema en dos dimensiones. Dada la ambigüedad del dibujo, considero que habría dos interpretaciones posibles: entenderlo como un diagrama bidimensional —que parece la hipótesis más plausible— o bien como una semiesfera —ya que, como dijimos, la proyección de una esfera que incluya un círculo cromático con un ordenamiento lógico de los colores no es concordante con el dibujo de Forsius, pero sí lo es la proyección de una semiesfera con los 4 colores cromáticos básicos ordenados en un semicírculo (Figura 5.11).

Figura 5.10. Esquema de ordenamiento del color de Forsius, de 1611.

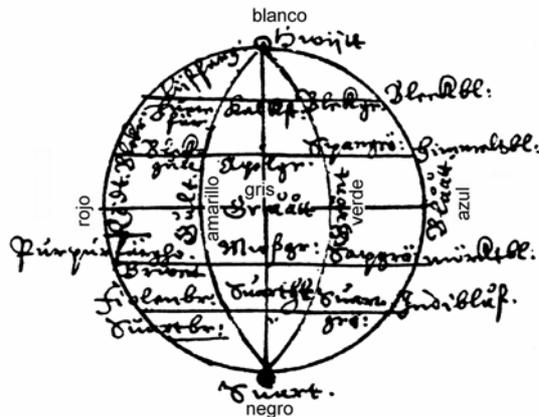
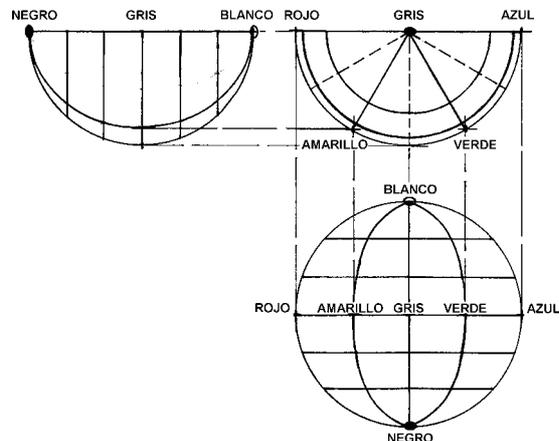
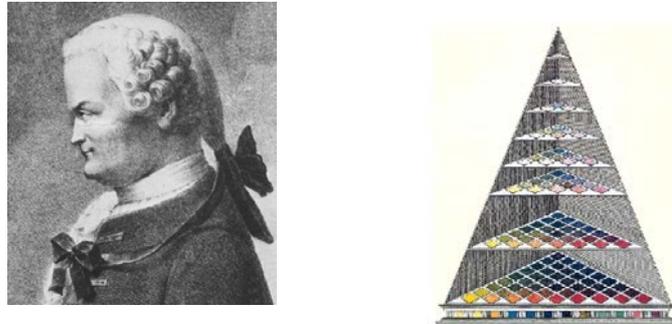


Figura 5.11. Posible interpretación del diagrama de Forsius como una semiesfera, si es que hubiera que entenderlo como un sistema tridimensional.



Recién en 1772 aparece el primer sólido de color expresamente desarrollado como tal y graficado por su autor, Johann Heinrich Lambert, matemático, físico y astrónomo alemán. La pirámide tiene un triángulo con los colores escarlata (equivalente al primario rojo), ámbar (equivalente al primario amarillo) y azul en su base, a partir de cuyas mezclas Lambert llega a obtener negro, en el centro del triángulo base. Se trata por lo tanto de un ordenamiento de mezclas sustractivas, de pigmentos o colorantes. Ubicando el blanco en el vértice superior, puede entonces completar el sistema (Figura 5.12).

Figura 5.12. Johann Heinrich Lambert y su pirámide del color de 1772.



Para desarrollar su pirámide, Lambert se había basado en las ideas del matemático y astrónomo alemán Tobias Mayer, expuestas en una conferencia de 1758 que permaneció inédita hasta 1775, cuando el físico alemán Georg Christoph Lichtenberg publicó la *Opera inedita Tobiae Mayeri*, incluyendo el texto “De affinitate colorum commentatio” (Mayer 1758). Allí Mayer construye un triángulo cromático equilátero a partir de tres primarios —rojo, amarillo y azul— puestos en los vértices, y desarrolla una notación utilizando las iniciales de los nombres de esos tres colores en alemán (Roth, Gelb, Blau) y números entre 1 y 12 que representan las proporciones de su mezcla. La elección de 12 partes o pasos de las mezclas de color se debe también a una analogía musical, en este caso con la escala cromática de 12 semitonos. Lo interesante es que Mayer ya menciona una pirámide (si bien no la dibuja), resultado de mezclar esos primarios con el blanco. Entonces, si nos atenemos a la formulación de las ideas y no tomamos en cuenta su representación gráfica, el lauro de haber inventado el primer sistema tridimensional de color sin ningún tipo de ambigüedad (a diferencia de Forsius) bien podría adjudicarse a Mayer en 1758, en lugar de a Lambert en 1772. Incluso, la propuesta de Mayer resulta más elegante, pues también contabiliza en forma simétrica las gradaciones hacia el negro, de manera que el resultado evidente es una doble pirámide, como bien concluye Lichtenberg en sus comentarios de 1775 a la obra de Mayer. Esta doble pirámide aparece reconstruida por Heinwig Lang (1983: 225) (Figura 5.13).

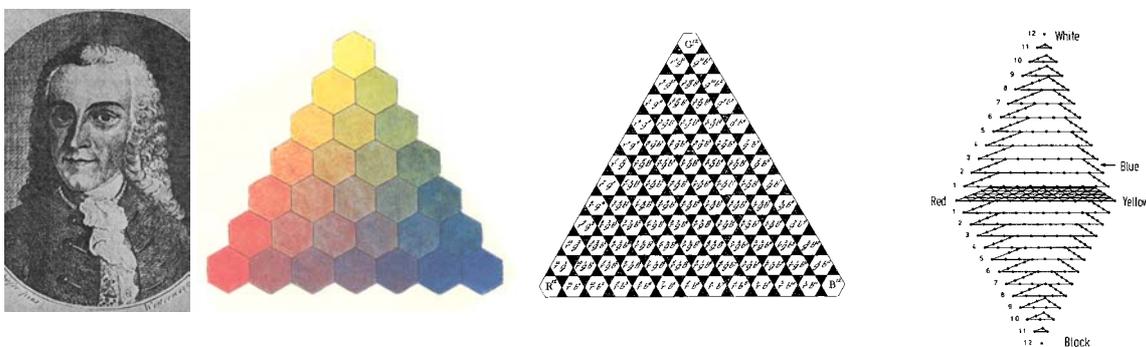
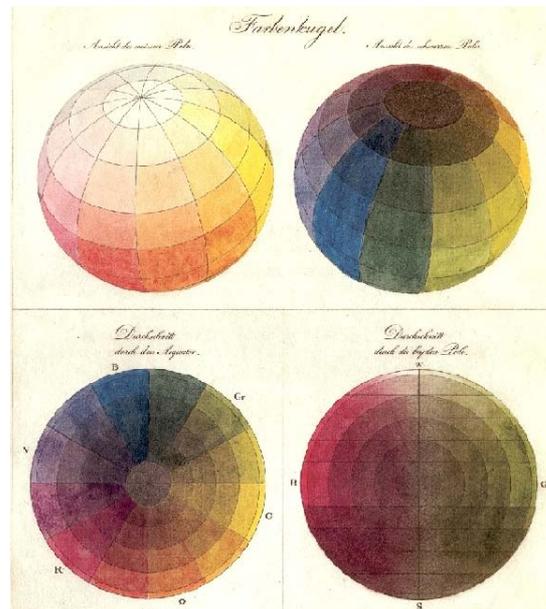


Figura 5.13. Tobias Mayer, su triángulo cromático en versión coloreada y con la notación de las mezclas (1758), y la doble pirámide reconstruida por Heinwig Lang a partir de los textos de Mayer y Lichtenberg.

El pintor alemán Philip Otto Runge construyó un sistema de color que es considerado el antecesor de muchos de los sistemas del siglo XX. Como refiere Spillmann (1993), la esfera de color de Runge, publicada en 1810, es el resultado notable de un largo proceso evolutivo que comenzó en el Renacimiento italiano con las formulaciones de escalas de colores por parte de Alberti y Leonardo da Vinci. En la segunda mitad del siglo XVIII se dieron desde los círculos cromáticos hasta los primeros intentos de sistemas tridimensionales. Y es recién a principios del siglo XIX, con la esfera de Runge, que aparece un sistema de ordenamiento del color que puede considerarse moderno. En la Figura 5.14 tenemos cuatro representaciones de la esfera de Runge: una vista desde el “polo blanco”, una vista desde el “polo negro”, un corte horizontal por el “ecuador”, donde se evidencia el círculo cromático y la disminución de cromaticidad hacia el centro, y un corte vertical que muestra el aumento de oscuridad desde el polo blanco hasta el negro. El círculo cromático está construido sobre la base de la tríada de primarios rojo, amarillo y azul, y de secundarios verde, naranja y violeta, al igual que el círculo de Goethe.

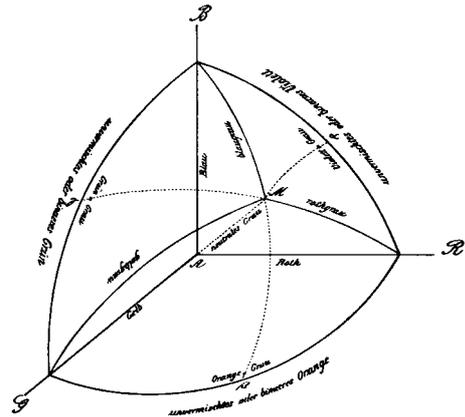


Figura 5.14. Philip Otto Runge y su esfera del color de 1810.



El físico y matemático austríaco Christian Doppler publica en 1847 un artículo donde propone una clasificación sistemática de los colores a partir de un espacio en forma de octante esférico, es decir, un sector esférico que es la octava parte de una esfera completa. Este es el primer sistema tridimensional basado en la mezcla de luces de color (a diferencia de los de Mayer y Lambert, que en realidad estaban basados en mezclas de pigmentos), y puede considerarse un antecesor del sistema CIE de 1931. Continuando con la búsqueda para resolver todas las mezclas de color mediante un sistema tricromático, Doppler organiza sus tres primarios, rojo, amarillo y azul, como vectores de un sistema de tres coordenadas (Figura 5.15). En el origen de las coordenadas se ubica el negro, en los extremos están los primarios rojo (R, Roth), amarillo (G, Gelb) y azul (B, Blau) en sus máximas intensidades, en el punto central del octante (M), la mezcla de los primarios produce el blanco, y en los puntos medios de los arcos que conectan cada par de primarios se ubican los secundarios, violeta, naranja y verde. En un artículo de Andreas Schwarz (1992) se reproduce el artículo original de Doppler, acompañado por una introducción que ubica este sistema en su contexto histórico y por comentarios sobre el texto original.

Figura 5.15.
Christian Doppler y
su espacio de color
en forma de octante
esférico de 1847.



El físico y meteorólogo alemán Wilhelm von Bezold presenta en 1874 un sistema de ordenamiento del color de forma cónica. Su círculo cromático está dividido en 10 partes iguales, y en el borde de la circunferencia se ubican los colores del espectro, de rojo a violeta, con verde a mitad de camino. Una peculiaridad es que el púrpura, que conecta los extremos violeta y rojo para cerrar el circuito, se ubica sobre una línea recta, en lugar de estar sobre el arco de circunferencia correspondiente. Siendo que el púrpura es el único color que no aparece en el espectro, von Bezold lo diferencia de esta manera. Al igual que en el círculo de Newton, el centro es ocupado por el blanco. De esta manera von Bezold acomoda las variables de tinte y saturación; luego, el blanco se conecta en una escala vertical con el negro, ubicado en el vértice del cono, dando cuenta así de la variable de luminosidad. Este es claramente un sistema de mezcla aditiva de luces (Figura 5.16). Otros sistemas con la misma forma cónica que el de von Bezold, aunque con algunas diferencias en la organización del círculo cromático, fueron propuestos por Ogden Nicholas Rood en 1879, Theodor Ziehen en 1891 y Willibald Nagel en 1895. A este respecto puede verse la excelente reseña de Schwarz (1995).

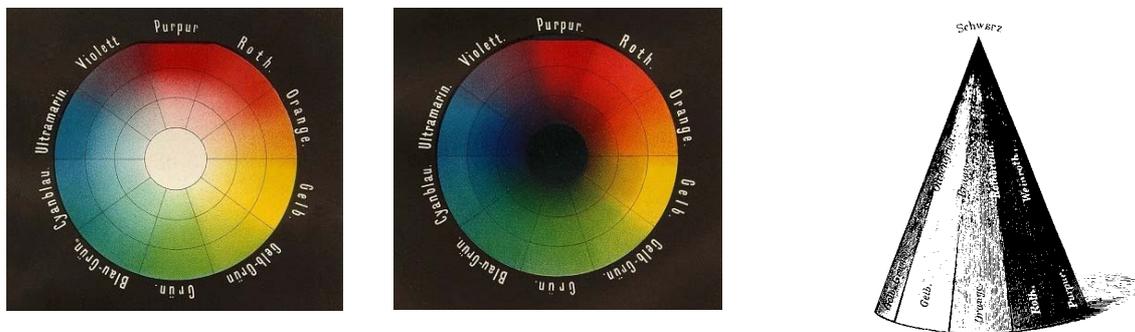


Figura 5.16. Cono del color de von Bezold, de 1874: a) círculo cromático con centro blanco, en la base del cono; b) vista del cono en proyección horizontal desde arriba; c) perspectiva.

Wilhelm Wundt, el fisiólogo y psicólogo alemán pionero de la psicología experimental, propuso en 1874 una esfera de color, donde el círculo cromático está dividido en 4 cuadrantes a partir de las oposiciones amarillo-azul y verde-púrpura, el blanco se ubica en el polo superior y el negro en el polo inferior. Años después, en 1892, publicó un sistema en forma de cono similar al de von Bezold, con el negro en el vértice y el círculo cromático con centro blanco en la base, pero dividido en 6 partes: rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta. Y en 1896 desarrolló un sistema en forma de doble cono con la típica organización en oponencia cromática postulada por Ewald Hering (1878): rojo-verde, amarillo-azul, blanco-negro (Figura 5.17).

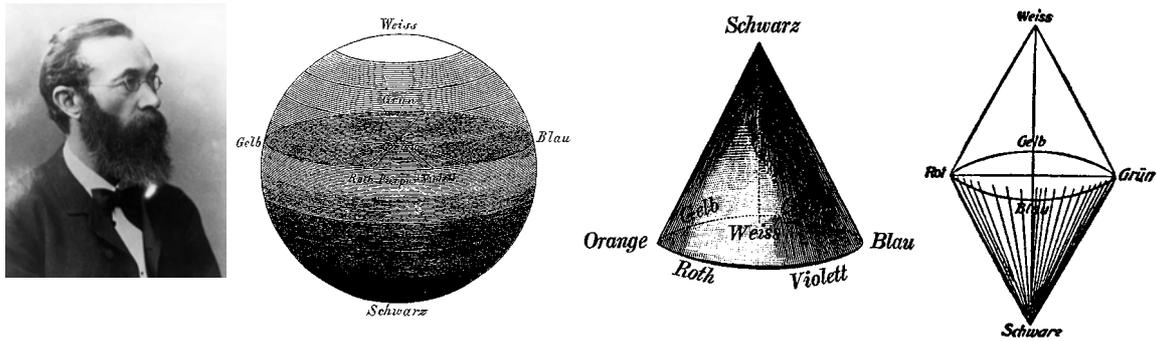
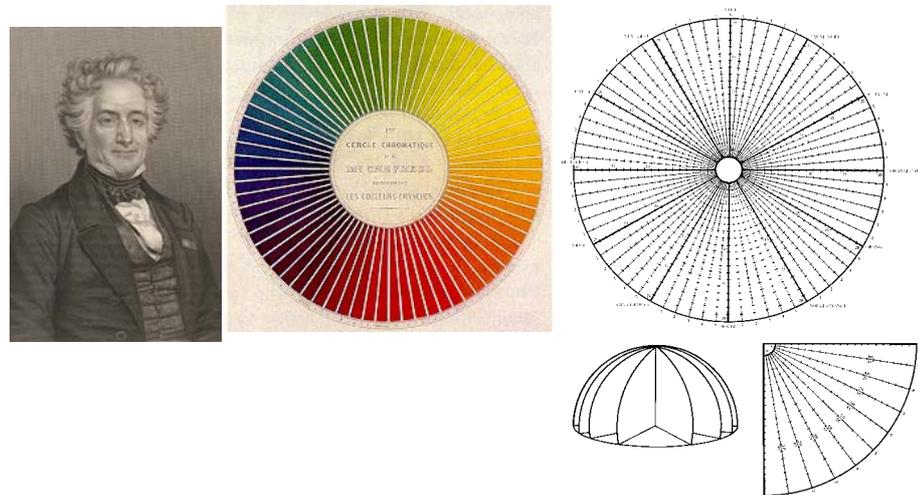


Figura 5.17. Wilhelm Wundt, su esfera de color de 1874, su sistema de forma cónica de 1892 y su sistema en forma de doble cono de 1896.

El químico francés Michel Eugène Chevreul, famoso por haber enunciado las leyes del contraste simultáneo de los colores (Chevreul 1839) y por su influencia sobre los pintores de la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX (Roque 1997), tanto como por su trabajo en la Manufactura Real de Gobelinos en París y por sus investigaciones sobre la química de las sustancias grasas, desarrolló un círculo cromático con 72 tintes agrupados en 12 zonas, que se organizan en base a la tríada de primarios sustractivos rojo, amarillo y azul, y los secundarios o compuestos, naranja, verde y violeta. La intención de Chevreul es que los tintes opuestos por el diámetro sean complementarios y expresen la ley de contraste simultáneo. El modelo semiesférico contempla un cuadrante para cada tinte, con las gradaciones hacia el blanco, ubicado en el centro de la base circular, y hacia el negro, ubicado en el cenit de la semiesfera (Figura 5.18).

Figura 5.18. Michel Eugène Chevreul, su círculo cromático y su sistema de forma semiesférica.



El psicólogo experimental August Kirschmann nació en Alemania y trabajó durante 16 años en la Universidad de Toronto, Canadá. En 1895 publicó un artículo donde presenta el primer sistema en forma de doble cono donde el círculo cromático, en lugar de estar horizontal, aparece inclinado, adquiriendo la forma de una elipse. De esta manera, el violeta se ubica más cerca del negro, en la parte inferior, y el amarillo más cerca del blanco, en la parte superior (Figura 5.19). Este es el antecedente de muchos sistemas posteriores, ya en el siglo XX, que adoptan la forma de dobles conos oblicuos, dobles pirámides oblicuas, octaedros oblicuos o similares, con el mismo tipo de asimetría. Esta asimetría es intrínseca a cualquier sistema de mezclas de pigmentos o de

ordenamiento de sensaciones de color que intenta tener una aproximada equidistancia entre los colores (Caivano 1998). Algunos de estos sólidos son el de Edward Titchener, de 1901, Hermann Ebbinghaus, de 1902, Alois Höfler, de 1911, Edward Titchener, de 1910, Hans Podestà, de 1930, Adolphe Bernays, de 1937, Tryggve Johansson, de 1937, y McBurney y Collings, de 1977 (véase Schwarz 1992a). En cuanto a esta característica de no tener el círculo cromático horizontal, el sistema de Kirschmann también puede considerarse un antecedente de los sistemas de Munsell, Pope, Hesselgren y el Coloroid, que veremos más adelante.

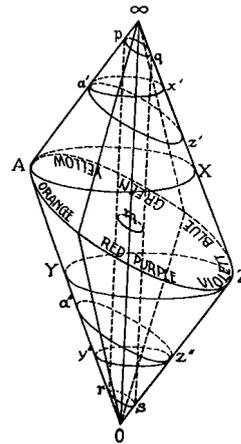


Figura 5.19. El doble cono inclinado de Kirschmann, de 1895.

El sistema de Ostwald

El sistema del químico alemán Friedrich Wilhelm Ostwald, una de las primeras organizaciones del color importantes del siglo XX, se desarrolla en función de las variables *contenido de tinte*, *contenido de blanco* y *contenido de negro*, que se refieren a la proporción de cada componente en la sensación de color percibida. Estas proporciones se pueden medir en términos de superficie ocupada por un tinte puro, blanco y negro puestos como sectores de un disco al que se hace girar a gran velocidad, generando por fusión óptica un color homogéneo. El color así producido, o cualquiera que se vea igual a él, es identificado entonces por esos tres porcentajes.

Originalmente Ostwald previó un círculo cromático de 100 tintes, pero luego adoptó uno reducido a 24 tintes, donde el amarillo es el número 1, encontrándose diametralmente opuesto al azul que posee el número 13, y el rojo lleva el número 7, ubicándose opuesto al verde que es el número 19 (Figura 5.20). Este círculo cromático, en cuyo borde se ubican los tintes en su máxima pureza obtenible, es atravesado por un eje que pasa por su centro y es perpendicular a su plano. Este eje contiene a la escala de grises que va desde el blanco, en el extremo superior, al negro, en el extremo inferior, con un total de ocho tonos neutros designados por letras del alfabeto: *a* (blanco), *c*, *e*, *g*, *i*, *l*, *n*, *p* (negro). Esta es la notación resultante luego de que Ostwald encontrara que los quince pasos originales no eran corrientemente necesarios y decidiera abreviar la escala saltando las letras. Los pasos perceptuales de la escala de grises están establecidos siguiendo la ley psicofísica de Weber-Fechner, según la cual la sensación varía proporcionalmente al logaritmo del estímulo, estando el estímulo dado, en este caso, por la reflectancia luminosa de las muestras. Esto significa que si ubicamos los valores de reflectancia de los grises de Ostwald como puntos en una escala logarítmica, los mismos aparecerán equidistantes. La Figura 5.21 muestra la escala de grises con su notación y los valores de reflectancia dispuestos en una escala logarítmica. La escala de grises de Ostwald puede ser reproducida con exactitud a partir de un blanco y un negro con

reflectancias 89,1 y 3,6 —como a y p , respectivamente— dispuestos en discos giratorios con los porcentajes indicados en el sector derecho de la Figura 5.21.

El criterio de disposición de los tintes en el círculo se basa en ubicar en puntos opuestos los complementarios, es decir aquellos pares de colores que, puestos como sectores de un disco giratorio, dan como resultado un gris medio. En este círculo cromático de 24 tintes, para encontrar el complementario de un tinte determinado es suficiente con sumar o restar 12 de su denominación.

Ahora bien, cada uno de los 24 tintes del círculo cromático se conecta con el blanco y con el negro de la escala de grises en sendas secuencias de ocho términos, generando los bordes de un triángulo equilátero que se completa cuando se producen las escalas intermedias. En este triángulo se dan los dos tipos de variaciones posibles para cada tinte, es decir la modificación de su contenido de blanco o su contenido de negro (Figura 5.22). En el borde superior del triángulo el contenido de negro es cero, y a lo largo de cada línea paralela al mismo se encuentran colores con igual contenido de negro; en el borde inferior el contenido de blanco es cero, y a lo largo de cada línea paralela a este borde se ubican colores con igual contenido de blanco. Nótese que el tinte puro está en el encuentro de los dos bordes, donde tanto el contenido de blanco como de negro es cero. Dentro de un triángulo monocromático, la notación de cada color se hace combinando las letras de la escala de grises de manera tal que la primera indica el contenido de blanco y la segunda, el contenido de negro. Esta notación es la misma para todos los triángulos monocromáticos, cualquiera sea su tinte; si a ella le agregamos la identificación del tinte, entonces tenemos la notación completa para cualquier color, por ejemplo $1pa$ es la notación del amarillo puro, $7ca$ la de un rosado muy claro.

Todos los colores de un triángulo monocromático pueden generarse mediante discos giratorios con sectores de un tinte puro, blanco y negro, en los porcentajes que muestra la Figura 5.22. La fórmula general es:

$$f + w + k = 100,$$

donde f es el contenido de tinte, w el contenido de blanco y k el contenido de negro.

Todos los triángulos monocromáticos reunidos, teniendo como eje común a la escala de grises, forman un modelo en forma de doble cono, un sólido de color (Figura 5.23).

El atlas de Ostwald, publicado originalmente en 1917, ocho años después de su obtención del Premio Nobel en química, no se ha continuado reeditando hasta nuestros días. Quizá es en gran parte debido a ello —aunque también a algunas deficiencias del sistema— que no tiene actualmente la difusión y aplicaciones que poseen otros sistemas, siendo importante más que nada desde el punto de vista histórico.

El mayor inconveniente del sólido de Ostwald es que su absoluta simetría no es adecuada para representar un espacio de color con intervalos perceptualmente iguales. Esto se ve principalmente en el hecho de que todos los tintes del círculo cromático se encuentran a la misma distancia del blanco y del negro, siendo que, por ejemplo, el amarillo debería estar más cerca del blanco y el azul del negro. Además, como algunos autores coinciden en señalar (Lozano 1978: 27-28, Nemcsics 1990 [1993: 39]), el principio de aditividad previsto para la escala de tintes, según el cual sumando dos colores en proporciones iguales se obtendría el intermedio (por ejemplo el 50 por ciento del tinte 1 más el 50 por ciento del tinte 3 daría como resultante el tinte 2), es inexacto.

En 1948 se publicó en los Estados Unidos un atlas basado completamente en el sistema Ostwald, aunque ampliado con algunos colores adicionales en el círculo cromático y con sus correspondientes desarrollos en los triángulos monocromáticos. Esta edición viene acompañada de textos explicativos muy didácticos y claros, escritos por Egbert Jacobson (1942) y Jacobson, Granville y Foss (1948).

Figura 5.20. Wilhelm Ostwald y su círculo cromático con la notación de los diferentes tintes.



Figura 5.21. Sistema Ostwald: escala de grises con su notación y con los porcentajes de reflectancia luminosa marcados en una escala logarítmica (nótese que los intervalos entre cada paso de la escala son iguales), y porcentajes de blanco a y negro p en discos giratorios para reproducir la escala (a partir de Jacobson, Granville y Foss 1948: 39-40).

NOTACIÓN	REFLECTANCIAS (porcentajes)	ESCALA LOGARÍTMICA	SECTORES DE DISCOS (porcentajes)	
			blanco	negro
a	blanco 89,1	100	100,0	0,0
c	56,2	80	61,6	38,4
e	35,5	60	37,3	62,7
g	22,4	40	22,0	78,0
i	14,1	30	12,4	87,6
l	8,9	20	6,3	93,7
n	5,6	10	2,4	97,6
p	negro 3,6	5	0,0	100,0

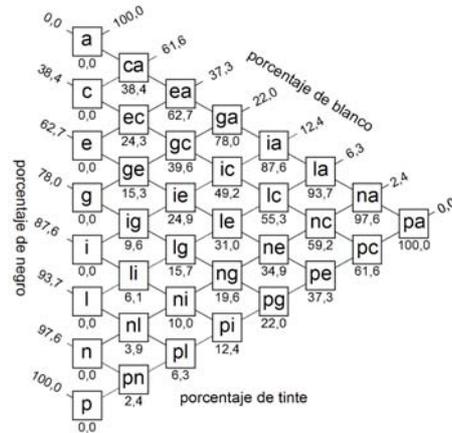
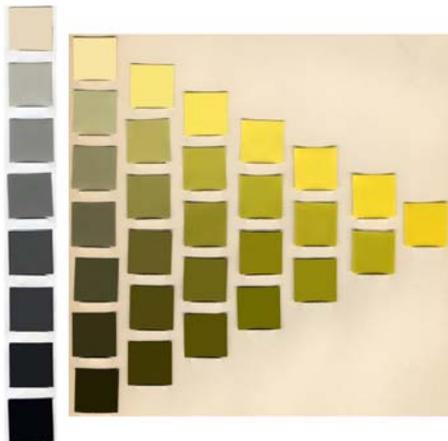
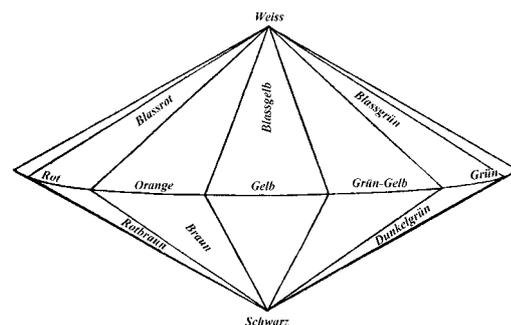


Figura 5.22. Sistema Ostwald: a) triángulo monocromático desarrollado a partir de un tinte determinado y la escala de grises; b) porcentajes de tinte puro, blanco y negro para generar todos los colores del triángulo monocromático mediante discos giratorios (a partir de Jacobson, Granville y Foss 1948: 44).

Figura 5.23. Sistema Ostwald: esquema del modelo tridimensional que contiene todos los colores ordenados; los planos triangulares que contienen colores de tinte constante se disponen radialmente siguiendo el orden del círculo cromático y teniendo como eje a la escala de grises.



El sistema Munsell

El pintor y profesor estadounidense Albert Henry Munsell comienza describiendo la organización del color a partir de una esfera, de manera similar a Runge, pero luego, al intentar construir un atlas con muestras igualmente espaciadas perceptualmente, necesita pasar a un sólido de forma irregular. En su sistema, las variables de análisis de cada color son el *tinte*, el *valor* y el *croma* (Munsell 1905 [1946: 18]).

La secuencia de tintes se organiza de manera circular, con cinco tintes principales equidistantes entre sí: rojo, amarillo, verde, azul y púrpura, los cuales se designan con las iniciales de las palabras en inglés R (red), Y (yellow), G (green), B (blue), P (purple). Entre estos se ubican otros cinco tintes a los que se denomina intermedios. Ellos son el amarillo-rojo, verde-amarillo, azul-verde, púrpura-azul y rojo-púrpura, los cuales se designan combinando las iniciales anteriores: YR (yellow-red), GY (green-yellow), BG (blue-green), PB (purple-blue), RP (red-purple) (Figura 5.24a). El sistema prevé la ubicación de una mayor cantidad de tintes. Para esto se asigna una escala de variación de 1 a 10 para cada tinte principal e intermedio, correspondiendo el valor 5 al tinte central característico de la denominación. Así, por ejemplo, 5R es un rojo típico, mientras que 10R está ya lindando con un amarillo-rojo (Figura 5.24b). Para simplificar la notación, cuando se trata del tinte central suele no colocarse el número 5 previo a la inicial del tinte, sino solamente la inicial.

El valor se refiere a la claridad del color. Se establece una secuencia de grises entre el blanco y el negro, llamada escala de neutros (N). Al negro le corresponde la denominación 0, los grises van del 1 al 9 y al blanco le corresponde el 10. Esta escala no se aplica solamente a los grises para ordenarlos de oscuros a claros, sino también a cualquier color cromático por comparación con el valor del gris correspondiente. El número que simboliza el valor de un color se coloca a continuación de su denominación de tinte, por ejemplo, R 7 (Figura 5.25).

El croma se refiere al aspecto que varía entre un color intenso o de máxima pureza y uno apagado o grisáceo, suponiendo que pertenezcan al mismo tinte y posean idéntico valor. Esta variable viene a completar la definición precisa de un determinado color. De hecho, nuestro ejemplo anterior, R 7, no representa un solo color sino una serie de rosados que pueden poseer mayor o menor saturación o croma según estén más o menos alejados del gris. La variación de croma se simboliza también con una serie de números que, partiendo de 0 para los neutros, crece a medida que el color se acerca a la máxima pureza o intensidad obtenible para cada tinte (Figura 5.26). Algunos tintes llegan a numeraciones más altas que otros. Por ejemplo, el rojo llega hasta el croma 12, mientras que el azul-verde, solamente hasta el croma 8.

Agregando a continuación del valor la indicación del croma se especifica claramente un determinado color, por ejemplo R 7/6 es un rosado, G 5/2 un verde grisáceo.

La Figura 5.27 muestra, para un tinte determinado, la forma en que se dispone la variación conjunta de valor y de croma. El valor varía en sentido vertical, correspondiéndose los niveles con la escala de grises, mientras que el croma varía en sentido horizontal, yendo desde los neutros hasta los colores de máxima intensidad obtenibles para cada nivel de valor. Así se genera una serie ordenada de colores que pertenecen a la misma familia en cuanto a su tinte. Todos los tintes desarrollados de igual manera que este ejemplo forman un atlas completo de colores.

Las familias de colores de tinte constante comienzan, en su borde izquierdo, en la escala de grises. Es por este motivo que, siguiendo el orden dado en el círculo cromático, se pueden reunir todas las familias de tinte por dicho borde. Esto genera un sólido de color como el que se puede observar en tres representaciones diferentes en la

Figura 5.28. La irregularidad exterior del sólido se debe a que la máxima intensidad o pureza obtenible se da a distintos grados de croma para cada tinte.

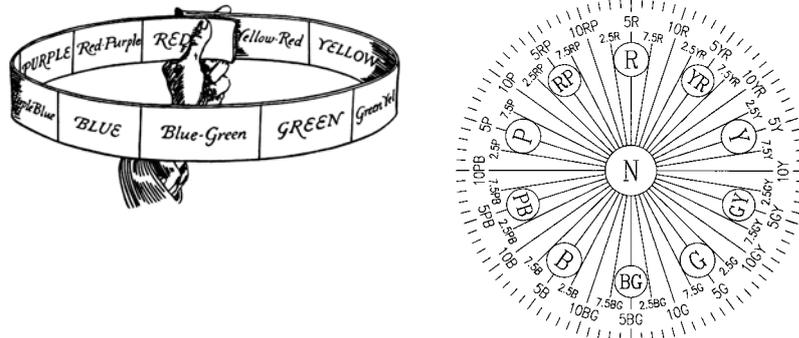


Figura 5.24. Albert Munsell y su organización de la variable tinte en un círculo cromático; a) tintes principales e intermedios; b) círculo completo con la numeración de los tintes.

Figura 5.25. Sistema Munsell: organización de la variable valor a través de la escala de neutros y la correspondencia de cualquier tono con esta escala.

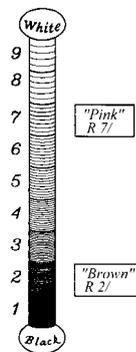


Figura 5.26. Sistema Munsell: a) organización de la variable croma en pasos de igualdad absoluta, que van desde los neutros a los colores intensos; b) ejemplos de la variación de tinte, valor y croma.

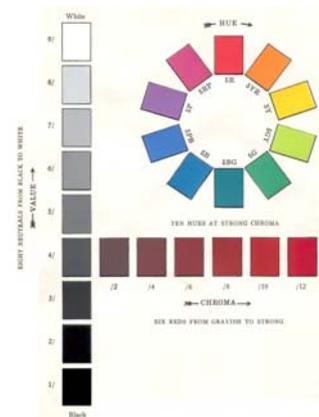
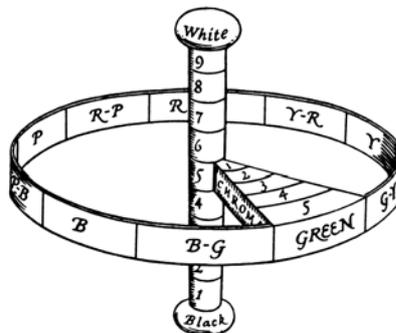
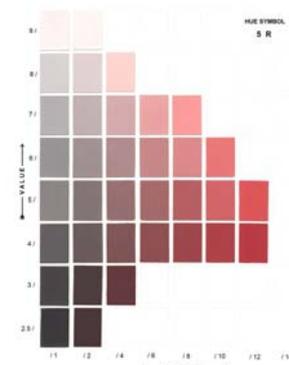


Figura 5.27. Sistema Munsell: disposición de la variación conjunta de valor y croma para un tinte determinado.



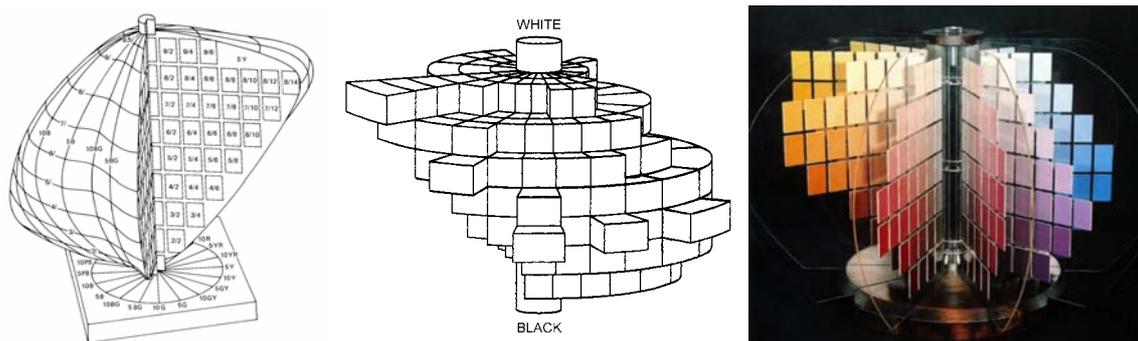


Figura 5.28. Sistema Munsell: tres representaciones del sólido de color, formado a partir de reunir los diferentes planos de tinte alrededor del eje de neutros.

El sistema CIE de 1931

La Comisión Internacional de Iluminación (Commission Internationale de l'Éclairage, CIE) fundada en 1913, adoptó en 1931 un sistema que describe los colores a partir de la distribución espectral de la luz, tanto de las fuentes primarias (las que emiten luz) como de las fuentes secundarias (las que reflejan o transmiten la luz proveniente de una fuente primaria). Para este sistema colorimétrico internacional, sustentado en la teoría tricromática y en los principios de aditividad formulados por Grassmann (1853), se definió un observador patrón y se acordaron como estímulos de referencia radiaciones monocromáticas con longitudes de onda de 700 nanómetros para el rojo, 546,1 nanómetros para el verde y 435,8 nanómetros para el azul. Estos tres estímulos luminosos pueden pensarse como si estuviesen ocupando los vértices de un triángulo equilátero, como lo hiciera James Maxwell (1860).

Gordon Chamberlin (1951) describe en lenguaje muy accesible la manera en que este triángulo equilátero es transformado hasta arribar a la forma del diagrama de cromaticidad CIE de 1931. En los vértices del triángulo las tres luces de color aparecen en su máxima intensidad, 100%; en cada lado del triángulo la intensidad del color ubicado en el vértice opuesto es cero; en el baricentro del triángulo, habiéndose desplazado cada color por la mediana en una distancia igual a los otros dos, los tres colores están influyendo en proporciones iguales y se neutralizan, obteniéndose el blanco. En los puntos ubicados sobre los lados del triángulo aparecen las mezclas de los estímulos de los vértices correspondientes. Así, por ejemplo, en el medio del lado verde-azul se ubica el cian, en el medio del lado verde-rojo el amarillo y en el medio del lado rojo-azul el púrpura o magenta, que es un color que no se obtiene en el espectro de la luz (Figura 5.29).

Ahora bien, si los tintes que se dan en los lados verde-azul y verde-rojo del triángulo se comparan con los colores del espectro, se encontrará que son menos saturados o puros que los colores espectrales. Esto equivale a pensar que la línea de colores espectrales se ubicará por fuera de los lados del triángulo y solo el rojo, el verde y el azul, con las longitudes de onda mencionadas, tocarán los vértices. Tomemos, por ejemplo, el lado verde-azul con el cian obtenido por la mezcla de ambos. Si queremos igualar este cian a partir del cian del espectro, que es más puro, tendremos que agregar una cierta cantidad de rojo al cian espectral. Si lo pensamos a la inversa, agregar rojo al cian espectral equivale a restar rojo del cian obtenido por mezcla, o bien sumarle una cantidad negativa de rojo, ya que sobre este lado la cantidad de rojo es cero. Si para igualar el cian de la mezcla se debe agregar un 40% (o 0,4) de rojo al cian espectral,

para obtener el cian espectral se deberá sumar $-0,4$ de rojo al cian de la mezcla. Por lo tanto, si la longitud de la mediana desde el vértice rojo hasta el lado del triángulo vale 1, podemos ubicar el cian espectral en la continuación de esta mediana por fuera del triángulo a una distancia de $-0,4$. Si este mismo procedimiento se aplica para los restantes colores espectrales, uniendo todos los puntos resultantes obtendremos una línea curva como se ve en la Figura 5.30. Esta curva muestra que a excepción del rojo, verde y azul elegidos como primarios, todos los demás colores espectrales caen fuera del triángulo inicial, lo cual significa que para obtenerlos se necesitará la mezcla de dos primarios más una cantidad negativa del tercer primario.

Todo esto funciona desde el punto de vista matemático, pero desde el punto de vista físico no tiene sentido hablar de cantidades negativas de luz. Vemos entonces que mediante mezclas positivas de los tres primarios elegidos —que por ser colores espectrales son los más puros e intensos que existen— pueden obtenerse todos los demás colores, pero no con la pureza necesaria como para igualar a los colores del espectro. Para salvar la imposibilidad de obtener ciertos colores (aquellos que caen fuera del triángulo) mediante mezclas positivas de tres primarios *reales*, la CIE adoptó tres primarios *ideales*, concebidos como de mayor saturación o pureza aún que los colores espectrales. Como estos primarios ideales no pueden ser producidos realmente ni apreciados por el sentido de la vista, no son llamados colores sino estímulos ideales, y son designados por las letras X, Y y Z en lugar de los nombres rojo, verde y azul. Por lógica, estos tres estímulos de referencia caen por fuera de la curva de colores espectrales, y han sido elegidos de manera que, uniéndolos mediante rectas, incluyan a todos los colores espectrales en un triángulo, como muestra la Figura 5.31. En la práctica, por supuesto, es necesario usar colores reales, y por ello estos tres estímulos imaginarios se encuentran definidos por una fórmula matemática en términos de las tres luces espectrales roja, verde y azul mencionadas al principio. Cuando en la práctica se consigue igualar un color mediante la mezcla de colores reales, el resultado puede ser convertido a estímulos X, Y y Z a través de esa fórmula (Chamberlin 1951: 29).

Con el fin de simplificar los cálculos, el triángulo XYZ es transformado en un triángulo equilátero, acomodando la curva de colores espectrales en consecuencia (Figura 5.32). Los estímulos ideales X, Y y Z pueden ser ahora utilizados de la misma manera que los colores rojo, verde y azul de los cuales se partió. Todos los colores reales tienen su lugar dentro de este espacio y solo es necesario indicar un punto del mismo, en términos de coordenadas X, Y y Z, para definir un color inequívocamente.

Pero todavía tiene lugar una simplificación más. Como es más sencillo trabajar con dos coordenadas ortogonales que con tres coordenadas a 0, 60 y 120 grados, el triángulo equilátero es transformado en un triángulo rectángulo como muestra la Figura 5.33. El lado ZY pasa a ser la coordenada vertical y y el lado ZX pasa a ser la coordenada horizontal x . Estas dos coordenadas son suficientes para describir cualquier ubicación, y por lo tanto cualquier color dentro del espacio.

En este espacio, conocido como el diagrama de cromaticidad CIE, queda definido el tinte del color (según la longitud de onda dominante) y su saturación (dada por el grado de pureza del estímulo). Pero como sabemos, el color es tridimensional; nos está faltando aquí poder definir la luminosidad del color. Este aspecto es aportado a la colorimetría desde la fotometría, ya que se trata de la medición de la cantidad o porcentaje de luz emitida por una fuente o reflejada o transmitida por un objeto. Entonces, la medición completa de un color incluye su ubicación mediante coordenadas en el diagrama de cromaticidad y la expresión del factor de luminancia. El diagrama de cromaticidad puede completarse mediante una representación tridimensional en forma de cono, como se muestra en la Figura 5.34, para albergar la dimensión de luminosidad,

pero en la práctica, debido a la dificultad que implica trabajar con representaciones y coordenadas en un espacio volumétrico, se utiliza el diagrama bidimensional y se da el valor de luminancia por separado.

Hay dos aspectos que deben tenerse en cuenta para que todo esto tenga la exactitud y objetividad pretendida. Uno es que los colores son definidos aquí no como los vería alguna persona en particular sino como resultan para un observador patrón o estándar, que es el promedio de varias mediciones y observaciones individuales. El otro aspecto se refiere a la luz con que debe iluminarse el objeto sobre el cual se desea medir el color. Como sabemos, la luz que incide sobre un objeto juega un papel primordial en el color con que ese objeto se presenta. Para atender a las diferentes necesidades, la CIE estandarizó en 1931 tres tipos de iluminantes: el iluminante A es equivalente a la luz de una lámpara de filamento de tungsteno, el B representa un promedio de la luz solar, y el iluminante C equivale a la luz del cielo para la orientación sur, en el hemisferio sur, o norte, en el hemisferio norte (ver la ubicación de los iluminantes en la Figura 5.33).

El sistema CIE es apropiado para los casos en que se necesita la medición precisa y objetiva de un estímulo de color, como suele suceder en el campo de la producción industrial; no es habitual que lo utilice un arquitecto, un diseñador o un pintor en la práctica corriente de su profesión, a menos que tenga un interés específico. Posee la ventaja de ser un sistema logrado mediante un acuerdo internacional y que permite poder comparar mediciones en cualquier campo. Tan así es que muchos de los otros sistemas, como el Munsell, el Coloroid, el NCS, etc., además de definir los colores según sus propios parámetros, suelen agregar también sus valores en coordenadas CIE.

Para los fines de esta tesis, no interesa explayarse más allá de lo que lo hemos hecho sobre el sistema CIE. El lector que quiera profundizar en el mismo, en sus aplicaciones, así como en las posteriores transformaciones del sistema con el objetivo de lograr mayor homogeneidad o equidistancia perceptual dentro del diagrama — transformaciones que dieron origen a las superficies o diagramas de cromaticidad uniforme de Judd, de MacAdam, de Stiles, el CIE-UCS y otros, llegando hasta los sistemas CIELUV y CIELAB— puede acudir además a Judd (1935), MacAdam (1942, 1944), Evans (1948: 207-215, 235-302; 1974: 44-61), OSA (1953: 244-247, 283-316), Lozano (1978: 110-115, 199-291, 417-429), Pointer (1981), Wright (1981, 1982, 1982a), Nemcsics (1990 [1993: 51-63]), Robertson (1993a, 1993b), Walraven (1993a), Klaus Richter (1993), Hasegawa y Murakami (1993).

Figura 5.29. Sistema CIE: triángulo equilátero inicial (Maxwell).

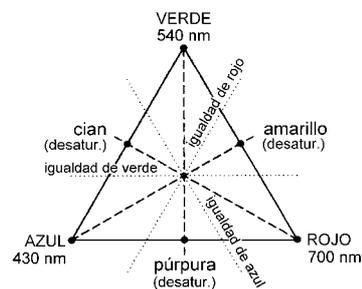


Figura 5.30. Sistema CIE: ubicación de los colores espectrales en relación al triángulo equilátero inicial.

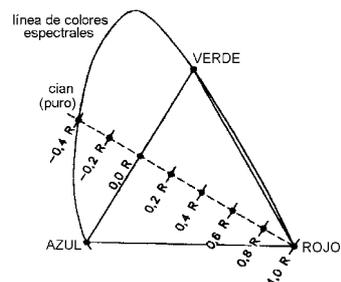


Figura 5.31. Sistema CIE: triángulo envolvente de la curva de colores espectrales, con los tres estímulos primarios teóricos X, Y, Z.

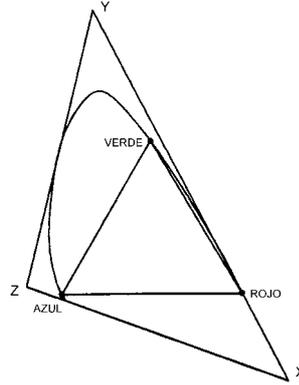


Figura 5.32. Sistema CIE: transformación del triángulo de la Figura 5.31 en un triángulo equilátero con un sistema de tres coordenadas.

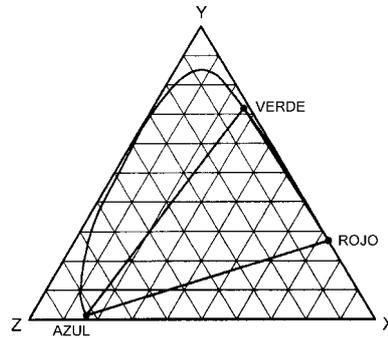


Figura 5.33. Sistema CIE: transformación del triángulo equilátero de la Figura 5.32 en un triángulo rectángulo con un sistema de dos coordenadas, el diagrama de cromaticidad CIE de 1931.

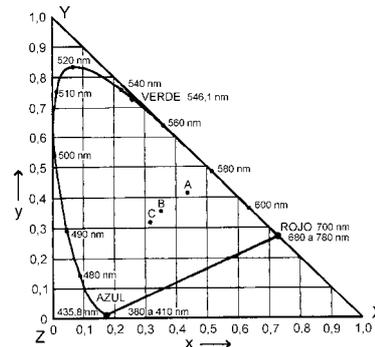
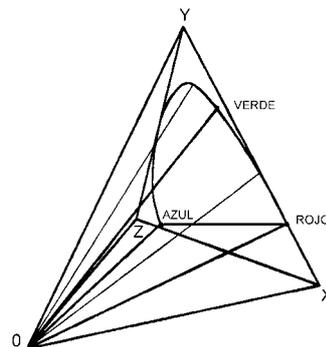


Figura 5.34. Sistema CIE: el diagrama de cromaticidad con el agregado de la dimensión de luminosidad, dando como resultado un espacio tridimensional.



El atlas de Villalobos-Domínguez

Uno de los sistemas de color cuyo atlas publicado contiene la mayor cantidad de muestras ha sido producido en la Argentina por el profesor y dibujante español-argentino Cándido Villalobos-Domínguez y su hijo, el arquitecto argentino Julio

Villalobos. El atlas consta de 38 tintes con otras tantas láminas de 191 colores que desarrollan cada una de las familias de tinte, más una escala de grises de 21 neutros, incluyendo blanco y negro, lo cual totaliza 7.279 colores (Villalobos-Domínguez y Villalobos 1947).

Las variables del color a partir de las cuales se organiza el sistema son: *tinte*, *valor de luminosidad* y *grado de cromaticidad*.

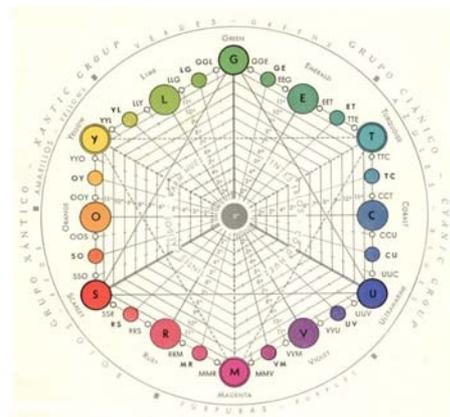
El círculo de tintes se divide en tres colores *simples*: escarlata (S, scarlet), verde (G, green) y ultramar (U, ultramarine). Estos no son otros que los tres colores básicos del espectro —rojo, verde y azul— con los cuales de acuerdo con la teoría tricromática se producen todos los demás. En posiciones intermedias entre ellos se ubican tres colores *dobles principales*, formados por mezclas “equilibradas” de los simples: amarillo (Y, yellow), turquesa (T, turquoise) y magenta (M, magenta). Así se determina un hexágono cromático. Luego hay seis tintes *dobles transitivos*, que son colores intermedios entre los seis ya mencionados: rubí (R, ruby), naranja (O, orange), verde limón (L, lime), esmeralda (E, emerald), cobalto (C, cobalt) y violeta (V, violet). Todo esto da como resultado doce iniciales, que se combinan de a pares adyacentes para identificar otros doce colores intermedios entre los anteriores, llamados *intercalares de primer orden*: SO, OY, YL, LG, GE, ET, TC, CU, UV, VM, MR y RS (Figura 5.35). Hay otros 14 tintes, llamados *intercalares de segundo orden*, que se designan con tres letras —SSO, OOS, etc.— y que completan el total de 38. Estos últimos tintes, que siguiendo la lógica de la notación deberían ser 24, están omitidos en algunos sectores donde las diferencias se hacen menos perceptibles.

Por cada tinte hay un desarrollo de una lámina completa de colores. En sentido vertical varía el valor siguiendo el patrón de la escala que va del negro al blanco con 19 grises intermedios, mientras que en sentido horizontal varía el grado de cromaticidad en 12 pasos que van desde los neutros (grado 0) hasta los colores francos (grado 12). Siguiendo líneas horizontales encontramos colores isovalentes y siguiendo líneas verticales, colores isocromos (Figura 5.36).

En esta organización es criticable el hecho de ubicar como isocromos a un color saturado o puro y a colores con mezcla de blanco o negro. Los autores aclaran esta situación diciendo que por cromaticidad no entienden una cualidad absoluta sino relativa, que se refiere a la máxima pureza que un color puede alcanzar dado su valor de luminosidad.

Como curiosidad, cabe señalar un rasgo que posee el atlas para facilitar la comparación de muestras. Cada color del atlas viene con una pequeña caladura circular, lo cual permite colocar por debajo la muestra que se desea comparar y observar los dos colores yuxtapuestos.

Figura 5.35. Atlas de Villalobos-Domínguez: Julio Villalobos y el círculo cromático con las denominaciones de los tintes.



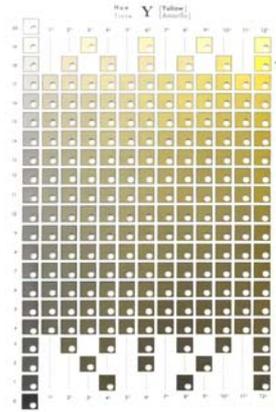


Figura 5.36. Atlas de Villalobos-Domínguez: disposición de los colores en una lámina de tinte constante.

El sistema de Arthur Pope

Arthur Pope fue profesor de arte en la Universidad de Harvard. En su sistema de color, cuyos orígenes se encuentran en los escritos de otro académico de la Universidad de Harvard, Denman Waldo Ross (1912: 38-43), las variables de análisis se denominan *tinte*, *oscuridad* (o valor) e *intensidad*. Los significados, salvo por algunos detalles, son similares a los de las tres variables de Munsell. Los tintes forman un círculo cromático con organización en tríadas. El amarillo (yellow, Y), el azul (blue, B) y el rojo (red, R), considerados como tres colores primarios, se colocan equidistantes en el círculo, como si estuvieran en los vértices de un triángulo equilátero inscripto. En posiciones intermedias se ubican el verde (green, G), púrpura (purple, P) y naranja (orange, O), que vienen a formar un triángulo de tintes secundarios, invertido respecto del anterior. El círculo queda así dividido, en principio, en seis tintes. Entre cada par de tintes vecinos se ubican tintes que son combinación de ambos: amarillo-verde (YG), azul-verde (BG), azul-púrpura (BP), rojo-púrpura (RP), rojo-naranja (RO) y amarillo-naranja (YO), dando como resultado un círculo cromático de 12 tintes (Figura 5.37, arriba).

La variable llamada oscuridad es equivalente al valor de Munsell, salvo que corre en sentido contrario. Pope forma una escala de nueve oscuridades, ubicando el blanco en el nivel 1 (superior) y el negro en el nivel 9 (inferior). Lo interesante es que hace corresponder a los 12 tintes del círculo cromático con el nivel de oscuridad que cada uno naturalmente posee. Así, el amarillo, por ser el tinte más claro, se ubica en el nivel 2, el más cercano al blanco, el amarillo-naranja en el nivel 3, el naranja en el 4, el rojo-naranja en el 5, el rojo en el 6, el rojo-púrpura en el 7 y el púrpura, el más oscuro, en el nivel 8, el más próximo al negro (Figura 5.37, abajo). Siguiendo por el lado opuesto del círculo cromático, los tintes comienzan a subir nuevamente en la escala de oscuridades. Así, el azul-púrpura ocupa el nivel 7, el azul el nivel 6, el azul-verde el 5, el verde el 4, el amarillo-verde el 3, arribando nuevamente al amarillo en el nivel 2.

La intensidad es una variable que presenta un rasgo diferente respecto del cromatismo de Munsell. La intensidad no se refiere, como en aquel caso, a grados absolutos, sino que es relativa. En el perímetro del círculo se ubican los tintes con la máxima intensidad obtenible, a la que se le asigna el 100%. Luego, para cada tinte, la escala de intensidad se construye hacia adentro: 75%, 50%, 25%, hasta llegar al gris correspondiente, el cual tiene 0% de intensidad (Figura 5.38).

Cada familia de colores derivada de un tinte se despliega entonces en un plano triangular, donde la oscuridad varía en vertical y la intensidad en horizontal. El sólido de color se construye reuniendo todos los planos de tinte por su borde en común, la escala de grises (Figura 5.39a y 5.39b).

Figura 5.37. Sistema de Pope: (arriba) círculo cromático con la organización de la variable tinte; (abajo) organización de la variable oscuridad en nueve niveles y correspondencia de cada tinte con los mismos.

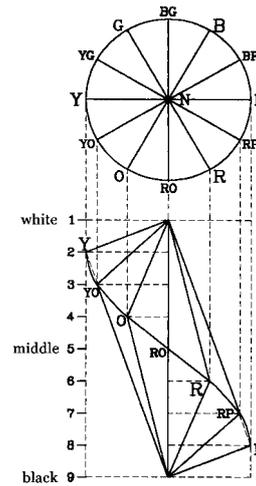


Figura 5.38. Sistema de Pope: organización de la variable intensidad en pasos de igualdad relativa, desde el 100% en un tinte con máxima intensidad hasta el 0% en la escala de neutros.

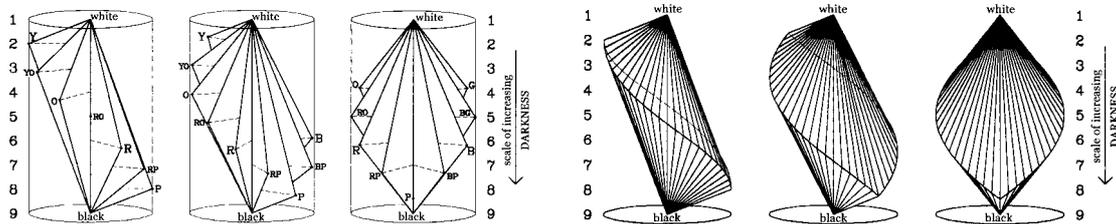
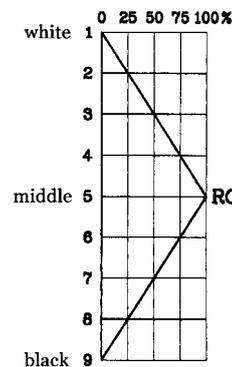


Figura 5.39. Sistema de Pope: dos representaciones del sólido de color; a) la estructura resultante de reunir todos los planos de tinte alrededor del eje de neutros; b) la representación sólida mostrando la superficie exterior.

El sistema DIN

El sistema de color DIN toma su nombre de la sigla del Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización), donde fue desarrollado a partir de 1938, y se transformó en la norma alemana para el color en 1953. Su principal artífice ha sido Manfred Richter. El objetivo fue construir un sistema que superara los inconvenientes del sistema de Ostwald, y especialmente que presentara igual espaciamiento en sus series de colores, que estuviera basado en la colorimetría y fuera aplicable a la industria. Las tres variables mediante las que se organiza el sistema son el *tinte*, el grado de *saturación* y el grado de *oscuridad* (Figura 5.40).

Los tintes (*T*, por *Farbton*) se identifican con números del 1 al 24, comenzando por el amarillo = 1, siguiendo hacia los rojos, azules y verdes hasta el verde-amarillo = 24, con la posibilidad de tener subdivisiones decimales. La saturación (*S*, por

Sättigungsstufe) se extiende desde el 0, para los colores acromáticos o neutros, hasta un número que es variable para cada región de tintes. La escala de oscuridad (*D*, por *Dunkelstufe*) va desde 0, para el blanco ideal y los colores óptimos, hasta 10, para el negro ideal.

El proceso para llegar a un espacio con equidistancia cromática se basó en experimentos con observadores, con el fin de construir escalas psicofísicas con diferencias de color perceptualmente iguales. El sólido que representa la organización general del espacio de color del sistema DIN tiene la forma de un segmento cónico de esfera. En el centro de la esfera (el vértice del sector cónico) se ubica el negro ideal ($D = 10$). Los colores óptimos, incluido el blanco ideal, se encuentran en el casquete esférico superior, con $D = 0$, y el blanco está en el centro del casquete (equivalente al polo norte). En el eje de rotación está la escala de grises.

Para ampliar información sobre el sistema DIN, el lector puede remitirse a Manfred Richter (1952, 1955, 1971), y Richter y Witt (1986).

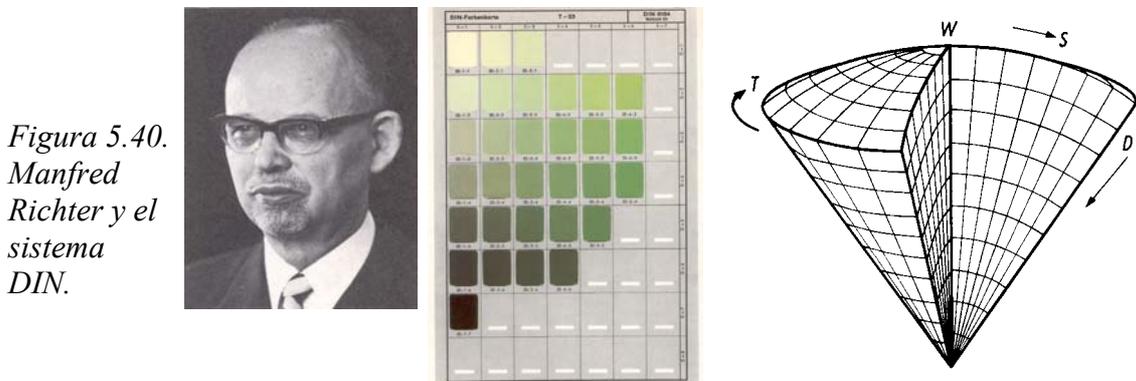


Figura 5.40.
Manfred
Richter y el
sistema
DIN.

El atlas de Hesselgren

El arquitecto sueco Sven Hesselgren desarrolló un sistema que ha sido el antecedente más directo del Sistema Natural del Color, NCS. Hesselgren destaca que lo que intenta ordenar no son los estímulos de color sino los atributos directamente observables de la sensación cromática, y menciona especialmente a Ewald Hering, Arthur Pope y Trygve Johansson como aquellos teóricos cuyas propuestas habían ido en la misma dirección. No obstante, ninguno de ellos llegó a construir un atlas con muestras concretas de color que representara tal sistema, y eso es justamente lo que realiza Hesselgren (1953).

Hesselgren clasifica a los colores en grises y cromáticos, y define para estos últimos la cualidad de tinte. Forma el círculo cromático de tintes disponiéndolos en 4 cuadrantes, con los ejes de oposición amarillo-azul y rojo-verde como divisores de los mismos. Llama primarios a esos cuatro colores, en la medida en que no tienen ningún rastro perceptual de alguno de los otros, y utiliza sus nombres para denominar a los tintes intermedios en cada cuadrante. A partir de las iniciales en inglés —Y (*yellow*, amarillo), R (*red*, rojo), B (*blue*, azul), G (*green*, verde)—, los naranjas se designan como Y-R, los púrpuras y violetas como R-B, los azules verdosos como B-G, y los verdes amarillentos como G-Y. En el círculo cromático de su atlas ubica 24 tintes de la siguiente manera: los 4 primarios como divisores de los cuadrantes, 5 tintes entre el amarillo y el rojo, 7 tintes entre el rojo y el azul, 4 tintes entre el azul y el verde, 4 tintes entre el verde y el amarillo. Para poder designar los tintes intermedios, además de usar

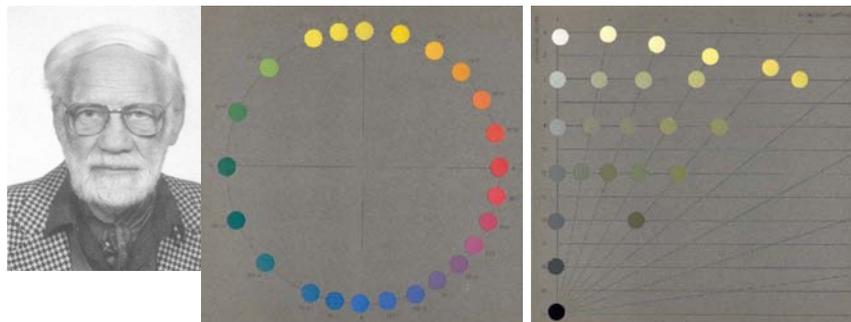
las letras iniciales de los 4 tintes primarios, introduce una división numérica de 24 pasos en cada cuadrante, que hacen un total de 96 posibilidades para la notación del tinte.

Luego ordena las luminosidades de los grises en una escala vertical con 7 muestras, incluyendo blanco y negro (lo cual da como resultado 6 intervalos), y coloca a los colores cromáticos en correspondencia de luminosidad con esa escala de grises. Para poder designar puntos intermedios entre las muestras que aparecen en el atlas, asigna a la escala de luminosidades una numeración de 0 a 24. Las líneas que unen colores de igual luminosidad son horizontales (es decir, perpendiculares a la escala vertical de grises) y paralelas entre sí.

Finalmente clasifica los tonos dentro de cada triángulo de tinte constante según su saturación (concepto que diferencia del de intensidad). Las líneas que unen colores de la misma saturación se abren en forma de abanico a partir del vértice negro. De esta manera, el concepto de saturación resulta diferente de lo que Munsell entiende por croma, o Pope por intensidad (Figura 5.41).

El atlas viene acompañado por cuatro bloques de muestras de color —un bloque para cada color primario— sujetadas en forma de abanico, con un total de 507 muestras de 5 cm por 10 cm. Además, las 507 muestras de color, del mismo tamaño, vienen en cuadernillos de 5 páginas, de las cuales 3 tienen acabado brillante y 2 acabado mate.

Figura 5.41. Sven Hesselgren, el círculo cromático de su atlas y una lámina con el desarrollo de las variables de luminosidad y saturación para un tinte constante.



El Sistema Natural del Color (NCS)

El Sistema Natural del Color (Natural Color System, NCS) fue desarrollado en Suecia desde mediados de la década de 1960, bajo la dirección de Anders Hård y con la colaboración Lars Sivik y Gunnar Tonnquist. Como expresan Hård y Sivik (1981), el NCS es un modelo psicométrico para la descripción del color, así como una aplicación práctica de la teoría de colores oponentes de Hering (1878). Esta teoría, que aparece como rival de la teoría tricromática de Young-Helmholtz, supone, en resumen, que la visión del color funciona por medio de un mecanismo inhibitorio sobre la base de seis sensaciones elementales agrupadas en tres pares de opuestos: blanco-negro (o claro-oscuro), amarillo-azul y rojo-verde. Cada una de estas seis sensaciones primarias se constituye como un punto de referencia mental o cognitivo, y se define por negación de las otras. Así, la sensación de negro se da cuando no existe ningún rastro de la sensación de blanco ni de las cuatro sensaciones cromáticas elementales; cuando percibimos el color elemental amarillo es que no encontramos ningún rastro de rojo, verde, azul, negro o blanco; y de igual manera, cada una de las otras sensaciones elementales de color aparece cuando se inhiben las restantes. Los pares de opuestos funcionan como divisores naturales de las sensaciones de color; uno puede percibir un verde amarillento (que estaría desplazado hacia un lado del eje verde-rojo) o un verde azulado (que estaría

desplazado hacia el otro lado), pero es imposible la existencia de un verde donde se perciba algo de amarillo y algo de azul al mismo tiempo.

En el modelo NCS, los cuatro colores cromáticos —amarillo (*Y*, Yellow), rojo (*R*, Red), verde (*G*, Green) y azul (*B*, Blue)— se disponen en un círculo dividido en cuatro cuadrantes, y este círculo es atravesado por el eje que va del blanco (*W*, White) al negro (*S*, Svart, en sueco, o Schwarz, en alemán). Quedan así formadas trece escalas básicas entre los seis colores elementales: blanco-amarillo, blanco-rojo, blanco-azul, blanco-verde, amarillo-rojo, rojo-azul, azul-verde, verde-amarillo, amarillo-negro, rojo-negro, azul-negro, verde-negro y blanco-negro (Figura 5.42). A lo largo de una de estas escalas elementales, un color intermedio determinado se define por su grado de parecido con cada extremo. En la Figura 5.43 vemos un color que tiene un parecido al amarillo de 70/100 y al rojo de 30/100; por lo tanto tiene amarillez igual a 70 y rojez igual a 30. Como la suma de ambos atributos siempre es 100, es suficiente con indicar el parecido en relación a uno de los colores elementales de los extremos de la escala, por ejemplo Y30R, lo cual significa un amarillo con un 30 por ciento de parecido con el rojo. En el círculo cromático, los tonos intermedios se designan de esta manera, mediante los colores elementales que delimitan cada cuadrante y el grado de parecido a uno de ellos (Figura 5.44). Cada tinte se desarrolla en un triángulo como el de la Figura 5.45. En los vértices de este triángulo tenemos un tinte con croma máximo (*C*), el blanco (*W*) y el negro (*S*). Los atributos correspondientes, que se designan con letras minúsculas, varían de la siguiente manera: el atributo de cromaticidad (*c*) varía de 0 a 100 desde el lado *W-S* hasta el vértice *C*, el atributo de negrura (*s*) varía de 0 a 100 desde el lado *W-C* hasta el vértice *S*, y el atributo de blancura (*w*) —que no es indispensable definir ya que es el complemento de la negrura— varía de 0 a 100 desde el lado *S-C* hasta el vértice *W*. Todos los triángulos reunidos forman un doble cono cuya estructura esquemática ya vimos en la Figura 5.42.

En términos matemáticos, la composición visual de un color determinado (*F*, Farbe en alemán o Fårg en sueco) puede ser expresada por cada uno de sus atributos elementales —negrura, blancura, amarillez, rojez, azulinidad y verdosidad— cuya suma total da 100:

$$F = s + w + y + r + b + g = 100. \quad (1)$$

Siendo

$$y + r + b + g = c, \quad (2)$$

podemos escribir la misma fórmula como

$$F = s + w + c = 100. \quad (3)$$

El tinte es definido en cada cuadrante de la siguiente manera:

$$\varphi_r = \frac{r}{y+r} \times 100 = \frac{r}{c} \times 100, \text{ en el cuadrante } YR, \quad (4)$$

$$\varphi_b = \frac{b}{r+b} \times 100 = \frac{b}{c} \times 100, \text{ en el cuadrante } RB,$$

$$\varphi_g = \frac{g}{b+g} \times 100 = \frac{g}{c} \times 100, \text{ en el cuadrante } BG,$$

$$\varphi_y = \frac{y}{g+y} \times 100 = \frac{y}{c} \times 100, \text{ en el cuadrante } GY.$$

De (3) surge que

$$s + c = 100 - w. \quad (5)$$

Entonces, es suficiente con especificar la negrura (s), la cromaticidad (c) y el tinte (φ). En primer término se determina el tinte en el círculo cromático y en el cuadrante correspondiente (Figura 5.46a); luego, en el triángulo del tinte, se determina la negrura y la cromaticidad (Figura 5.46b).

El objetivo del NCS es describir los colores tales como son vistos por los seres humanos, sin necesidad de ningún tipo de medición instrumental. Inclusive, como la definición de un color se da por sus atributos perceptuales, es decir, por el grado de parecido a cada uno de los colores elementales, y como estos colores elementales funcionan como una especie de referencia mental, ni siquiera se necesita de un atlas con muestras concretas para efectuar la comparación. De hecho, el NCS ha sido utilizado como medio para designar colores desde mucho antes que el Instituto Sueco de Estandarización publicara el Atlas NCS (SIS 1979).

Las críticas que suelen hacerse a los sistemas como el NCS, basados en la teoría de los colores oponentes, pueden resumirse en dos puntos. Una cuestión es el hecho de incluir al amarillo como un color primario, siendo que el mismo puede obtenerse como mezcla aditiva de rojo y verde. El otro aspecto, en cierta forma consecuencia del anterior, es que en la intersección de los tres ejes de oposición coinciden tanto los puntos medios de la combinación blanco-negro y amarillo-azul, que dan neutro, como el punto medio de la combinación rojo-verde, que da amarillo. Los partidarios del NCS y de los sistemas de colores oponentes argumentan que ellos no consideran a los primarios desde el punto de vista de la física o la colorimetría sino como sensaciones psicológicas y que esa es la forma en que la gente percibe naturalmente los colores. Siguiendo este argumento se podría agregar una objeción más: también las personas perciben naturalmente al amarillo como más claro que el azul, y en el NCS el amarillo y el azul aparecen en el mismo nivel respecto de la escala de grises; para responder adecuadamente, el amarillo debería estar en correspondencia con un gris más claro —y en general cada tinte saturado debería corresponderse con el gris con el que naturalmente coincide en luminosidad— como sucede en el sistema de Pope o de Munsell. La defensa respecto de esta objeción es que el NCS no define a los colores en función de la luminosidad sino en función del contenido perceptual de negro y de blanco, y en este sentido tanto el azul como el amarillo, como los otros tintes, en cuanto sensaciones cromáticas puras, no tienen rastro alguno de negro ni de blanco por igual, y por lo tanto no están más cerca del uno que del otro.

El sistema NCS ha ido ganando cada vez mayor difusión y aceptación en todo el mundo. En 1996 se publicó una reseña muy completa de las investigaciones y desarrollos que condujeron a la concreción de este sistema con su atlas, así como algunas de sus aplicaciones (Hård, Sivik y Tonnquist 1996), y en 1997 los tres principales responsables del desarrollo del NCS —Hård, Sivik y Tonnquist— recibieron el premio Judd de la Asociación Internacional del Color, máximo reconocimiento que se otorga cada dos años a los investigadores en color.

Figura 5.42. Sistema Natural del Color (NCS): Anders Hård y la representación esquemática del sólido de color en forma de doble cono.

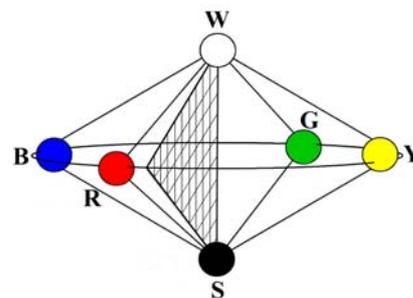
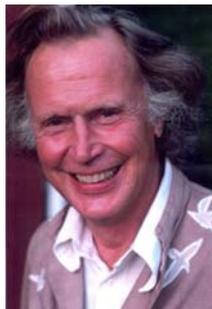
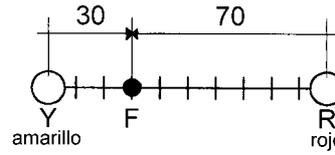


Figura 5.43. Sistema Natural del Color (NCS): escala elemental con grados de parecido entre dos colores.



El color F tiene un parecido al amarillo (Y) de 70/100 al rojo (R) de 30/100
 Por lo tanto, tiene amarillez $y = 70$ y rojez $r = 30$

Figura 5.44. Sistema Natural del Color (NCS): círculo cromático con la designación de los tintes.

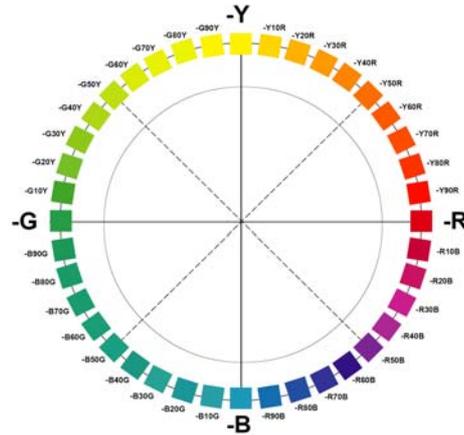


Figura 5.45. Sistema Natural del Color (NCS): triángulo con colores de tinte constante y variación de negrura s y cromaticidad c .

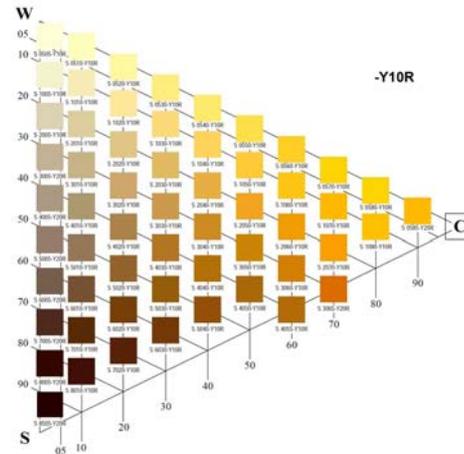
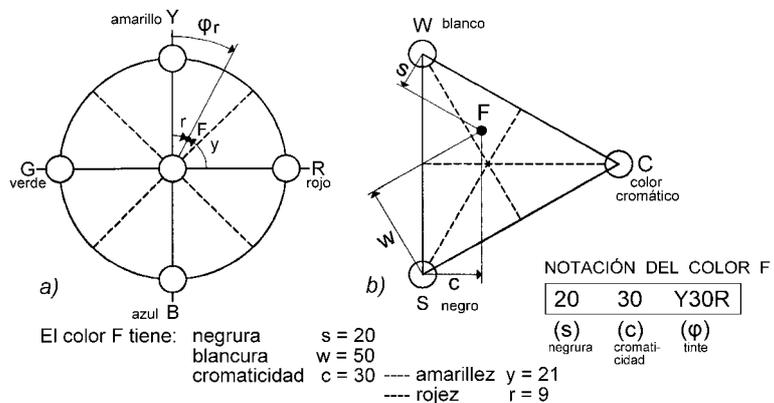


Figura 5.46. Sistema Natural del Color (NCS):
 a) determinación del tinte en el cuadrante correspondiente del círculo cromático;
 b) determinación de la negrura s , la blancura w y la cromaticidad c en el triángulo de tinte constante.



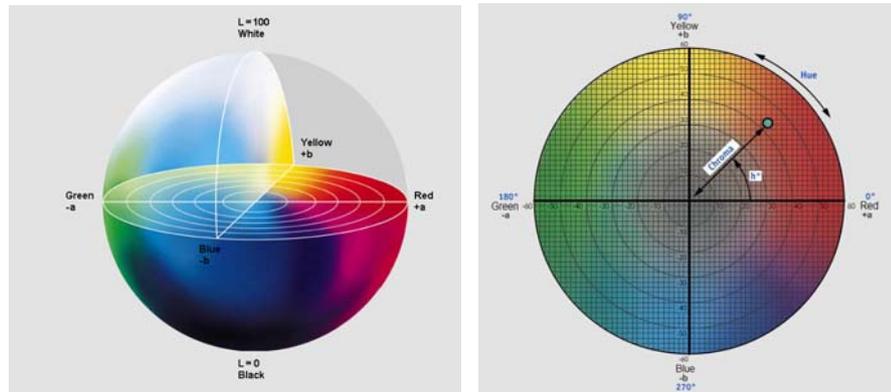
El sistema CIELAB

La búsqueda de un espacio de color uniforme derivó en la recomendación de 1976 de la CIE para el uso de dos espacios cromáticos: el CIELUV y el CIELAB. El espacio CIELAB (o CIE $L^*a^*b^*$) tiene algunas de las cualidades del sistema Munsell, en cuanto a la mayor homogeneidad en las diferencias de color, y se desarrolla mediante un conjunto de tres coordenadas cilíndricas, para tinte, croma y luminosidad. Cualquier diferencia de color puede especificarse sobre la base de estas tres coordenadas (Figura 5.47a).

Este es el sistema que se ha venido empleado por excelencia en la industria, con la finalidad de especificar colores, medir diferencias de color, establecer tolerancias y rangos de aceptabilidad, y ejercer el control de calidad de color. Todos los equipos de medición del color producidos desde fines de la década del setenta hasta la actualidad incluyen las variables CIELAB.

La variable L^* representa el eje de luminosidad, desde 0 para el negro hasta 100 para el blanco, a^* representa el eje de oposición entre rojo (+a) y verde (-a), y b^* representa el eje de oposición entre amarillo (+b) y azul (-b). Las coordenadas a^* y b^* determinan la ubicación de un color en el diagrama bidimensional de cromaticidad (Figura 5.47b), y con la coordenada L se completa la determinación de la ubicación absoluta en el espacio tridimensional. La distancia entre la posición de dos colores en el espacio marca la diferencia de color que existe entre ambos, que se indica con la letra griega delta mayúscula (Δ). Esta diferencia puede expresarse con referencia a cada una de las coordenadas: Δa^* , Δb^* o ΔL^* .

Figura 5.47. El sistema CIELAB; a) representación espacial; b) representación del diagrama bidimensional de cromaticidad, con las coordenadas a^* y b^* .



El sistema Coloroid

El sistema Coloroid, desarrollado en la Universidad Tecnológica de Budapest, es una herramienta apropiada para abordar los problemas relacionados con el color en el diseño ambiental, según las palabras de su autor, Antal Nemcsics. Si otros sistemas, como por ejemplo el Munsell, intentan una igualdad perceptual en el espaciamiento de los colores, el sistema Coloroid apunta a una uniformidad desde el punto de vista estético. Más que a partir de la habilidad del ojo para distinguir diferencias de color entre un punto de una escala y el siguiente, el espacio Coloroid ha sido construido sobre la base de juicios de miles de observadores referidos a la variación uniforme en la totalidad de cada escala.

Las variables utilizadas son el tinte (A), la saturación (T) y la luminosidad (V), dispuestas como dimensiones en referencia a un cilindro ortogonal. Los colores acromáticos, del blanco al negro, se ordenan en forma lineal en el eje vertical del cilindro; los colores de igual luminosidad se ubican sobre planos horizontales,

perpendiculares al eje del cilindro; los colores de igual saturación se ubican sobre láminas cilíndricas con sus puntos equidistantes del eje; los colores de igual tinte se ubican sobre las mitades de los planos definidos por secciones axiales verticales del cilindro (Figura 5.48).

La serie de colores del espectro y los púrpuras que se obtienen por mezcla del rojo y violeta espectrales se ubican como colores límite, siguiendo un circuito elíptico definido por la intersección de un plano inclinado y la superficie exterior del cilindro. En este circuito se adoptan 48 tintes básicos, cuya distribución, que desde el punto de vista geométrico aparece como desigual, responde al principio de equidistancia estética (Figura 5.49a). Estos 48 tintes se identifican por números, y cada dominio de color comienza en una decena distinta; como se definen siete dominios, en cada uno de los cuales hay 7 tintes básicos —a excepción del dominio de los rojos en el que son 6—, la numeración comienza en el 10 y termina en el 76, quedando números sin utilizar entre un dominio y el siguiente. En los extremos del eje acromático se colocan el blanco y el negro absolutos. Estos dos puntos y el circuito elíptico de colores límite (Figura 5.49b) se unen por medio de curvas, todo ello delimitando una porción del cilindro que define el *espacio de color Coloroid*. En este espacio de color se encuentran incluidos todos los colores perceptibles, ya que más allá de los colores espectrales y del negro y blanco absolutos no hay sensaciones de color posibles. Tanto el eje vertical como los radios de este espacio se dividen en 100 partes iguales (Figura 5.50); la luminosidad varía entre 0 (negro absoluto) y 100 (blanco absoluto), y la saturación varía entre 0 (acromático) y 100 (máxima pureza de los colores espectrales y los púrpuras).

Ahora bien, los colores de superficie, es decir, los colores que vemos habitualmente en los objetos que nos rodean —cuya saturación no llega a igualar la pureza de los colores espectrales y cuya luminosidad está siempre por debajo del blanco absoluto y por encima del negro absoluto— son solo una parte de la totalidad de colores perceptibles, y en el sistema Coloroid se encuentran delimitados como una parte del espacio de color. Esta parte forma lo que se denomina el *sólido de color Coloroid*, cuyos límites definen una forma irregular y nunca llegan al punto 100 de las escalas de saturación y de luminosidad. En la Figura 5.51a podemos ver una axonometría de este sólido de color incluido dentro del espacio de color, y en la Figura 5.51b, una proyección horizontal donde se puede apreciar claramente el borde de las saturaciones máximas obtenibles para colores de superficie. La irregularidad de este borde se debe a que las saturaciones máximas obtenibles varían para cada tinte, algo que ya vimos en el sistema Munsell. El atlas publicado del sistema Coloroid (Nemcsics 1988), que contiene 1.647 muestras concretas de colores de superficie, es una representación del sólido de color. No obstante, este atlas presenta solo algunos de los colores incluidos en el sólido de color ya que, siendo un modelo real, la variación del color en él es discreta, mientras que en el sólido, que es un modelo teórico, la variación del color es continua (Figura 5.52).

Cada color se identifica por las coordenadas de tinte, saturación y luminosidad. La coordenada de tinte ubica al color en cuestión en un punto determinado del circuito cromático, en relación a una determinada longitud de onda dominante; la coordenada de saturación lo ubica respecto de su distancia perpendicular al eje acromático, según la escala de 100 divisiones; la coordenada de luminosidad lo ubica respecto de su distancia del negro absoluto medida en forma paralela al eje acromático según la escala de 100 divisiones. Los colores se denominan entonces mediante tres números que indican su tinte, saturación y luminosidad, en ese orden; por ejemplo, 52-8-75 es un azul de baja saturación y luminosidad alta, es decir un azul grisáceo claro.

Todos los colores en el sistema Coloroid se consideran como una mezcla entre un tinte límite determinado (alguno de los colores espectrales o los púrpuras) y el negro y blanco absolutos. Los componentes de cada color son el contenido de tinte, el contenido de blanco y el contenido de negro, cuya suma es siempre igual a la unidad. Como en la práctica esta mezcla se realiza con discos giratorios, en los cuales no es posible utilizar colores espectrales ni blanco y negro absolutos, los componentes de mezcla para obtener un color determinado son tres colores de superficie cuyos valores de saturación y luminosidad sean conocidos: un color del mismo tinte pero de mayor saturación, un blanco que sea más claro y un negro que sea más oscuro que el color en cuestión. Estos tres componentes se disponen en un disco giratorio, variando las proporciones hasta obtener el color deseado. Luego se miden las proporciones de cada componente y, conociendo el tinte, la saturación y la luminosidad de los componentes, se puede calcular el tinte, la saturación y la luminosidad de la mezcla obtenida. Si no se dispone del mismo tinte, se elige un tinte a la derecha y uno a la izquierda para obtenerlo por mezcla; en este caso intervienen cuatro componentes en la mezcla total.

Entre los rasgos destacables del sistema Coloroid podemos señalar la diferenciación que presenta entre un espacio de color, que contiene todos los colores perceptibles, y un sólido de color, que contiene solo los colores de superficie con los cuales habitualmente trabajan los arquitectos y diseñadores del medio ambiente. Este es un concepto muy rico que no aparece tan claramente definido en otros sistemas de ordenamiento del color. Quien desee profundizar más sobre el sistema Coloroid puede hallar descripciones más completas en Nemcsics (1980, 1987, 1990 [1993: 82-103]).

Figura 5.48. Antal Nemcsics y el esquema de la organización cilíndrica del sistema Coloroid, con el eje vertical AX de los colores acromáticos, una sección radial vertical AA de tinte constante, una sección horizontal VV de luminosidad constante y una lámina cilíndrica TT de saturación constante.

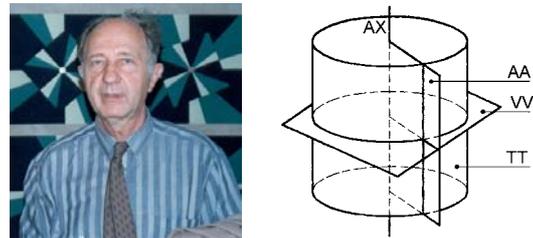


Figura 5.49. Sistema Coloroid: a) circuito cromático de colores límite con 48 tintes distribuidos en 7 dominios; b) cilindro envolvente con la elipse HS que marca la ubicación del circuito de colores límite.

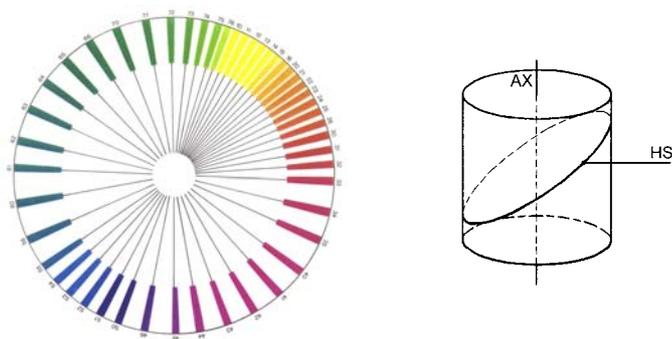


Figura 5.50. Sistema Coloroid: el espacio de color que incluye todos los colores perceptibles es una parte del cilindro envolvente que está confinada por el circuito elíptico de colores límite y las curvas que lo conectan con el negro y el blanco. El eje acromático y los radios se dividen en 100 partes.

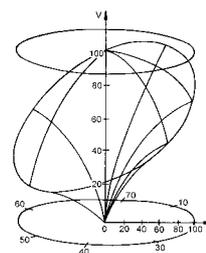


Figura 5.51. Sistema Coloroid: a) el sólido de color que organiza los colores de superficie es, a su vez, una parte del espacio de color; b) la proyección horizontal de este sólido de color muestra sus límites irregulares dentro del espacio de color que se proyecta como un círculo.

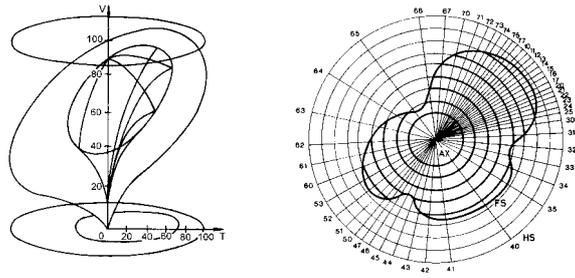
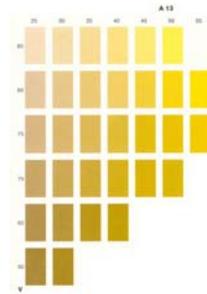


Figura 5.52. Sistema Coloroid: un plano de tinte constante del atlas.



El atlas de Küppers

El ingeniero e impresor alemán Harald Küppers ha publicado un atlas de utilidad específica para las artes gráficas y la industria de la impresión, con más de 5.500 matices (Küppers 1978). Las muestras de color de este atlas han sido producidas por la técnica de impresión de cuatricromía, mezclando las cuatro tintas transparentes de impresión, amarillo, magenta, cian y negro, con la intervención del fondo blanco del papel. Por ello, las muestras no tienen la precisión colorimétrica que poseen otros atlas con muestras pintadas.

La gradación de las mezclas se expresa en porcentajes que equivalen concretamente a la proporción de superficie cubierta por cada tinta, de manera que esta notación sirve no solo para nombrar los diferentes matices sino también como fórmula para producir los colores. La variación se produce con diferencias del 10 por ciento entre un matiz y el vecino, y entre una tabla y la siguiente.

Las tablas de colores publicadas se dividen en cinco series, tres denominadas de mezcla acromática debido a la intervención del negro y dos denominadas de mezcla cromática debido a la intervención exclusiva del amarillo, magenta y cian (Figura 5.53). En las tres primeras series, a una mezcla de dos tintas cromáticas con pasos del 10 por ciento que se mantiene constante para toda la serie, se le va agregando negro en tablas sucesivas y también con pasos del 10 por ciento. En la cuarta serie, a una mezcla de dos tintas cromáticas (magenta y cian) que se mantiene constante para toda la serie, se le va agregando amarillo en tablas sucesivas. Las series uno a cuatro constan de once tablas, con 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 99% de la tinta que se agrega a la mezcla binaria fija. La quinta serie consta de dos tablas adicionales: una con mezclas amarillo-cian y el 99% de magenta, y otra con mezclas amarillo-magenta y el 99% de cian.

Küppers también representa el sistema como un espacio tridimensional en forma de romboedro, constituido por un tetraedro superior, un octaedro central y un tetraedro inferior. En el vértice más alto del tetraedro superior se ubica el blanco, y en su base, los tres primarios sustractivos: amarillo, magenta y cian. Esta base es también una de las caras del octaedro central. La cara triangular inferior del octaedro tiene los tres colores que resultan de la mezcla de a pares de los tres primarios sustractivos: verde (amarillo

con cian), rojo (amarillo con magenta) y azul (cian con magenta). Esta cara es a su vez compartida con el tetraedro inferior, en cuyo vértice más bajo se ubica el negro (Figura 5.54).

Figura 5.53.
Harald Küppers,
el modelo en
forma cúbica de
su atlas y una
página del mismo.



Figura 5.54. El modelo romboédrico
de Küppers.



El espacio de color de Gerritsen

El holandés Frans Gerritsen propone una alternativa a la aparentemente irreconciliable disyuntiva entre un espacio de colores oponentes y un espacio tricromático, construyendo un sistema donde tiene cabida tanto la oposición de los pares blanco-negro, amarillo-azul y rojo-verde, como la tríada rojo-verde-azul (Gerritsen 1989).

La línea que une al blanco con el negro se ubica, como es habitual, en el eje vertical del esquema, que corresponde a la variación de luminosidad. En una escala de longitudes de onda, en la zona de onda corta aparece el azul ultramar, luego sigue el verde, el amarillo y finalmente, en la zona de onda larga, el rojo (Figura 5.55a). Gerritsen quiebra esta escala en el punto del amarillo y hace girar 90 grados al segmento que va del verde al rojo (Figura 5.55b). De esta manera el rojo y el verde quedan como oponentes pero con centro en el amarillo, respondiendo a lo que sucede con la mezcla de luces. Luego une el extremo azul con el verde y el rojo, formando un triángulo equilátero en cuyo baricentro se encuentra el punto neutro o acromático (Figura 5.55c). El esquema se completa trazando las medianas que parten del verde y del rojo, y ubicando el cian en el punto medio del lado verde-azul y el magenta en el punto medio del lado rojo-azul.

Entonces, los primarios aditivos de la teoría tricromática —rojo, verde y azul— quedan ubicados en los vértices del triángulo y el amarillo aparece en el punto medio del par de opuestos rojo-verde. Podemos notar además que el amarillo y el azul quedan como oponentes con centro en el punto acromático.

Manteniendo el esquema triangular, los tintes se colocan equidistantes del centro neutro, formando así un círculo cromático (Figura 5.56). Finalmente, los tintes se hacen corresponder, según su luminosidad intrínseca, con los valores del eje vertical negro-blanco que ha sido dividido en 20 niveles, quedando conformado el sólido que muestra la Figura 5.57. Tomando como referencia el nivel 10, que corresponde al gris medio, vemos que el verde aparece un nivel por debajo, el magenta un nivel por encima, el rojo tres niveles por debajo, el cian tres niveles por encima, el azul cinco niveles por debajo

y el amarillo cinco niveles por encima. Nótese que los tintes opuestos en el círculo se ubican a igual cantidad de escalones por encima y por debajo del nivel medio, de manera que una recta que los conecte pasará por el gris del nivel 10. Este espacio cromático aparece también explicado —y ejemplificado con láminas en color— en Gerritsen (1975 [1976: 83-109]).

Figura 5.55. Espacio de color de Gerritsen: a) escala de longitudes de onda; b) esta escala es quebrada en el punto del amarillo y el segmento del verde al rojo es girado 90 grados; c) uniendo los puntos extremos se forma un triángulo equilátero.

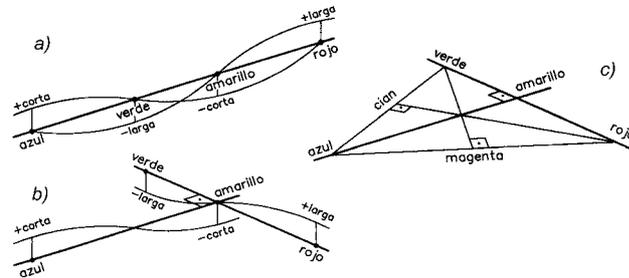


Figura 5.56. Espacio de color de Gerritsen: circuito cromático a partir del triángulo con los tres primarios aditivos.

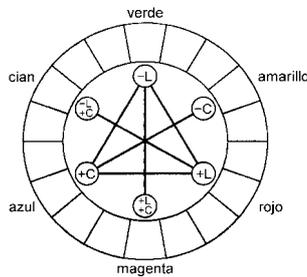
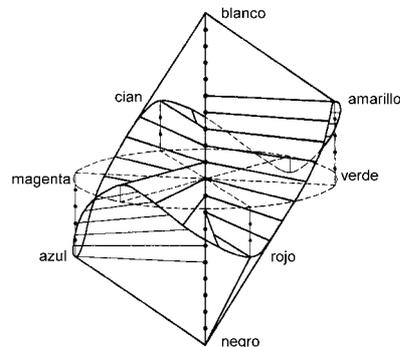


Figura 5.57. Espacio de color de Gerritsen: sólido de color, con el eje acromático y los tintes del circuito cromático ubicados según sus valores de luminosidad.



El sistema japonés PCCS

La carta de colores armónicos y el sólido PCCS japonés, cuyo nombre viene de las iniciales de Practical Color Coordinate System (JCRI 1991), tiene como variables el tinte, la luminosidad y la saturación.

El círculo de tintes se divide en 24 partes, que se designan el número correspondiente acompañado con las iniciales en inglés, donde el 2 corresponde al rojo *R*, el 5 al naranja *O*, el 8 al amarillo *Y*, el 12 al verde *G*, el 17 al azul *B*, el 20 al violeta *V*, y el 22 al púrpura *P* (Figura 5.58). Los tintes de máxima saturación, llamados vívidos, se corresponden con la escala de grises de acuerdo con su luminosidad, de forma que el circuito cromático adopta la forma elíptica en un plano inclinado.

La escala de luminosidad se divide en 17 niveles entre blanco y negro, entre el valor 1,5 para el negro y el valor 9,5 para el blanco, con saltos de 0,5 en cada paso; de manera tal que el gris medio vale 5,5. Con el fin de facilitar designaciones verbales sistemáticas,

se emplean también los adjetivos *oscuro* y *claro* entre el gris medio y el negro y blanco, respectivamente. Para la escala de grises, la secuencia es: negro, gris oscuro, gris, gris claro, blanco. Pero las designaciones claro y oscuro también se utilizan para los matices cromáticos.

La escala de saturación va desde 0, para los grises, hasta 9, para los colores vívidos, de máxima saturación. También la escala numérica de saturación se complementa con adjetivos, tales como grisado, pálido, suave, apagado, fuerte, profundo y vívido, aunque algunas de esas denominaciones sintetizan en realidad una determinada combinación de saturación y luminosidad (Figura 5.59a). Así, por ejemplo, pálido responde a un color grisado claro. En un triángulo de tinte constante, pueden distinguirse las oposiciones según los ejes pálido/profundo, brillante/oscurο, grisado/vívido (Figura 5.59b).

La Figura 5.59c muestra la variación conjunta de luminosidad y saturación para un tinte naranja, y la Figura 5.60 presenta la disposición de las tres variables y la forma general del sólido de color, donde se observa la ubicación de los colores vívidos de cada tinte en relación con los niveles de luminosidad.

La presentación del PCCS se hace estableciendo las comparaciones o equivalencias con las escalas Munsell para tinte, valor y croma, y se destaca la diferencia entre el croma Munsell, con longitud variable para distintos tintes, y la saturación PCCS, que llega hasta 9 para todos los tintes por igual. La publicación de 1991 viene acompañada de un abanico con 158 muestras de 3 cm por 12 cm.

Figura 5.58. Practical Color Coordinate System, PCCS: círculo cromático.

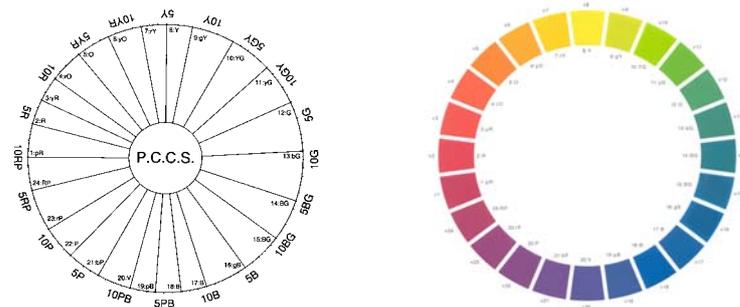


Figura 5.59. Practical Color Coordinate System, PCCS:
 a) diagrama de un plano genérico de tinte constante con las designaciones verbales;
 b) ejes de oposición;
 c) ejemplo de plano de tinte constante.

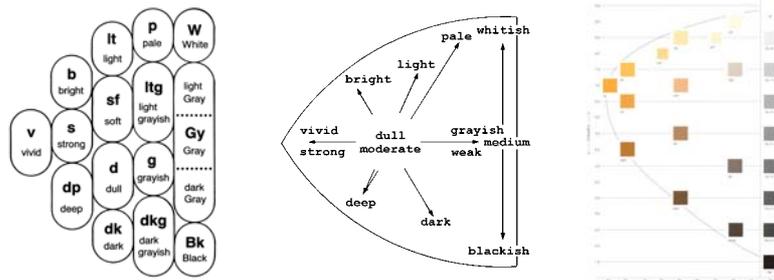
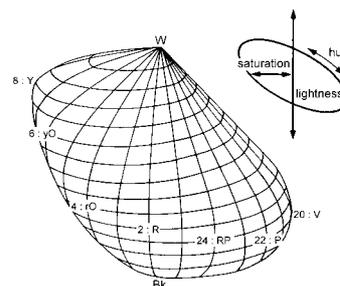


Figura 5.60. Practical Color Coordinate System, PCCS: sólido de color y variables.



Otros sistemas de ordenamiento del color

Además de los sistemas descritos o mencionados hasta aquí, existen muchos otros. Si bien no desarrollaremos una explicación, daremos al menos una breve referencia de algunos, concentrándonos principalmente en los que han surgido en el siglo XX.

El primer sistema de forma cúbica del que se tiene referencia fue desarrollado por el arquitecto inglés William Benson en la segunda mitad del siglo XIX, e intenta responder tanto a las leyes de mezcla aditiva como sustractiva, aunque el ordenamiento resulta algo difícil de entender (véase Benson 1868). En cambio, el cubo de Alfred Hicethier está claramente basado en la mezcla tricromática sustractiva —al igual que el posterior sistema de Küppers— y tiene utilidad principalmente para la industria gráfica (véase Hicethier 1952, 1963).

Entre los sistemas que sirvieron de fundamento al Sistema Natural del Color actual, en Suecia, además del atlas de Hesselgren, que fue explicado en el apartado 3.8, hay que mencionar el sólido desarrollado por Tryggve Johansson (véase Johansson 1937, Hesselgren 1967 [1973: 61-64]).

En 1947 la Optical Society of America formó un comité presidido por Deane B. Judd, que durante varias décadas se dedicó a desarrollar un sistema que tuviera un espaciado visual lo más uniforme posible, dando como resultado el sistema OSA-UCS (Optical Society of America - Uniform Color Scales), en forma de cubo-octaedro. La producción de las muestras de color de este sistema se completó en 1976, ya bajo la dirección de David L. MacAdam (véase Nickerson 1981, Billmeyer 1981, 1987, Lozano 1996).

Otros sistemas del siglo XX que se pueden mencionar son el círculo y esfera cromática de Johannes Itten, que parece retrotraerse al sistema de Runge (véase Itten 1961), y el sistema y atlas de color suizo de Aemilius Müller (véase Müller 1962, Spillmann 2001).

Existen también varios sistemas desarrollados por empresas comerciales. Un ejemplo de ellos es el ACC (Acoat Color Codification), publicado por la empresa Akzo Coatings en Holanda en 1978 y aplicado por la compañía Sikkens en su colección de colores (véase, por ejemplo, Düttmann, Schmuck y Uhl 1980 [1982: 73]).

CLASIFICACIÓN, COMPARACIONES Y EVALUACIÓN

Veamos en primer lugar algunos aspectos comparativos entre los sistemas de Munsell y Pope, los cuales pueden ser utilizados en las distintas disciplinas relacionadas con las artes plásticas y el diseño. La mayor difusión y el uso más generalizado del sistema Munsell se debe, en parte, a la continuidad en la publicación de su atlas de colores, que ha seguido perfeccionándose y completándose a lo largo de los años. Cualquier muestra de color puede referirse, por comparación, a una muestra del atlas y a su notación correspondiente, lo cual resulta de suma utilidad en la especificación de colores por parte de un diseñador. Pope, en cambio no publicó un atlas que sea directamente utilizable. Su sistema ofrece más bien un modelo simple, rápidamente aprehensible y bastante exacto para pensar el color.

El concepto de croma en Munsell, cuya variación es desarrollada en saltos visualmente iguales, es tomado como distancia absoluta al eje neutro. El sólido de color se construye de adentro hacia afuera y el borde exterior queda abierto. Esto tiene la ventaja de que, toda vez que para determinado tinte pueda obtenerse un pigmento de

mayor pureza, es posible agregar un nuevo escalón de croma sin alterar los existentes. En el sólido de Pope, como hemos visto, la intensidad —la variable equivalente al croma— es relativa. En el borde del círculo cromático se ubican los tintes en su intensidad máxima. El sólido se construye de afuera hacia adentro y, siendo que algunos tintes necesitan mayor cantidad de pasos de igualdad absoluta para arribar al gris que otros, los cuatro saltos de intensidad (100% - 75% - 50% - 25% - 0%) para los diferentes tintes solo resultan proporcionalmente (o relativamente) iguales. Es decir que la intensidad 50%, por ejemplo, solo representa la intensidad media de un tinte respecto de aquella que se tomó como intensidad máxima. El inconveniente que esto presenta es que si se logra mejorar algún tinte obteniendo una mayor pureza, en lugar de simplemente agregarlo, como en el caso de Munsell, hay que reconstruir hacia adentro toda la escala de intensidades.

Joy T. Luke (1976) hace también un análisis comparativo de los sistemas de Munsell y Pope, incluyendo además el sistema de Ostwald en la evaluación. La bibliografía sobre análisis históricos, comparativos o clasificatorios de sistemas de ordenamiento del color es bastante extensa; podemos mencionar, además de las referencias ya hechas, los artículos de Spillmann (1985), Nemcsics (1993, 1993a), Robertson (1993), Albrecht (1993), Sivik (1993) y Tonnquist (1993a), y secciones de los libros de Déribéré (1958 [1964: 20-37]), Fabris y Germani (1972 [1973: 55-65]), Hesselgren (1967 [1973: 58-68]) y Gerritsen (1975 [1976: 19-24]). Además, la Asociación Internacional del Color dedicó un congreso entero al tema de los sistemas de ordenamiento del color (AIC 1983) y mantuvo desde 1978 hasta 1990 un grupo de estudio sobre este tema, presidido sucesivamente por Günter Wyszecki, Fred Billmeyer, James Bartleson y William N. (Nick) Hale (véase Billmeyer 1987a).

Especialmente interesante es el análisis que realiza Billmeyer (1987), quien traza la historia y los principios de varios sistemas, establece comparaciones y diferencias y brinda datos sobre los intentos de conversión de notaciones entre varios de ellos. Entre otras cuestiones, marca las diferencias fundamentales entre el sistema de Ostwald y el NCS. El lector habrá notado que parecen iguales en varios aspectos; no obstante, los principios sobre los que están contruidos los hacen diferentes más allá de la forma exterior. El principio ordenador de Ostwald es la mezcla óptica mediante discos giratorios, mientras que en el NCS lo que cuenta es la evaluación perceptual de las personas. Esto hace que, por ejemplo, el azul y el verde de Ostwald —que deben cumplir el requisito de neutralizarse en gris con sus complementarios— sean completamente diferentes del azul y el verde del NCS y que, fundamentalmente, las dimensiones de contenido de blanco y contenido de negro de Ostwald —que se refieren concretamente a porciones de color en los discos— tengan un significado muy diferente al de los atributos de blancura y negrura del NCS.

William Hale (1989) discute los usos de los sistemas de ordenamiento del color, tanto de los que tienen una base científica o teórica importante como de aquellos más pragmáticos o con específico interés comercial. Tonnquist (1989) ofrece un criterio para clasificar los sistemas de ordenamiento del color. Los divide en: a) *físicos*, aquellos que tienen como referencia muestras reales y que solo existen en función de un atlas o una carta de colores; b) *psicofísicos*, aquellos cuya definición está dada por valencias para un conjunto de puntos en un espacio de color y cuya definición solo es válida para una combinación dada de observador, iluminante e instrumento de medición, como por ejemplo el sistema CIE; c) *perceptuales*, aquellos definidos en términos de perceptos elementales de color, referencias mentales de ciertos colores básicos que sirven para describir todos los demás colores, como por ejemplo el NCS.

En la actualidad, algunos países han adoptado determinados sistemas de color como normas de estandarización nacionales. Así, Alemania se rige por el sistema DIN, Estados Unidos por el Munsell, y Suecia junto con otros países escandinavos por el NCS. Ningún sistema de color goza de la aceptación como norma internacional. En el Sexto Congreso de la Asociación Internacional del Color tuvo lugar una discusión específica sobre si algún sistema en particular era mejor que los demás (AIC 1989, vol. I: 163-172). La conclusión fue que no existe un sistema en especial que sea *el* mejor para todas las aplicaciones, que pueden cubrir campos tan diferentes como la enseñanza del color, la práctica artística en disciplinas como la fotografía, la pintura y las artes plásticas en general, la práctica profesional en las diversas ramas del diseño —arquitectónico, gráfico, industrial, textil, del paisaje etc.—, la especificación del color en materiales tan disímiles como papel, telas, cuero, plásticos, metales, o en industrias complejas como la automotriz o la alimenticia, la reproducción del color en televisión, video y monitores de computadoras, etc.; algunos sistemas son más útiles que otros para determinados problemas. En el Séptimo Congreso de la AIC también se organizó una mesa redonda sobre sistemas de ordenamiento del color (AIC 1993, vol. A: 173-174), en la cual hubo consenso sobre algunos puntos; entre ellos: a) que las muestras físicas de colores, si bien son útiles, no son esenciales para un sistema de color, y b) que en grandes líneas los sistemas pueden dividirse en dos tipos, sistemas de apariencia del color (un ejemplo típico sería el NCS) y sistemas de estímulos de color (un ejemplo sería el CIE).

Para concluir, y ampliar las fuentes donde el lector interesado puede recabar más información, cabría mencionar algunas de las publicaciones que se dedican a describir, analizar y comparar diversos sistemas de ordenamiento de color, tales como las de Stromer y Baumann (1996), Silvestrini, Fischer y Stromer (1998), la CIE (2001), Spillmann (2001a), Stromer (2002) y Kuehni (2003). Asimismo, hay por lo menos dos excelentes sitios web que se pueden consultar: www.colorsystem.com y www.colormodels.com.

CAPÍTULO 6

ARMONÍAS CROMÁTICAS: RELACIONES SINTAGMÁTICAS

INTRODUCCIÓN

La idea de que sobre colores como sobre gustos no hay nada escrito es una concepción bastante arraigada en la conciencia de la gente común. Cuando se habla de ello se piensa particularmente en que poco o nada puede decirse —que tenga validez más allá del gusto subjetivo— acerca del uso y las combinaciones de color desde el punto de vista de la belleza o la estética. Cuestiones como las leyes de armonización de colores constituyen un campo bastante desconocido, incluso para las personas que acostumbran trabajar combinando colores, como los diseñadores. Nadie que trabaje sobre música piensa que la armonía musical es algo que no merece estudio serio, ni se asombra de que existan rigurosos tratados sobre este tema, ni piensa que se puede ser un compositor sin dominar las reglas de la combinación de sonidos. En cambio, son escasos los profesionales del diseño que han recibido alguna formación respecto de la armonía del color, siendo que la combinatoria del color es un factor sumamente importante en su trabajo.

Según la noción clásica, la gramática es aquella parte de la lingüística que se ocupa del estudio de las clases de palabras y sus relaciones y reglas de combinación para formar frases correctas. Pero el término “gramática” ha sido utilizado también fuera de la lingüística, para referirse a los principios y reglas que gobiernan la producción de signos y su combinación en cualquier ciencia, arte o técnica. Desde el momento que tenemos el universo de los colores ordenado por medio de algún sistema —como cualquiera de los innumerables sistemas de ordenamiento del color que se han desarrollado principalmente en los siglos XIX y XX (como se vio en el capítulo 5)— y que, como veremos, es posible desarrollar reglas que nos guíen en la combinatoria de colores, podemos entonces hablar de una gramática del color. Cerrato destaca que las dos principales finalidades de los sistemas de ordenamiento del color han sido: “hacer posible la identificación objetiva de cualquier color, e indicar qué colores armonizan entre sí” (2004: 31).

LAS ARMONÍAS DE OSTWALD

Para Ostwald solo pueden resultar armoniosos aquellos colores cuyos atributos están en una relación simple, relación que puede estar dada por diferentes tintes con igualdad en contenido de blanco y contenido de negro, escalas de igual contenido de blanco, escalas de igual contenido de negro o escalas de igual cromaticidad. Jacobson, Granville y Foss (1948: 21-36) describen los principios de armonía imaginados por Ostwald.

1. *Las armonías de grises*: La armonía más simple se da en la escala de grises. Las combinaciones pueden hacerse con intervalos iguales, sean pequeños o grandes, o con intervalos desiguales, en aumento o disminución.

2. *Las armonías de igual contenido de blanco:* En el sólido de color de Ostwald las líneas paralelas al borde inferior de los triángulos de tinte, que se mantienen a distancia constante del blanco (a), señalan colores de igual contenido de blanco. Estas series forman de por sí progresiones ordenadas (Figura 6.1).

3. *Las armonías de igual contenido de negro:* En el sentido inverso, las líneas paralelas al borde superior de los triángulos de tinte, que se mantienen a distancia constante del negro (p), forman progresiones ordenadas con igual contenido de negro (Figura 6.2).

Figura 6.1. Ostwald: armonías de igual contenido de blanco.

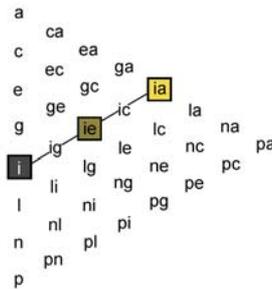
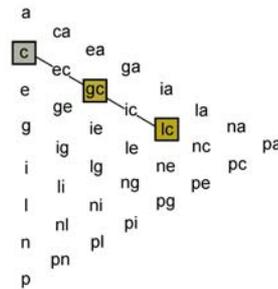


Figura 6.2. Ostwald: armonías de igual contenido de negro.



4. *Las series de igual cromaticidad:* Si en los triángulos de tinte se toman líneas verticales, que se mantienen a distancia constante del eje neutro, se obtienen series de colores con igual cromaticidad, también llamadas series de sombras porque son las secuencias que se dan en los objetos coloreados cuando reciben sombras de distinta intensidad (Figura 6.3).

5. *Otras armonías monocromáticas:* Se pueden lograr combinando dos series distintas, por ejemplo una de igual contenido de blanco y una de igual contenido de negro, que tengan algún color en común (Figura 6.4).

Figura 6.3. Ostwald: series de igual cromaticidad.

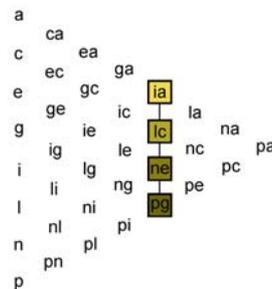
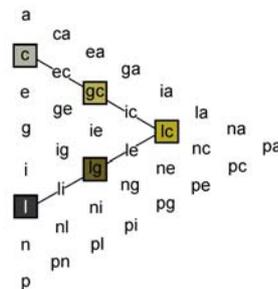
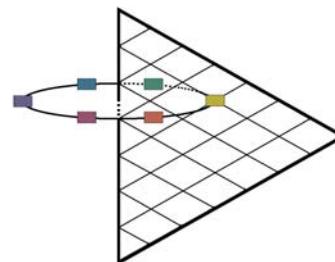


Figura 6.4. Ostwald: armonías monocromáticas combinando series distintas.



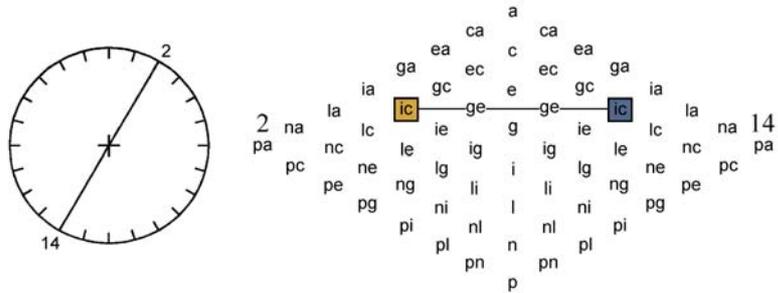
6. *Círculos de igual contenido de blanco e igual contenido de negro:* Si el sólido de color es seccionado por planos horizontales, se encuentran colores de distinto tinte que poseen contenido de blanco y contenido de negro constante. Dentro de éstos, se pueden seleccionar tintes complementarios o vecinos (Figura 6.5).

Figura 6.5. Ostwald: círculos de igual contenido de blanco e igual contenido de negro.



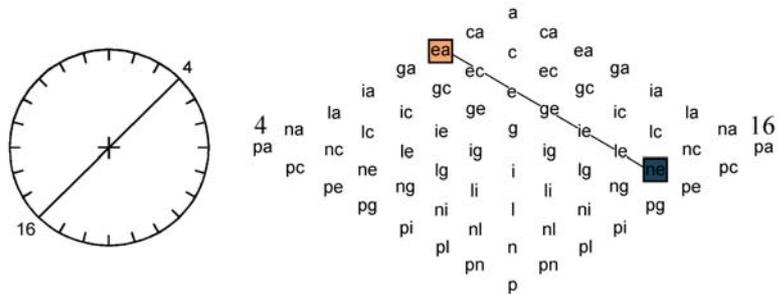
7. *Pares complementarios en círculos de igual contenido de blanco e igual contenido de negro:* Tomando cualquiera de los pares de tintes complementarios y desplegando los triángulos correspondientes, pueden elegirse de allí pares de colores que pertenezcan a cada uno de los tintes y que tengan el mismo contenido de blanco y de negro. Estos colores se encuentran a igual distancia del eje neutro en los extremos de una línea horizontal (Figura 6.6).

Figura 6.6. Ostwald:
pares
complementarios en
círculos de igual
contenido de blanco
e igual contenido de negro.



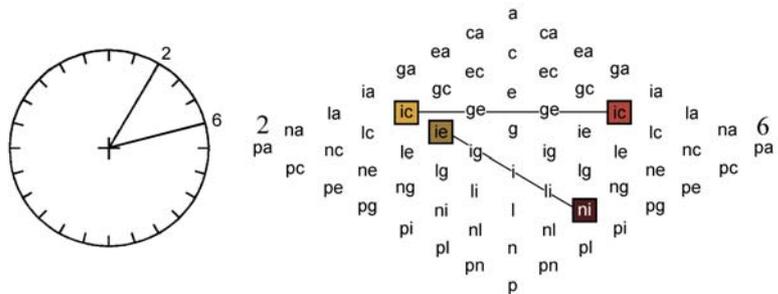
8. *Pares complementarios transversales:* En los mismos triángulos de tinte anteriores, se pueden seleccionar colores que difieran no solo en tinte sino también en pureza y luminosidad. Estos colores se encuentran en los extremos de líneas paralelas a alguno de los lados que cruzan el eje neutro (Figura 6.7).

Figura 6.7. Ostwald:
pares
complementarios
transversales.



9. *Pares no complementarios:* Se les llama así a los colores tomados como en la regla 7, con igual contenido de blanco e igual contenido de negro, pero de tintes no complementarios (Figura 6.8).

Figura 6.8. Ostwald:
pares no
complementarios.

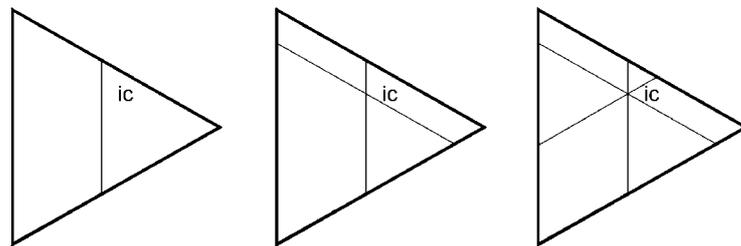


10. *Armonías de dos y tres colores:* La selección de tintes para un diseño suele ser una cuestión de conveniencia o necesidad, de manera que no en todos los casos puede estar sujeta a reglas. No obstante, como ley general, se puede enunciar que siempre combinarán bien: a) dos colores cualesquiera del mismo tinte, b) dos colores de

cualquier tinte con la misma notación en letras, c) cualquier color con los dos grises que tienen sus mismas letras, d) dos colores cualesquiera con la primer letra igual, e) dos colores cualesquiera en los que la primer letra de uno sea igual a la segunda letra del otro, f) dos colores cualesquiera con la segunda letra igual, g) dos colores cualesquiera con un tercero cuya notación sea alguna combinación de las letras de aquellos.

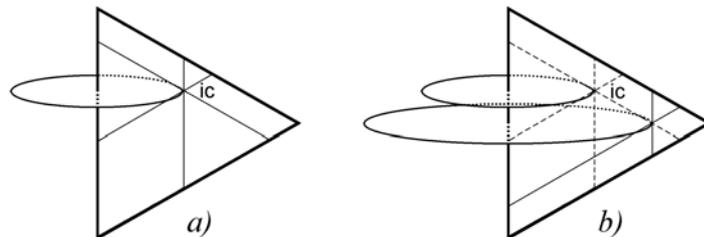
11. *Armonías con varios colores:* Hasta ahora vimos armonías con dos o tres colores. Supongamos que tenemos dado un color determinado y queremos seleccionar unos cuantos más que armonicen con él. A partir de su ubicación en el triángulo de tinte correspondiente, si trazamos una vertical que pase por él tendremos una serie de colores de la misma cromaticidad, con una línea paralela al borde superior tendremos colores con igual contenido de negro, y con una línea paralela al borde inferior tendremos colores con igual contenido de blanco. Todos ellos armonizan con el color inicial pues tienen algún atributo en común con él (Figura 6.9).

Figura 6.9. Ostwald:
armonías con varios
colores.



12. *La estrella anular:* Finalmente, si a través del color inicial del caso anterior hacemos pasar un círculo horizontal cuyo centro sea el eje neutro, tendremos 23 colores más que, si bien son de distinto tinte, tienen el mismo contenido de blanco y el mismo contenido de negro que el color inicial y por lo tanto armonizan con él (Figura 6.10a). Cuando se quiere seleccionar una mayor variedad de colores aún, se pueden trazar otros círculos a partir de cualquier punto de las líneas de igual cromaticidad, igual contenido de negro o igual contenido de blanco del color inicial (Figura 6.10b).

Figura 6.10. Ostwald:
a) círculo con 24 colores de
distinto tinte e igual croma-
ticidad, contenido de blanco
y contenido de negro;
b) otro círculo relacionado
con el anterior a través de
una línea de constancia.



La crítica que suele hacerse a Ostwald es que no verificó en la práctica sus ideas. Muchos artistas y diseñadores encontraron inadecuados sus principios de armonía, entre ellos Hesselgren (1984: 222), quien califica de terrorífico al resultado obtenido al aplicar las ideas de Ostwald en el esquema de color para un hospital. No obstante, creo que las reglas son lo bastante generales como para no constituirse en recetas y permitir en cambio distintas utilidades según la sensibilidad del diseñador; el resultado dependerá de cómo se apliquen las reglas. El conocimiento de los principios de la armonía musical no garantiza a un compositor la excelencia de una obra, tampoco el conocimiento de la gramática de una lengua garantiza a un escritor el éxito literario.

LA GRAMÁTICA DEL COLOR DE MUNSELL

Munsell basa sus leyes de combinación del color en un concepto general muy simple y bastante fácil de aplicar y verificar: toda combinación de colores, para que sea armoniosa, debe estar equilibrada, y el equilibrio significa que la suma de los colores debe dar un color de valor medio, preferentemente el gris que está a medio camino entre el blanco y el negro, es decir el gris N5, en notación Munsell. Este criterio tiene una base psicofísica: Hering (1878) explica que ante un estímulo gris, el consumo y la renovación de la sustancia óptica conocida como púrpura visual o rodopsina se da en cantidades iguales, lo que hace que la masa total de ese agente se mantenga invariante y el ojo se encuentre en perfecto equilibrio fisiológico, cosa que no sucede ante otros estímulos de color.

La verificación de esta condición de armonía se hace por medio de discos giratorios, donde la mezcla óptica de los colores involucrados debe dar justamente ese gris N5. En la práctica esto significa que si, por ejemplo, utilizamos un color muy claro, lo tendremos que equilibrar con el tinte complementario (para que su mezcla óptica resulte acromática) y en un valor oscuro (para que el valor bajo equilibre al alto). De este concepto se derivan nueve principios que nos permiten seleccionar colores para hacerlos intervenir en una composición armónica (Munsell 1921; Birren 1969: 46-70). La selección se hace basándose en el atlas Munsell.

1. *Grisés igualmente espaciados, centrados en N5*: Si se quiere trabajar con colores acromáticos, la escala de grises por sí misma es armoniosa, pero para obtener un equilibrio perfecto la selección debe hacerse de manera tal que los grises estén separados por escalones iguales y que su centro de gravedad sea el gris medio (Figura 6.11). Ejemplos: **N2 - N5 - N8**
N3 - N5 - N7

2. *Monocromáticos igualmente espaciados centrados en un valor y croma medio*: Se trata de una combinación de colores del mismo tinte. Tomando una de las páginas del atlas Munsell (donde hay un solo tinte con variaciones de valor y croma), se elige un color cuyo valor sea 5 y cuyo croma sea intermedio entre el croma máximo (para ese tinte en ese nivel) y el croma cero, es decir el gris. Con centro en este color, pueden trazarse líneas en cualquier dirección y seleccionar los colores que están sobre esas líneas, preferentemente a igual distancia a un lado y a otro del color pivote (Figura 6.12). Ejemplos: **N5 - YR 5/4 - YR 5/8**
YR 7/4 - YR 5/4 - YR 3/4
YR 7/6 - YR 5/4 - YR 3/2
YR 6/2 - YR 5/4 - YR 4/6

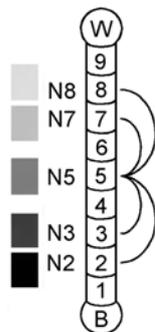


Figura 6.11. Munsell: grises igualmente espaciados centrados en N5.

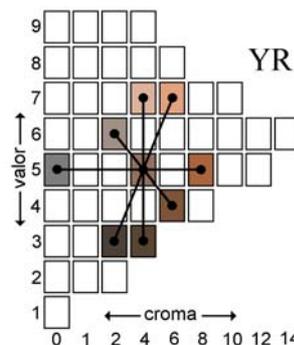


Figura 6.12. Munsell: monocromáticos igualmente espaciados centrados en un valor y croma medio.

3. *Opuestos de igual croma nivelados en N5*: Se seleccionan tintes que se encuentran opuestos en cualquier diámetro del círculo cromático, es decir tintes complementarios, con un valor medio que coincida con el gris N5, y con el mismo croma, es decir, alejados a la misma distancia del eje neutro (Figura 6.13). Esta es una de las combinaciones preferidas por Munsell, ya que los complementarios de igual croma, cuyo valor se conecta con el gris medio, son los típicos colores que, puestos a girar en un disco de Maxwell en proporciones del 50 por ciento cada uno, dan como mezcla resultante el gris N5. Ejemplos:

BG 5/6 - N5 - R 5/6

GY 5/8 - N5 - P 5/8

RP 5/2 - N5 - G 5/2

4. *Opuestos de igual valor y diferente croma con áreas inversamente proporcionales al croma*: Este principio es similar al anterior en cuanto a la complementariedad de los tintes, pero aquí el croma varía, es decir que los tintes opuestos están a distintas distancias del eje neutro y, además, si bien el balance preferido es sobre el gris N5, también pueden estar nivelados con otro gris, más claro o más oscuro. Para que se conserve el equilibrio, el color de mayor croma debe ser utilizado en una superficie más pequeña que el de menor croma. Puede pensarse en el croma como la fuerza del color. Entonces, si tenemos un color con croma 10 y otro con croma 5, para que las fuerzas se equilibren es necesario contar con diez partes del color de croma 5 contra cinco partes del color de croma 10, o lo que es lo mismo, dos partes del croma 5 contra una parte del croma 10. Para llevarlo a porcentajes hay que dividir las partes obtenidas por la suma de ambas partes, por ejemplo: $12 \div (12 + 6) = 0,66$, y $6 \div (12 + 6) = 0,33$ (Figura 6.14). Ejemplos:

BG 5/6 (12 partes, 66,6%) - N5 - R 5/12 (6 partes, 33,3%)

YR 7/6 (4 partes, 40%) - N7 - B 7/4 (6 partes, 60%)

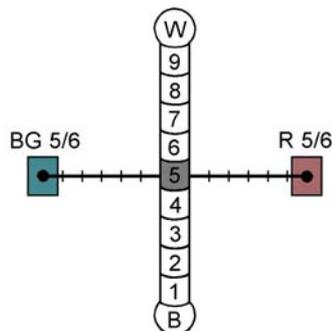


Figura 6.13. Munsell: opuestos de igual croma nivelados en N5.

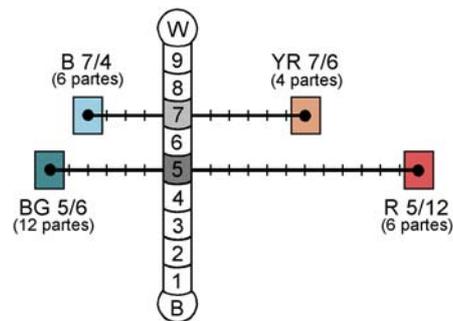


Figura 6.14. Munsell: opuestos de igual valor y distinto croma con áreas inversamente proporcionales al croma.

5. *Opuestos de igual croma y distinto valor centrados en N5*: Este principio se desarrolla a partir del tercer principio. Se toman tintes complementarios de igual croma, esto es, a igual distancia del eje neutro, pero ahora con diferente valor, uno más claro y otro más oscuro, siempre que la línea que los une pase por el gris N5 que es el centro de equilibrio. Algunos estudiosos han sugerido que también para diferentes valores debería usarse la regla de las áreas inversamente proporcionales, es decir que los colores oscuros (de menor valor) tendrían que tener mayor área que los colores claros (de mayor valor). Esto se sustenta probablemente en el hecho de que para obtener un gris medio

por mezcla óptica en discos giratorios debe usarse una proporción mayor de negro que de blanco; el color luminoso influye más que el color oscuro, y por lo tanto, para lograr equilibrio, debe reducirse su superficie. No obstante, puede comprobarse que la proporción necesaria para obtener un gris medio no sigue exactamente la ley de las razones inversas cuando se trata de diferentes luminosidades o valores. Si se respeta esta regla se llega a resultados discutibles, en algunos casos, o incoherentes, en otros. Por ejemplo, si se combina YR 9/2 con B 1/2 según esta ley, debería utilizarse una proporción de 9 partes del *blue* y 1 parte del *yellow-red*, lo cual, puesto en un disco giratorio no da un gris medio sino un gris bastante más oscuro. En el caso hipotético extremo de combinar blanco absoluto (cuyo valor Munsell es 10) y negro absoluto (cuyo valor Munsell es 0), deberían usarse, según esta regla, 10 partes de negro y 0 partes de blanco, lo cual da negro absoluto y demuestra que la regla de las razones inversas no es totalmente válida para el caso de diferentes valores o luminosidades. Munsell solamente insistía en su aplicación cuando se trataba de diferentes cromas. Entonces, este quinto principio puede aplicarse sin necesidad de usar la regla de las razones inversas respecto de los valores sino con proporciones iguales de ambos colores complementarios (Figura 6.15). Ejemplos:

B 3/6 - N5 - YR 7/6

R 4/8 - N5 - BG 6/8

R 7/5 - N5 - BG 3/5

6. *Opuestos de distinto valor y distinto croma con áreas inversamente proporcionales al croma:* Este principio es el resultado de combinar el cuarto principio con el quinto. Esta armonía da la posibilidad de trabajar combinando colores de croma fuerte, muy saturados, con otros de croma débil, muy desaturados. Hay que tener en cuenta que siempre es preferible que los saturados sean tintes cálidos y los desaturados tintes fríos, ya que, como se puede ver en el atlas Munsell, es en los tintes cálidos (rojos purpurinos, rojos, naranjas, amarillos) donde se dan naturalmente los cromas más fuertes, mientras que los tintes fríos (verdes, azules verdosos, azules, púrpuras azulados) están confinados por cromas más débiles. Este principio se aplica con las áreas en razón inversa al croma, tal como vimos en el cuarto principio; no es necesario seguir esta regla para las diferencias de valor. Adicionalmente, se recomienda que los colores cálidos de croma más fuerte sean los luminosos, o de valor alto, y los colores fríos de croma más débil sean los oscuros, o de valor bajo (Figura 6.16). Ejemplos:

B 3/6 (12 partes, 66,6%) - N5 - YR 7/12 (6 partes, 33,3%)

R 6/12 (4 partes, 25%) - N5 - BG 4/4 (12 partes, 75%)

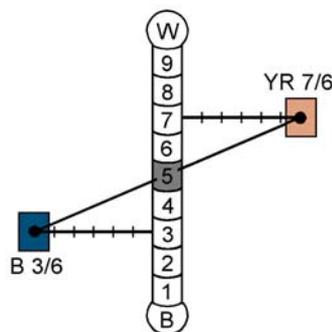


Figura 6.15. Munsell: opuestos de igual croma y distinto valor centrados en N5.

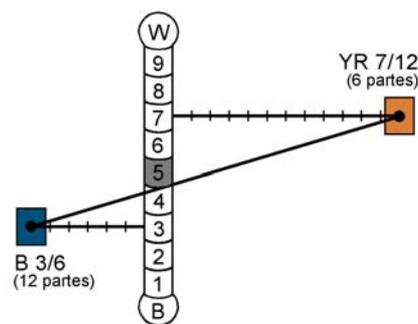


Figura 6.16. Munsell: opuestos de distinto valor y distinto croma con áreas inversamente proporcionales al croma.

7. *Tintes vecinos y complementarios divididos*: Esta armonía puede aplicarse de tres maneras distintas:

a) Seleccionando tintes vecinos igualmente espaciados unos de otros, manteniendo el mismo croma y con luminosidades que estén equilibradas en el valor 5 (Figura 6.17a). Ejemplo: **RP 7/6** - **P 5/6** - **PB 3/6**

b) Seleccionando tintes vecinos igualmente espaciados y también equilibrados en el valor 5, pero con diferente croma. En este caso hay que aplicar la regla de las áreas inversas al croma (Figura 6.17b). Ejemplo: **Y 7/12** (4 partes, 16,6%) - **YR 5/8** (8 partes, 33,3%) - **GY 3/4** (12 partes, 50%)

c) Seleccionando tintes complementarios, como en el sexto principio, y reemplazando a uno de ellos por sus tintes vecinos, es decir, dividiéndolo en dos tintes que lo compongan, uno a su izquierda y uno a su derecha. Una buena elección es que el tinte dividido en dos sea un color frío de croma débil y el tinte complementario único sea un color cálido de croma fuerte. La suma de los cromas de los tintes divididos del complementario debe dar un número igual o próximo al croma del tinte único (Figura 6.17c). Ejemplo: En lugar de **R 6/12** (6 partes) - **BG 3/6** (12 partes), el azul verdoso BG se divide en sus componentes B y G: **R 6/12** (6 partes, 33,3%) - **B 2/6** (6 partes, 33,3%) - **G 4/6** (6 partes, 33,3%)

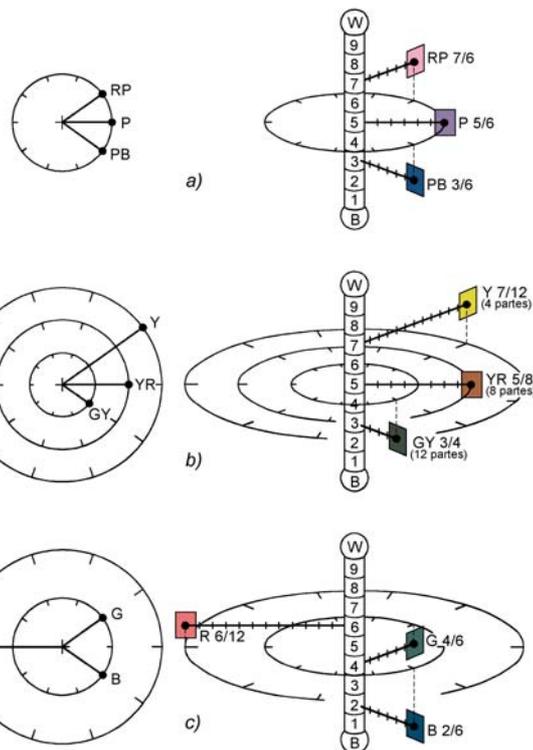
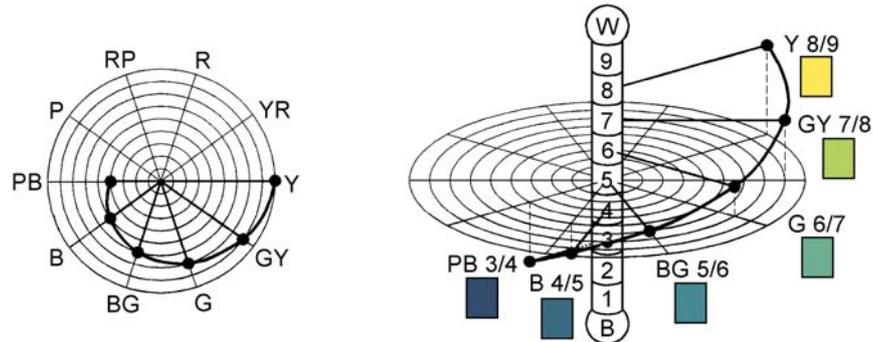


Figura 6.17. Munsell: tintes vecinos y complementarios divididos;
 a) tintes vecinos de igual croma;
 b) tintes vecinos de distinto croma;
 c) tintes complementarios, con uno de ellos dividido en dos tintes vecinos.

8. *Secuencias en disminución*: En el atlas Munsell el tinte varía en forma circular, el valor según una vertical y el croma según una horizontal. Para seleccionar colores según este octavo principio pueden hacerse los tres caminos al mismo tiempo, es decir, tomar un tinte cualquiera y a medida que se recorre el círculo ir bajando o subiendo en valor y acercándose o alejándose del eje neutro en pasos regulares. Munsell señalaba que este tipo de secuencias de color se encuentran comúnmente en la naturaleza (Figura 6.18). Ejemplo:

Y 8/9 (4 p., 10,2%) - **GY 7/8** (5 p., 12,8%) - **G 6/7** (6 p., 15,5%) - **BG 5/6** (7 p., 17,9%) - **B 4/5** (8 p., 20,5%) - **PB 3/4** (9 p., 23,1%)

Figura 6.18.
Munsell:
secuencias
en
disminución.



9. *El camino elíptico*: Esta es la más compleja pero la más interesante de las armonías. Puede hacerse de tres maneras diferentes:

a) Con tintes opuestos de igual valor y croma, y secuencias de tintes intermedios a ambos lados donde se va disminuyendo o aumentando el croma, pero siempre manteniendo igual el valor (Figura 6.19a). Ejemplo:

G 5/5 (3 p., 7,2%) - **BG 5/4** (4 p., 9,5%) - **B 5/3** (5 p., 11,9%) - **PB 5/3** (5 p., 11,9%) - **P 5/4** (4 p., 9,5%) - **RP 5/5** (3 p., 7,2%) - **R 5/4** (4 p., 9,5%) - **YR 5/3** (5 p., 11,9%) - **Y 5/3** (5 p., 11,9%) - **GY 5/4** (4 p., 9,5%)

b) Con tintes opuestos de diferente valor e igual croma, y secuencias de tintes intermedios que varían en valor y en croma en pasos regulares (Figura 6.19b). Ejemplos:

Y 7/10 (6 p., 7,5%) - **GY 7/10** (6 p., 7,5%) - **G 6/8** (8 p., 10%) - **BG 5/6** (12 p., 15%) - **B 4/8** (8 p., 10%) - **PB 3/10** (6 p., 7,5%) - **P 3/10** (6 p., 7,5%) - **RP 4/8** (8 p., 10%) - **R 5/6** (12 p., 15%) - **YR 6/8** (8 p., 10%)

Y 7/12 (4 p., 4,6%) - **GY 6/8** (8 p., 9,1%) - **G 5/4** (12 p., 13,6%) - **BG 5/4** (12 p., 13,6%) - **B 4/8** (8 p., 9,1%) - **PB 3/12** (4 p., 4,6%) - **P 4/8** (8 p., 9,1%) - **RP 5/4** (12 p., 13,6%) - **R 5/4** (12 p., 13,6%) - **YR 6/8** (8 p., 9,1%)

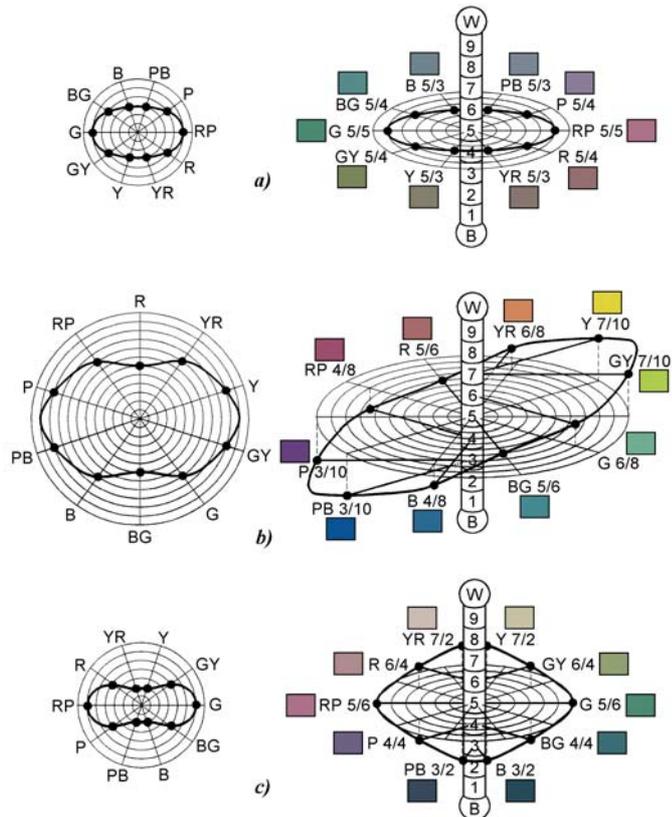
c) Con tintes opuestos de igual valor y croma, y secuencias de tintes aumentando o disminuyendo el valor y el croma hacia ambos lados (Figura 6.19c). Ejemplo:

G 5/6 (2 p., 4,6%) - **BG 4/4** (4 p., 9,1%) - **B 3/2** (6 p., 13,6%) - **PB 3/2** (6 p., 13,6%) - **P 4/4** (4 p., 9,1%) - **RP 5/6** (2 p., 4,6%) - **R 6/4** (4 p., 9,1%) - **YR 7/2** (6 p., 13,6%) - **Y 7/2** (6 p., 13,6%) - **GY 6/4** (4 p., 9,1%)

No obstante la originalidad de estos principios, Munsell siempre insistió en que los mismos son solo una base. Serían algo similar a los rudimentos de armonía que un compositor de música debe conocer antes de aventurarse en creaciones más elaboradas. El concepto de equilibrio alrededor del gris N5, sobre el que están basados los nueve principios expuestos, debe ser tomado como la forma más elemental y simple de armonía de color, a partir de la cual pueden desarrollarse armonías más sutiles (Munsell 1905 [1946: 33n]). El artista o diseñador no está obligado a seguir estas reglas rígidamente, pero es evidente que el conocimiento de las mismas puede potenciar su creatividad, ayudándole a pensar más allá de ellas e incluso abriéndole la posibilidad de quebrarlas expresamente; pero para quebrar las reglas es preciso haberlas dominado con anterioridad.

Figura 6.19. Munsell: el camino elíptico;

- a) tintes opuestos de igual valor y croma, y secuencias de intermedios de igual valor;
 b) tintes opuestos de distinto valor e igual croma, y secuencias de intermedios variando el valor y el croma en pasos regulares;
 c) tintes opuestos de igual valor y croma, y secuencias de intermedios que varían en valor y en croma.



LOS CONTRASTES DEL COLOR DESCRITOS POR ITTEN

A la pregunta que a menudo recibía de sus alumnos de la Bauhaus sobre si existían leyes del color para el artista o si él debía guiarse exclusivamente por su opinión subjetiva, la respuesta habitual de Johannes Itten (1961 [1970: 7]) era que si alguien era capaz de crear obras maestras en color siendo ignorante de las leyes, entonces ése era el camino que debía seguir, pero si era incapaz de hacerlo, entonces debería procurar el conocimiento.

El punto de apoyo de Itten es el estudio de los efectos creados por contrastes de color, de los cuales enuncia siete (1961 [1970: 32-63]) derivados de los criterios de quien fuera su maestro, Adolf Hölzel. Para ejemplificarlos se apoya en un sistema de ordenamiento del color esférico, como el de Runge, con un círculo cromático de doce tintes —tres primarios (rojo, amarillo y azul), tres secundarios (naranja, violeta y verde) y seis terciarios— que es prácticamente idéntico al de Pope.

1. *Contraste de tinte:* Consiste en la selección de por lo menos tres tintes bien diferenciados, netamente separados entre sí en el círculo cromático. El efecto más potente se da cuando se utilizan los tres primarios sustractivos: rojo, amarillo y azul. En la medida que se eligen tintes secundarios o terciarios, el contraste se hace menos vigoroso. Si en la combinación los tintes aparecen separados por sectores blancos y negros, sus características individuales se acentúan, resultando más vívidos aún. Este tipo de contraste, particularmente con los tres tintes primarios, ha sido muy utilizado en la pintura, tanto durante el Renacimiento (Botticelli, Rafael) como en el siglo xx (Mondrian, Matisse, Kandinsky).

2. *Contraste claro-oscuro:* Este contraste es asociado con el día y la noche, la luz y las tinieblas, un par polar de enorme significación en la naturaleza y en la vida humana.

Los colores que mejor lo ejemplifican son, por supuesto, el blanco y el negro. Las composiciones pueden ser acromáticas, con el blanco y el negro dominando y con grises intermedios que los acompañan, o monocromáticas, seleccionando colores de un mismo tinte con grandes diferencias en luminosidad. Itten señala al arte asiático, especialmente el dibujo a tinta chino o japonés, como ejemplo notable de utilización del contraste claro-oscuro. También podemos verlo en la pintura del período barroco (Caravaggio, Tintoretto, Rubens), donde los efectos de luz y sombra son intensificados al máximo. Ahora bien, si existe el contraste de luminosidad, también puede pensarse en la constancia, y entonces está la posibilidad de combinar diferentes tintes pero todos con la misma claridad.

3. *Contraste frío-cálido*: El azul verdoso y sus tintes vecinos constituyen la gama de tintes fríos, mientras que el naranja y sus vecinos, la gama de tintes cálidos (esto es una asociación puramente psicológica, sin ningún correlato físico o fisiológico). El contraste entre estas gamas puede utilizarse como motivo principal de una composición de color. Pueden plantearse oposiciones abiertas, gradaciones de una gama a la otra o modulaciones entre tintes vecinos dentro de una misma gama. Particularmente es importante notar que para ciertos tintes, el hecho de percibirlos como cálidos o fríos es relativo, dependiendo del contexto en que se encuentren. Por ejemplo, si el púrpura (que individualmente no parece cálido ni frío) es ubicado dentro de una gama de colores cálidos se verá como frío por contraste, e inversamente, en un contexto de colores fríos parecerá cálido. Los pintores impresionistas Renoir, Monet y Pissarro, señala Itten, a menudo establecen un juego de modulaciones entre tonos fríos y cálidos.

4. *Contraste de complementarios*: Se llama complementarios a aquellos tintes que mezclados en proporciones adecuadas forman un neutro, un blanco si se trata de color-luz o un gris si se trata de color-pigmento. La mayoría de los círculos cromáticos se construyen tratando de que los complementarios se encuentren diametralmente opuestos. Para los pintores, que utilizan mezcla de pigmentos, los pares de complementarios principales son aquellos donde aparecen los colores primarios como una de las componentes: amarillo-violeta, azul-naranja y rojo-verde. Cada uno de estos tres pares, además de ser complementario, tiene una peculiaridad distintiva. El par amarillo-violeta constituye también el mayor contraste de claro-oscuro para los tintes; el par azul-naranja es también una oposición frío-cálido; el par rojo-verde se da en un mismo nivel de luminosidad. Los complementarios pueden combinarse yuxtapuestos en abierto contraste, en gradaciones producidas por mezcla entre ambos extremos con gris en el medio, etc.

5. *Contraste simultáneo*: Los colores se influyen unos a otros. El contraste simultáneo implica variaciones perceptuales de un color que son inducidas por otro color. El caso de contraste simultáneo a que se refiere Itten es el que hace que un gris, rodeado de un color cromático, se vea teñido con el complementario de éste. Si el gris está rodeado por rojo parecerá tender al verde, si está rodeado por amarillo tenderá al violeta, rodeado por naranja parecerá azulado, etc. Estos efectos simultáneos, para que puedan ser apreciados, deben ser aplicados sobre distintos colores en una misma composición; entonces producen una impresión de dinamismo y variedad aún en un diseño donde intervienen pocos colores.

6. *Contraste de saturación*: Este es el contraste entre colores muy puros y tonalidades grisáceas, que resulta más acentuado cuando todos los tonos pertenecen a un mismo tinte y se encuentran dentro del mismo valor de luminosidad. Para lograr este contraste en su forma más plena en una composición, se deben utilizar tonalidades obtenidas exclusivamente por mezcla de un tinte puro con un gris que tenga su misma luminosidad. Cuando los colores puros se desaturan por mezcla con blanco, además de

variar la luminosidad del color, las tonalidades resultantes adquieren un carácter más frío, especialmente si el color puro era un tinte cálido, como por ejemplo un naranja.

7. *Contraste de extensión:* Este contraste se da por las diferencias relativas en las áreas o volúmenes que ocupan los colores. Es el contraste entre mucho y poco, entre grande y pequeño. El color puede pensarse en abstracto, y entonces sus cualidades son solamente el tinte, la luminosidad y la saturación, pero toda vez que aparece sobre algo concreto o cuando lo aplicamos en algún diseño, la dimensión del tamaño o la extensión se hace ineludible. ¿Tiene influencia el tamaño sobre la manera en que percibimos los colores? Ciertamente que sí. Por empezar, si queremos lograr equilibrio en una composición deberemos tener en cuenta la luminosidad de los colores y su saturación (como vimos en el caso de los principios de armonía de Munsell). Goethe (1808-1810) estableció una relación entre las luminosidades de los seis tintes principales de su círculo cromático y las áreas en que estos colores deberían aparecer para equilibrarse unos con otros. Los tintes que son más luminosos por naturaleza, como el amarillo, se destacan más que los tintes menos luminosos, y por lo tanto debe asignárseles un área menor. Las áreas establecidas son inversamente proporcionales al valor que poseen los tintes en la escala de luminosidades. El amarillo está en el lugar más cercano al blanco, el punto 9 de la escala, el naranja en el 8, el rojo y verde en el 6, el azul en el 4 y el violeta en el 3, cercano al negro. Las proporciones a utilizar son, entonces, 3 partes de amarillo, 4 de naranja, 6 de rojo, 6 de verde, 8 de azul y 9 de violeta. Si se combina amarillo con violeta, la relación de áreas es 1:3, respectivamente; si se combina naranja con azul la proporción es 1:2, respectivamente; si se combina rojo con verde la proporción es 1:1. El círculo cromático de Itten, con sus tres primarios y tres secundarios, se deriva del de Goethe; por lo tanto Itten adopta las mismas proporciones para la combinación de sus tintes. Si en lugar de armonía se quiere crear contraste y tensión, entonces hay que invertir las relaciones mencionadas y, por ejemplo, ubicar pequeños toques de rojo en un gran campo visual verde, lo cual hace a la composición muy activa, creando la necesidad de resolución y equilibrio.

LA INTERACCIÓN DEL COLOR

La mayoría de los efectos de contraste enunciados por Itten como principios para generar interés estético en un diseño se dan por interacción mutua e influencia de unos colores sobre otros.

El contraste de claro-oscuro es un contraste de luminosidad. Puede darse simultáneamente, cuando ambos estímulos (el claro y el oscuro) están presentes al mismo tiempo, o sucesivamente, cuando luego de mirar a uno se cambia al otro. Estos efectos se explican por la existencia de mecanismos que hacen que la retina pierda sensibilidad al estar expuesta a la luz o tome un tiempo para adaptarse a los cambios de intensidad. Cuando entramos en una habitación oscura luego de haber estado en el exterior con luz diurna, la primera impresión es de negrura total; recién después de transcurrido un tiempo comenzamos a distinguir los objetos y la luz que estaban reflejando hacia nosotros, que por supuesto es más débil que la luz exterior de la cual veníamos. Si se procede a la inversa, si salimos al exterior luego de haber estado en una habitación oscura, la primera impresión es de deslumbramiento, hasta que la visión se adapta a la intensidad de la luz diurna. Este tipo de contraste puede utilizarse para producir efectos de acentuación o disminución en la luminosidad de un tono. Por ejemplo, un gris determinado parecerá más oscuro si está enmarcado por blanco que si

está rodeado de negro; si se quiere que un blanco parezca más blanco habrá que rodearlo de negro, etc.

El contraste simultáneo que induce la imagen del color complementario de aquel que se está viendo se explica a partir de la teoría tricromática. La exposición a un estímulo de color (por ejemplo rojo) hace disminuir la sensibilidad de los receptores de la retina a ese color por una especie de fatiga o agotamiento, y en esas condiciones, al mirar un estímulo acromático, los restantes tipos de receptores (siguiendo con el ejemplo, los sensibles a la radiación verde y azul) están más activos que el que ha sido inhibido, generando la sensación del color complementario (verde azulado). Itten llama a éste contraste simultáneo, pero este efecto puede darse también en forma sucesiva. Este fenómeno puede utilizarse cuando se quiere realzar un color y hacerlo aparecer más vívido; en este caso habrá que enmarcarlo por su color complementario o presentarlo inmediatamente después de aquel. Un amarillo en un entorno azul violáceo, o visto luego de haber contemplado por unos minutos una superficie azul violácea, parece más saturado y brillante que en cualquier otro contexto o situación.

Las influencias de unos colores sobre otros también afectan el tamaño percibido. Por efecto de irradiación, una figura en blanco sobre un fondo negro parecerá más grande que la misma figura en negro sobre un fondo blanco.

Todos los efectos de contraste, tanto simultáneo como sucesivo, pueden utilizarse para modificar el carácter de los colores o la manera en que ellos nos impresionan. A este respecto, el libro de Josef Albers (1963), con excelentes láminas que ejemplifican cada fenómeno, constituye la referencia obligada.

Estos contrastes y efectos debidos a la interacción de los colores tienen una gran importancia desde el punto de vista estético y, ciertamente, han sido utilizados en las artes para crear situaciones perceptuales que van más allá de la realidad física de los estímulos que las producen.

OTRAS NOCIONES DE ARMONÍA DEL COLOR

La mayoría de los sistemas de ordenamiento del color permiten seleccionar colores conforme a ciertas reglas que nos dan el control sobre la regularidad, la variedad, el orden, el contraste, en fin, los factores que hacen a la armonía visual. En general, siguiendo algún camino trazado en un sólido de color y estableciendo determinados intervalos para la selección de colores, intervalos que pueden ser constantes o variables según una progresión, se obtendrá alguna armonía que expresará la lógica con que fuera trazado el camino. La seguridad que esto brinda al diseñador, así como las ventajas que tiene respecto de la utilización arbitraria o intuitiva del color, son cuestiones que resultan evidentes.

La matriz de armonías lógicas de Jannello: César Jannello tenía una manera simple y lógica de abordar el problema de las armonías de color. Él planteaba la cuestión estética del diseño en términos de constancia o variación de las variables perceptuales. Demasiada constancia conduce al aburrimiento, demasiada variación, al caos visual; es entre medio de estos dos extremos donde se encuentra todo un campo fructífero de las armonías en diseño. A partir de las tres dimensiones o variables perceptuales del color —tinte, saturación y claridad— se dan ocho posibilidades de reglas simples de selección de colores (Figura 6.20), según que en los colores seleccionados las variables se mantengan constantes o cambien. En la Figura 6.20, el signo más (+) representa la constancia y el signo menos (–) indica la variación de la dimensión considerada. La primera de estas fórmulas, aquella donde todo se mantiene constante, no es utilizable,

pues da como resultado la selección de un único color. En las restantes, donde siempre aparece algún tipo de variación, puede agregarse la posibilidad de que esa variación no se de en forma caótica sino siguiendo algún criterio, por ejemplo variando (sea el tinte, la saturación o la claridad) en pasos regulares, seleccionando polos opuestos, etc.

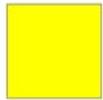
	3 CONSTANTES	2 CONSTANTES		1 CONSTANTE			0 CONSTANTES	
	1	2	3	4	5	6	7	8
TINTE	+	+	+	-	+	-	-	-
SATURACIÓN	+	+	-	+	-	-	+	-
CLARIDAD	+	-	+	+	-	+	-	-
								
								
								
	COLORES EN PUNTO	COLORES EN LÍNEA		COLORES EN SUPERFICIE			COLORES EN VOLUMEN	

Figura 6.20. Matriz de armonías lógicas, a partir de Jannello. Los signos más (+) indican constancia y los signos menos (-), variación de la dimensión correspondiente. Si bien la reproducción en tonos de grises no permite apreciar las armonías, se incluye este gráfico para que el lector tenga una idea aproximada.

La síntesis propuesta por Spillmann: Werner Spillmann (1985) hace notar que a los artistas plásticos, las teorías de las armonías de color como la de Ostwald suelen parecerles restrictivas, mientras que a los individuos de mente más científica, conceptos como el de los siete contrastes de Hölzel (seguido por Itten) suelen parecerles demasiado vagos y de poca utilidad. Spillmann encuentra que deberían combinarse ambos conceptos, el de armonía y el de contraste, ya que una combinación estética de colores necesita tanto del contraste, la tensión y el cambio brusco, como de la armonía y la concordancia.

Los conceptos de armonía en el sistema Coloroid: Nemcsics (1990 [1993: 258-260]) argumenta, basándose en tests con observadores, que el espacio Coloroid es superior, desde el punto de vista estético, a los espacios de los sistemas Munsell y DIN. Los observadores de su experimento encontraron que las escalas Coloroid eran más armoniosas que las de los otros sistemas. A partir de la cantidad de tintes que intervienen en un complejo de color, Nemcsics enuncia cinco clases de armonías (1990 [1993: 274-280]): 1) *armonías monocromas*, con colores tomados de la misma sección de tinte, preferentemente según valores numéricos de saturación y luminosidad que formen series aritméticas o geométricas; 2) *armonías dicromas*, con colores tomados de dos secciones de tinte, preferentemente complementarios, y alternando los tintes en las series aritméticas o geométricas; 3) *armonías tricromas*, con colores tomados de tres tintes diferentes, que pueden estar uniformemente separados en todo el círculo cromático o agrupados formando un dominio en un sector del mismo, y siguiendo

también series regulares alternando los tintes; 4) *armonías tetracromas*, con colores tomados según series regulares de cuatro triángulos de tinte, que pueden estar en cuatro dominios bien separados en el círculo cromático, estar agrupados en un dominio, constituir un grupo de tres tintes en un dominio enfrentados a un tinte opuesto o ser dos pares de complementarios; 5) *armonías policromas*, con colores que pertenecen a más de cuatro tintes diferentes, de preferencia formando grupos de tintes en dominios definidos.

Las armonías basadas en estudios de preferencias: Las reglas de armonía que hemos visto hasta aquí se sustentan ya bien en cuestiones psicofísicas, como la postulada necesidad de equilibrio visual alrededor del gris medio, ya bien en la uniformidad de las variaciones a partir del desarrollo de escalas de color, ya bien en la creación de contrastes antagónicos. Todas, sin embargo, tienen un fundamento lógico abstracto por el cual se proponen más allá de cuestiones circunstanciales, modas, gustos o preferencias individuales. Nemcsics (1990 [1993: 257-258]) menciona otra posibilidad, que consiste en sustentar las armonías de color en estudios estadísticos y encuestas. La idea se origina en la observación de que han habido y hay diferentes tipos de combinaciones de colores preferidas según las épocas, culturas, nacionalidades y movimientos artísticos, y en el hecho obvio de que si uno quiere saber cuáles son las combinaciones de color que las personas consideran más armoniosas lo mejor es preguntárselo a ellas mismas. Los resultados de los diferentes estudios y encuestas realizadas desde fines del siglo XIX hasta nuestros días son, no obstante, contradictorios y no permiten derivar ninguna conclusión objetiva, ya que en este tipo de evaluaciones intervienen infinidad de factores que resulta imposible considerar por más sistemáticas y bien diseñadas que sean las encuestas. Estos factores son: la enorme cantidad de colores diferenciables que, incluso considerados en sus posibilidades mínimas de combinación (de a dos o tres), dan como resultado millones de combinaciones posibles, las condiciones perceptuales y la iluminación con que se llevan a cabo las encuestas, las diferencias de edad, sexo, nacionalidad, nivel cultural y social. Por otro lado, aceptar este criterio implica obviamente dar por sentado que lo que es armónico o bello está determinado por las preferencias de la gente, lo cual, si bien puede parecer natural a unos, puede resultar discutible para otros.

CAPÍTULO 7 CATEGORIZACIÓN LINGÜÍSTICA Y COGNITIVA EN EL DOMINIO DEL COLOR

CATEGORÍAS Y COLORES

Los seres humanos crean y usan categorías con el fin de entender el medio ambiente — en el sentido más amplio de esta expresión, incluyendo naturaleza y cultura—, para configurar modelos del mundo, para ser capaces de adaptarse a las modificaciones del entorno y para comunicarse con otros seres humanos. La cognición está mediada por signos y los signos se agrupan en categorías; de otra manera sería imposible manejarse con la infinita diversidad que provee la naturaleza y la cultura. En sentido estricto, cada fragmento del medio ambiente es distinto de otro, no hay objetos idénticos. No obstante, algunas cosas parecen ser similares entre sí. Las categorías proveen un medio de agrupar cosas basándose en ciertos rasgos comunes compartidos. Por ejemplo, la palabra “mesa” designa una categoría que incluye muchos objetos diferentes que tienen algo en común y forman una clase. “El contenido de un sistema de significación depende de nuestra organización cultural del mundo en categorías” (Cerrato 2002: 40; basándose en Prieto 1975).

Los colores constituyen un continuo sensorial. Según las condiciones de observación, los seres humanos son capaces de discriminar visualmente una enorme cantidad de colores. Si a una persona se le permite comparar muestras de color una al lado de la otra en las mejores condiciones de iluminación, entonces puede discriminar entre tres y ocho millones de colores (Pointer y Attridge 1998, McCamy 1998, Pointer 1998). Si se le presentan muestras individuales de color una después de la otra, una persona puede diferenciar aproximadamente dos mil colores; la cantidad es considerablemente menor que la anterior porque aquí la discriminación depende de la memoria a corto plazo del color. No obstante, cuando uno le pide a una persona que designe los colores mediante nombres, solo utilizará un reducido puñado de términos de color; por ejemplo, en una encuesta sobre términos de color en mandarín (la lengua oficial de China y Taiwán), Ching-Fu Lü (1997: 5) obtuvo un promedio de 40 nombres de color por cada informante.

Los nombres imponen divisiones en el continuo de la percepción del color, y estas divisiones constituyen los límites de las categorías de color. Según Nancy Hickerson (1980), estas categorías no son completamente naturales como para ser construidas de la misma manera por todas las culturas y en todas las lenguas, pero tampoco son completamente arbitrarias como para impedir la existencia de dominios comunes entre las diferentes culturas y lenguas o para frustrar la posibilidad de traducción de una lengua a otra.

ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE CATEGORIZACIÓN DEL COLOR

No es infrecuente encontrar referencias a las categorías de color en la literatura lingüística y semiótica, ya que el color ha demostrado ser un rico dominio para los estudios semánticos.

En sus *Prolegómenos a una teoría del lenguaje*, Louis Hjelmslev muestra la falta de coincidencia entre los dominios cubiertos por los nombres de color en ciertas lenguas, en este ejemplo entre el inglés y el galés (1943 [1961: 52-53]):

	<i>gwyrd</i>
<i>green</i>	
<i>blue</i>	<i>glas</i>
<i>gray</i>	
<i>brown</i>	<i>llwyd</i>

Umberto Eco también menciona las siguientes diferencias entre la cultura rusa, el español y la civilización grecorromana (1968 [1978: 99-100]):

	<i>verde</i>	<i>glaucus, caeruleus</i>
<i>golubej</i>		
<i>sinij</i>	<i>azul</i>	

Pero incluso dentro de la misma lengua pueden existir diferencias culturales y geográficas. Por ejemplo, si uno le pide a un hablante de español sudamericano que designe los colores en la zona del azul, la división que hará es similar a la del ruso:

<i>golubej</i>	<i>celeste</i>
<i>sinij</i>	<i>azul</i>

El mejor ejemplo para *golubej* y *celeste* lo constituye sin lugar a dudas el color del cielo en un día despejado (la mayoría de los hablantes darán este ejemplo si se les pregunta), mientras que un buen ejemplo para *sinij* y *azul* sería probablemente el azul ultramar. Según Uchikawa y Boynton (1987), en el japonés parecen encontrarse categorías equivalentes con los términos *mizu* (azul claro, celeste) y *ao* (azul oscuro, o simplemente azul). Puede suceder que para algunos hablantes ambas categorías sean complementarias, sin ningún dominio en común, constituyendo dos términos básicos de color diferentes. Para muchos hablantes de español sudamericanos, la relación entre *celeste* y *azul* es muy similar a la relación entre *rosa* y *rojo*. Entonces, si de acuerdo con Brent Berlin y Paul Kay (1969) *rosa* y *rojo* son términos básicos de color diferentes, lo mismo es aplicable para los anteriores. No obstante, para algunos hablantes *celeste* está incluido en *azul*, es decir, pertenece a la categoría más general, dentro de la cual es una variedad más clara: el celeste es un tipo de azul claro, no constituyendo en este caso un término básico de color.

TÉRMINOS BÁSICOS DE COLOR

Hemos visto algunos ejemplos de la falta de coincidencia en algunos dominios entre distintas lenguas y culturas. Pero por otro lado, también es cierto que hay algunas concordancias, ya que, como han encontrado Berlin y Kay (1969), existen once nombres básicos de color que aparecen en más de veinte lenguas diferentes. El libro de Berlin y Kay, *Basic color terms: their universality and evolution*, representa la investigación más sistemática y profunda sobre la categorización en el campo del color de su momento, y también la más famosa hasta nuestros días, al punto que es virtualmente imposible encontrar una publicación posterior a 1969 que trate de la categorización del color y que no cite a ese libro. La investigación llevada a cabo por Berlin y Kay

indica de forma contundente que existen universales semánticos en el dominio del vocabulario del color. Más aún, estos universales parecen estar relacionados al desarrollo histórico de todas las lenguas de una manera que con toda propiedad puede llamarse evolutiva. (1969 [1991: 1], mi traducción)

Una de las razones por las que esta teoría ha sido considerada como un descubrimiento antropológico y lingüístico importante es que presenta un poderoso argumento contra la hipótesis de relatividad lingüística de Sapir y Whorf, según la cual cada lengua es semánticamente arbitraria, está asociada a una cierta representación del mundo y no puede funcionar en un entorno cultural o natural diferente. Por el contrario, los términos universales de color prueban que la segmentación de la percepción del color por distintas lenguas no es arbitraria e independiente. Está basada, en cambio, en un patrón predecible que depende del estadio evolutivo en que se encuentre la lengua en cuestión.

Los términos básicos de color son once: blanco, negro, rojo, verde, amarillo, azul, marrón, púrpura, rosa, naranja y gris. Debe entenderse que estos nombres representan categorías cromáticas y que cualquier lengua tiene un término para todas o algunas de estas categorías. Por supuesto que también hay otras palabras para nombrar los colores, pero estas once son básicas en el sentido en que son monoléxicas, no tienen relación de inclusión entre sí, se aplican a una gran variedad de objetos diferentes en forma independiente de los objetos en sí, y son utilizadas en forma estable por todos los hablantes de una misma lengua.

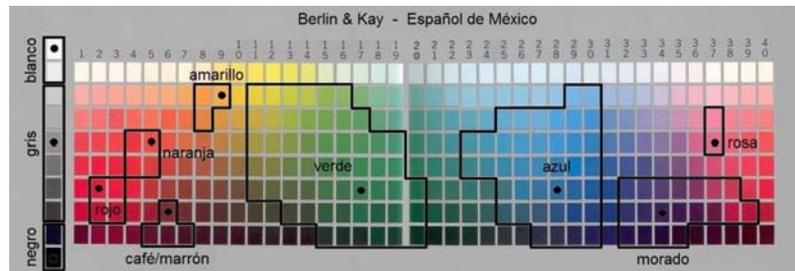
Los estadios evolutivos en que estas once categorías de color aparecen son siete:

1. *Blanco* y *negro* aparecen en el primer estadio de todas las lenguas. Éste es un estadio de dos términos, y hoy en día todavía subsisten lenguas que se encuentran en esta situación.
2. El tercer término que aparece es *rojo*. Éste es un estadio de tres términos.
3. El cuarto término que aparece es *verde* o bien *amarillo*, pero nunca surgen los dos al mismo tiempo. Éste es un estadio de cuatro términos.
4. De esos dos términos, en este estadio aparece el que no había sido incorporado en el estadio anterior; es decir, aquí ya están presentes tanto *verde* como *amarillo*, además de *rojo*, *negro* y *blanco*. Es un estadio de cinco términos.
5. El sexto término en aparecer es *azul* (estadio de seis términos).
6. El séptimo término que aparece es *marrón* (estadio de siete términos).
7. Finalmente, los cuatro términos restantes aparecen en este estadio, prácticamente al mismo tiempo o sin un orden predecible: *púrpura*, *rosa*, *naranja* y *gris* (estadio de once términos).

La teoría sostiene que todas las lenguas han pasado por esta secuencia evolutiva.

El principal instrumento con el que Berlin y Kay relevaron las 20 lenguas investigadas experimentalmente consiste en un conjunto de 330 muestras de color del sistema Munsell, incluyendo una escala de grises con 10 muestras y 40 tintes diferentes del círculo cromático, cada uno desarrollado en una escala de 8 muestras que cubren las mezclas del tinte en cuestión con blanco y negro (Figura 7.1).

Figura 7.1. Conjunto de 330 muestras de color utilizado por Berlin y Kay. Aquí se ven las extensiones y focos de los 11 nombres básicos de color del español hablado en México.



La hipótesis de Berlin y Kay encuentra un sustento adicional en la experiencia realizada por Segawa y sus colaboradores (1997), quienes verificaron que las once categorías de color también funcionan con visión periférica. Estos autores estudiaron la categorización perceptual del color con visión periférica, para excentricidades de 30, 50 y 70 grados hacia el lado temporal, y de 30 y 50 grados hacia el lado nasal, comparándolas con la de visión central (foveal). Los observadores del experimento debían responder a los estímulos de color que se les presentaban utilizando sólo los once términos básicos. Los resultados muestran que la categorización del color con visión periférica no difiere sustancialmente de la realizada con visión central, salvo para la excentricidad de 50 grados hacia el campo nasal, donde se observaron mayores diferencias. Los autores concluyen que, a pesar de que con visión periférica no se pueden observar las pequeñas diferencias de color que es posible discriminar con visión central, la información que se obtiene es suficiente para poder categorizar correctamente los estímulos de color en función de los once términos básicos.

OTROS ESTUDIOS SOBRE CATEGORIZACIÓN DEL COLOR

Veamos algunas otras investigaciones sobre categorización del color. Taft y Sivik (1993) realizaron encuestas marcando los dominios semánticos en el espacio del Sistema Natural del Color (NCS, Natural Color System), siguiendo el criterio de utilizar la totalidad del espacio de color (con las 1.526 muestras del NCS). Los observadores de la encuesta seleccionaban todos los colores que podían identificar con el nombre de color en cuestión (extensión semántica), así como los colores dentro de ese dominio que ejemplificaban mejor el nombre de color (foco semántico), directamente señalando las muestras del atlas del NCS. La encuesta se realizó con grupos de Croacia y Suecia. Los resultados muestran que para estos dos grupos, en relación con los nombres de color elegidos (amarillo, rojo, azul, verde, naranja, marrón, beige, púrpura, rosa, blanco, gris y negro, incluyendo un término más que la lista de Berlin y Kay: el beige), existe una fuerte coincidencia en los dominios de color asignados a cada nombre.

En la investigación realizada por Ching-Fu Lü (1997) se demuestra que el mandarín posee los once nombres básicos de color, contrariamente a la opinión de Berlin y Kay (1969: 42, 84, 125), quienes sostenían que esta lengua estaba en el estadio 5, con sólo seis términos básicos.

Helen Lin y otros (1997, 2001) realizaron experimentos para estudiar las diferencias en la designación del color entre el mandarín chino y el inglés británico. En un primer experimento, utilizando 200 muestras del sistema ISCC-NBS, pidieron a 50 hablantes de inglés y 40 hablantes de mandarín que nombraran cada color sin ninguna restricción en cuanto a los nombres a emplear. El resultado fue 2.214 nombres utilizados en total por los hablantes de inglés y 1.920 por los de mandarín, que los investigadores clasificaron en siete categorías: *básico* (ej. rojo), *básico modificado* (rojo oscuro), *básico-básico*, o *compuesto* (rojo azulado), *básico calificado* (rojo azulado oscuro), *secundario* (rojo cardenal), *idiosincrático* (rojo coca-cola), y una categoría para los colores *no nombrados* con término alguno. Comparando porcentualmente la cantidad de nombres en cada categoría, encontraron que en ambas lenguas se prefiere nombrar los colores con términos secundarios.

En un segundo experimento, Lin y otros utilizaron el sistema NCS completo —tal como hicieran Taft y Sivik— y pidieron a 20 hablantes de cada una de las dos lenguas que indicaran el foco y marcaran la zona de extensión correspondiente, pero ahora sólo para los once términos básicos. En este caso, los investigadores encontraron que las diferencias en la categorización del color entre el inglés británico y el mandarín chino son mínimas, resultado que confirma una vez más la hipótesis de Berlin y Kay. Finalmente, desarrollaron un modelo de designación de colores transfiriendo los colores nombrados por más del 50 por ciento de los hablantes y los límites de los once términos básicos al espacio de color CIELAB.

LA ENCUESTA DE COLOR REALIZADA EN MESOAMÉRICA

Si el libro de Berlin y Kay (1969) ha sido la referencia fundamental durante tres décadas, el libro de Robert MacLaury, *Color and cognition in Mesoamerica: Constructing categories as advantages* (1997), a su vez, se constituirá sin duda en el punto de referencia esencial para las décadas por venir. Este libro presenta una nueva teoría sobre la categorización del color que, sin estar en contra de la teoría de Berlin y Kay, introduce modificaciones y avances importantes en este campo.

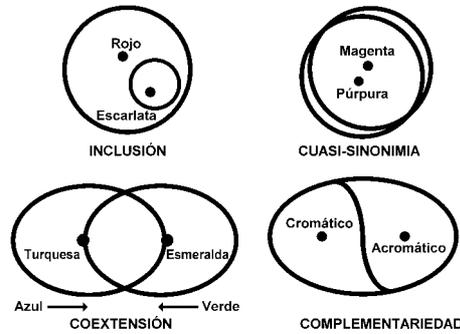
Los datos surgen de una extensa encuesta llevada a cabo en Mesoamérica (el área que comprende a América Central y México), principalmente en Guatemala y México pero también en Arizona y Honduras, desde 1978 hasta 1981, con entrevistas a 894 hablantes nativos y cubriendo un abanico de 116 lenguas.

TEORÍA DEL PUNTO DE VISTA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CATEGORÍAS

MacLaury desarrolla un modelo de categorización del color en términos de puntos de vista adoptados dentro de marcos de referencia que se construyen por medio de coordenadas de espacio y movimiento, un modelo llamado teoría del punto de vista ventajoso (*vantage theory*). En otras palabras, la teoría es capaz de explicar cómo los seres humanos nombran colores mediante la selección de puntos de vista que se relacionan con sus coordenadas espacio-temporales. Esta teoría puede dar cuenta de casos en los cuales el mismo estímulo de color recibe dos nombres diferentes según el punto de vista que adopte el hablante. En un ejemplo de MacLaury (1997: 111-114), un hablante de la lengua uspantec, de Guatemala, nombraba varias muestras en la zona entre rojo y amarillo ya sea como *q'en* (amarillo) o como *kyaq* (rojo). El hecho es que las mismas muestras eran designadas con uno u otro nombre según la categoría de la

cual partía el hablante. Si se le pedía que marcara qué colores eran *q'en*, comenzaba por el amarillo y se extendía en dirección al rojo; si se le pedía que marcara qué colores eran *kyaq*, comenzaba por el rojo y se extendía hacia las mismas muestras anteriores, yendo hacia el amarillo. MacLaury notó que esta relación semántica no encajaba dentro de los conceptos de sinonimia o cuasi-sinonimia, inclusión y complementariedad, y la llamó *coextensión*. Vamos a revisar estos conceptos (Figura 7.2).

Figura 7.2. Cuatro tipos de relaciones semánticas, a partir de MacLaury (1997).



Cuando se emplean palabras diferentes para designar el mismo objeto o grupo de objetos, la relación se denomina *sinonimia* o *cuasi-sinonimia*. Por ejemplo, los nombres “magenta” y “púrpura” pueden ser utilizados para designar el mismo grupo de colores que están a mitad de camino entre el rojo y el azul. Ambos términos tienen más o menos la misma extensión semántica, y sus focos casi coinciden o están muy próximos entre sí.

Cuando una palabra designa un grupo de objetos incluido en un grupo mayor de objetos que son designados por otra palabra, la relación se llama *inclusión*. Por ejemplo, “rojo” designa un grupo de colores y “escarlata” designa un grupo menor que constituye una clase especial de colores rojos, es decir, “escarlata” está incluido dentro de “rojo”. Un término tiene una extensión semántica que es parte de la extensión semántica de otro término.

Cuando una palabra designa un grupo de objetos y otra palabra designa un grupo diferente de objetos que es el complemento de los anteriores para la conformación de una totalidad, la relación se llama *complementariedad*. Por ejemplo, la categoría “colores” puede dividirse en las categorías de “cromáticos” y “acromáticos”, siendo ambos complementarios. Las extensiones de ambos términos no coinciden en absoluto, son independientes, y solamente se tocan en sus bordes.

Pero como hemos visto, MacLaury encontró hablantes que designaban ciertos colores con un término cuando los consideraban desde cierto punto de vista,¹ y esos mismos colores con otro término cuando los consideraban desde un punto de vista diferente. Ambos términos se focalizaban en lugares distintos del espectro cromático (por lo tanto el concepto de cuasi-sinonimia no era aplicable), pero sus extensiones cubrían prácticamente los mismos colores (por lo tanto la inclusión o la complementariedad tampoco eran aptas para describir la situación). El concepto de *coextensión* resultó adecuado para caracterizar esta relación semántica. Por ejemplo, un grupo de colores que se encuentran a mitad de camino entre el azul y el verde pueden ser designados como “turquesa”, cuando se los considera desde la categoría del azul, o como “esmeralda”, cuando se los considera desde la categoría del verde. La extensión de ambos términos muestra una superposición en un área relativamente grande, pero sus focos se desplazan hacia direcciones distintas (Figura 7.2).

¹ Por si es necesario, aclaro que esto se refiere a puntos de vista culturales, lingüísticos, generacionales o de ubicación geográfica, no a la geometría de observación adoptada para evaluar las muestras de color.

Igualmente, hay que considerar que todas estas relaciones no permanecen fijas en una lengua sino que, como muestran Berlin y Kay, se produce una evolución. Y puede demostrarse que en la evolución de una relación semántica hacia otra, la coextensión y la inclusión actúan como estadios intermedios entre la sinonimia y la complementariedad. Las diferentes relaciones se deben a énfasis desiguales dados por el hablante o la comunidad de hablantes a la similitud o a la diferencia. Cuando se presta fuerte atención a la similitud ocurre la cuasi-sinonimia (muy similar); cuando se presta fuerte atención a la diferencia aparece la complementariedad (muy diferente); en el medio, un equilibrio entre similitud y diferencia produce la coextensión (similar en extensión pero con focos diferentes), mientras que una atención moderada a la diferencia produce la inclusión (diferente pero de la misma clase). Este hallazgo condujo a MacLaury a proponer la teoría del punto de vista ventajoso como un modelo que, sin contradecir la serie evolutiva de Berlin y Kay, resulta más comprensivo y explicativo de los procesos involucrados en el desarrollo de las categorías. Estos procesos tienen poco que ver con respuestas neurofisiológicas distintas a los estímulos; más bien, el hecho de nombrar categorías de acuerdo con los puntos de vista adoptados es claramente una tarea cognitiva. La teoría del punto de vista ventajoso puede explicar muchas cuestiones relacionadas con el proceso por el cual una categoría se divide durante la evolución de una lengua, problema que Berlin y Kay no abordan en absoluto. En este sentido, la división de una categoría se debe a un énfasis creciente en la diferencia.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para la encuesta mesoamericana, MacLaury utilizó la misma disposición de 330 muestras de colores Munsell usada por Berlin y Kay y por otros investigadores; de esta forma es posible comparar resultados. No obstante, podría criticarse que los colores seleccionados son solamente aquellos que aparecen en la superficie externa del sólido de Munsell. Así, los colores desaturados con valores medios de luminosidad están excluidos, detalle que también critica Lü (1997: 6). Algunas otras encuestas, en vez, tal como la de Taft y Sivik (1993), han seguido el criterio de usar la totalidad del espacio de color (en este caso, con las 1.526 muestras del Sistema Natural del Color). Si los argumentos para tal elección en la encuesta mesoamericana fueron la facilidad para trasladar el muestrario durante la investigación de campo, o el costo reducido en comparación con el de un atlas Munsell completo, creo que podría haberse hecho otra elección: seleccionar muestras de color de la totalidad del espacio cromático pero con intervalos más amplios que los que hay entre muestras contiguas en el atlas Munsell, de manera que el número total de muestras —y por consiguiente el costo— sería aproximadamente el mismo.

El color ha demostrado ser un campo riquísimo para los estudios semánticos y cognitivos, seguramente debido a la disponibilidad de métodos confiables y colecciones de muestras estándar que pueden emplearse en distintos relevamientos, que de esta forma pueden compararse o reproducirse objetivamente, pero principalmente debido a que el color es un aspecto sobresaliente para todas las culturas y civilizaciones, de manera que todas las lenguas han desarrollado múltiples categorías en este sentido. El color es, entonces, uno de los aspectos más importantes para abordar la investigación de las relaciones entre pensamiento, lenguaje y cultura.

CAPÍTULO 8

SINESTESIA VISUAL Y AUDITIVA: LA RELACIÓN ENTRE COLOR Y SONIDO DESDE UN ENFOQUE SEMIÓTICO

SINESTESIA

El estudio del fenómeno de la sinestesia resulta de gran interés para la semiótica. Se lo define como una situación en la cual un estímulo recibido en una modalidad sensorial da origen a una experiencia en otra modalidad. En otros términos, diríamos que la sinestesia se produce cuando un signo dirigido a un cierto canal sensorial produce signos de diferente naturaleza sensorial en la mente del intérprete; por ejemplo, cuando un signo auditivo da origen también a una imagen visual en ausencia de toda estimulación visual. La palabra *sinestesia* viene del griego *syn* (junto, simultáneo) y *aisthesis* (percepción sensorial). Esto se halla estrechamente ligado con la *estética*. Algunas otras palabras, tal como *anestesia* (pérdida de la sensación), conservan la misma raíz. El término fue acuñado alrededor de 1890; no obstante, las menciones a este fenómeno pueden retrotraerse a Aristóteles, quien examina las analogías color-sabor y olfato-gusto en *De los sentidos y lo sensible* (i.384-322 a.C.).

Muchos autores consideran el fenómeno de la sinestesia como una fuente de posibilidades artísticas, en conexión con la búsqueda de la belleza. En la lista de definiciones acerca de la belleza que brindan Ogden y Richards, la última dice: “cualquier cosa que induce sinestesia es bella” (1953: 143). Para otros, el fenómeno de la sinestesia resulta un medio para establecer una unión entre las diferentes disciplinas artísticas, e incluso entre ciencia y arte. Migunov y Pertseva (1994) afirman que Kandinsky siempre trabajó alrededor del problema de la sinestesia con el objetivo de encontrar una base común para la asociación armónica de los conocimientos artístico y científico. Si la sinestesia es considerada como una asociación producida mediante cierta clase de analogía perceptual, como generalmente sucede en el campo estético, su estudio cae dentro del dominio de la iconicidad. Herman Parret se refiere a esta relación en términos de metaforización y señala que la experiencia sinestética reside en una analogía de cualidades y no meramente en un parecido cualitativo (1994: 188-190). Claude Zilberberg (2001) aborda sobre todo la aparición de la sinestesia en el lenguaje poético (y de allí señala la relación con la retórica), presentando ejemplos de Charles Baudelaire, Paul Valéry y otros. Según estas consideraciones la sinestesia involucra, entonces, analogía, mimesis, asociación con imágenes pasadas, memoria, reconocimiento.

Existe no obstante otro punto de vista. En los escritos de Magdalen Vernon (1962: 83-84) se puede comprobar que ella hace una diferencia entre asociaciones aprendidas, adquiridas por experiencias previas o a través de fuentes literarias, y sinestesia genuina, en la cual la conexión es inmediata y espontánea y los individuos realmente afirman tener perceptos. Harrison y Baron-Cohen (1994) también reconocen una diferencia entre asociaciones metafóricas (o pseudosinestesia) y sinestesia genuina. Con el objeto de establecer criterios científicos para distinguir entre estas dos formas, han desarrollado

métodos para determinar la existencia de casos genuinos de sinestesia. Sobre la base de sus hallazgos, estos investigadores sugieren que el fenómeno aparece en ciertos individuos como resultado de una conectividad neuronal inusual. Por ejemplo, con la técnica de tomografía por emisión de positrones, afirman haber detectado diferencias en el flujo sanguíneo entre personas con sinestesia y personas sin esta facultad. A veces la sinestesia es también definida como una anomalía cognitiva (Randel 1986: 179). Desde estos puntos de vista ya no sería sustentable una relación entre la sinestesia y la estética. Arnheim dice que las sinestesias generalmente no involucran mimesis (1985: 105), es decir, no existe imitación, no hay parecido. La sinestesia no sería el resultado de una sensibilidad artística que puede ser desarrollada o aumentada, como propone Juan Carlos Sanz (1985), sino como una condición neurológica que puede estar presente o no desde el nacimiento. Sergei Eisenstein (1958: 24-25) se refiere a una novela norteamericana en la cual un hombre que tenía los nervios auditivos y visuales trastocados percibía directamente las ondas electromagnéticas de la luz como sonidos y las ondulaciones mecánicas del aire como colores: “oía la luz y veía el sonido”. Esto constituye, por supuesto, un caso ficticio. Pero si es que realmente existe un cierto mecanismo neurofisiológico que conecta los canales sensoriales en el caso de las personas que afirman tener experiencias sinestéticas, entonces deberíamos estudiar este fenómeno dentro de la esfera de la indicialidad, ya que el mismo surgiría simplemente como una respuesta física, automática, compulsiva a un estímulo dado, un efecto producido por una causa.

Luigina De Grandis se coloca en una posición algo intermedia (1986: 84), ya que ella habla de sinestesia como una asociación por la memoria que surge a causa de conexiones próximas entre los diferentes centros sensoriales en el cerebro. Es decir, ella considera ciertas conexiones neurofisiológicas, pero esto es visto como una situación normal y no como un tipo de anomalía. Más aún, cuando nos referimos a la memoria estamos implicando experiencias pasadas y cierta clase de asociación por patrones de similaridad. Por mi parte voy a evitar aquí un punto de vista restringido, de manera tal que, aunque reconociendo que puede haber dos tipos de procesos, conexiones fácticas y asociaciones metafóricas, no haré exclusión del segundo aspecto.

COLOR Y SONIDO

En este capítulo trataré específicamente acerca de las asociaciones sensoriales entre color y sonido, esto es, la clase de sinestesias que producen una cierta correlación entre signos visuales y auditivos. Entre los estudiosos cuyo trabajo se encuentra directamente involucrado en la investigación semiótica, encontramos menciones de este aspecto específico de la sinestesia en Peirce, cuando cuenta el ejemplo del ciego que pensaba que el color escarlata sería similar a la estridencia de la trompeta (1860-1908: 1.313), Roman Jakobson, quien pone el acento en los sonidos del habla y las imágenes visuales (1985), y Jiri Veltrusky, cuando trata de la capacidad de los signos pictóricos para conllevar significados independientemente de cualquier función referencial, solamente a través de los efectos psicofísicos del mismo material (1976: 246). Tratamientos de mayor o menor profundidad pueden también encontrarse en escritos dentro de una variedad de campos diferentes, tales como la aproximación de Kandinsky desde el punto de vista artístico (1912 [1996: 52-54, 73]), las observaciones de Vernon desde el lado psicológico (1962: 83-85) y la consideración de Manlio Brusatin en el marco de la historia de la estética del color (1987: 125-126).

Existen también distintas opiniones acerca de este aspecto de la sinestesia o de las comparaciones entre música y color. Por un lado hay autores que mantienen cierta dosis de escepticismo. Matthew Luckiesh niega enfáticamente cualquier relación física entre sonidos y colores, señalando la naturaleza distinta de las ondas sonoras y luminosas, así como las diferencias entre el oído, un órgano analítico capaz de distinguir los diferentes sonidos que componen un acorde musical, y el ojo, un órgano sintético incapaz de analizar las componentes de un color mezcla (1921: 312-326). No obstante, él estima que si existe alguna relación entre colores y sonidos será revelada mediante la experimentación sistemática en física, fisiología y psicología. Para Hesselgren no tiene sentido buscar leyes de validez general que gobiernen las conexiones entre los sentidos, ya que, según su opinión, distintas personas “ven” colores diferentes mientras escuchan la misma pieza musical (1967 [1973: 169]).

Del lado de los autores que consideran el tema como una hipótesis de trabajo plausible encontramos a Wells (1980), Sanz (1985) y Pridmore (1992), entre otros. Las Tablas 8.1 a 8.3 muestran diferentes propuestas de correlaciones entre tonos y vocales con tintes. Kepes (1944: 167), quien refiere que el poeta alemán Schlegel correlacionaba los colores con las vocales humanas en un sentido definido (Tabla 8.3), también cita al antropólogo Franz Boas cuando señala la importancia de las sinestias entre visión, sonido y tacto en el desarrollo del lenguaje. Boas muestra ejemplos de cómo ciertas vocales son asociadas con conceptos tales como pequeñez o gran tamaño, y cómo esos sonidos aparecen en algunas lenguas indígenas en palabras que conllevan esos significados. No podemos evitar mencionar a Jakobson, quien nota que el significado de los sonidos participa de una relación objetiva innegable fundada en una conexión fenoménica entre diferentes modos sensoriales, en particular entre las experiencias visual y auditiva (1985). Jakobson ilustra esto con el hecho de que si a varias personas se les pide relacionar los fonemas /i/ y /u/ con las sensaciones de claridad y oscuridad, seguramente nadie diría que /i/ es el más oscuro de los dos.

MÉTODO

Precisamente, la encuesta que voy a presentar involucra el testeo de correlaciones psicológicas entre las componentes básicas del sonido (las variables altura, sonoridad, timbre y duración) y las componentes básicas del color percibido (las variables tinte, luminosidad, saturación y extensión espacial). En un estudio previo desarrollé argumentos acerca de correlaciones basadas principalmente en aspectos físicos y psicofísicos de ambos fenómenos (Caivano 1994). Más específicamente, mostraba paralelismos de longitud de onda/tinte en color con frecuencia/altura en sonido, intensidad/luminosidad en color con amplitud/sonoridad en sonido, saturación en color con timbre en sonido, y tamaño o extensión en color con duración en sonido. Uno de los propósitos de la presente encuesta es aclarar en qué casos los correlatos perceptuales o psicológicos coinciden con los físicos. Por ejemplo, Brusatin intuitivamente percibe correspondencias entre tinte y timbre, luminosidad y altura, saturación e intensidad (1987: 126). Vemos que estos correlatos no son los mismos que los mencionados antes. Aun más, Vernon expresa el hecho innegable de que en la correspondencia entre luminosidad y altura es común asociar sonidos agudos con colores luminosos y sonidos graves con colores oscuros (1962: 84). Nuestra encuesta proveerá datos para confirmar o rechazar estas y otras suposiciones o para expresar cada asociación posible según el porcentaje de gente que la percibe o el grado de probabilidad en que puede ocurrir.

Para llevar adelante este estudio se prepararon dos conjuntos de estímulos: escalas de sonido producidas con un sintetizador y grabadas,¹ y escalas de colores de superficie tomados del atlas Munsell (1976). Las escalas de sonido involucran la variación de altura, sonoridad, timbre y duración, mientras que las escalas de color, la variación de tinte, luminosidad, saturación y tamaño, con los valores que se muestran en las Tablas 8.4 y 8.5. En cada escala solamente se varió una dimensión, dejando las restantes fijas. Las escalas se produjeron tratando de cubrir el rango más amplio posible (excepto en la escala de altura que fue mantenida dentro del rango de una octava), de manera tal que la variación fuese evidente. En la encuesta, las series de estímulos auditivos son presentados a los oyentes/observadores junto con los estímulos de color.

Los sujetos de la encuesta, seleccionados entre personas de varias edades y contextos culturales diferentes, deben decidir, exclusivamente sobre la base de las sensaciones experimentadas (sin emplear demasiado razonamiento o conocimientos previos), si encuentran alguna correspondencia en tres instancias distintas: comparando las escalas como totalidad, comparando los puntos extremos de las escalas y comparando las direcciones en que van las escalas. Además, si en el primer nivel un sujeto hace el correlato entre la escala de altura y tinte, entonces se aborda una cuarta instancia para ver si puede percibir alguna correlación entre notas específicas y tintes específicos.

La hipótesis asumida es que las analogías perceptuales no necesariamente coinciden con las físicas e incluso pueden resultar diferentes para grupos culturales diversos. En este sentido, no se hace ninguna afirmación acerca de correlaciones universales.

RESULTADOS

En la comparación global de las escalas (Tabla 8.6), la escala de *altura* en sonido fue mayoritariamente correlacionada con la escala de *luminosidad* en color; el 43% de los sujetos hizo esta elección. La escala de *sonoridad* fue principalmente relacionada con la escala de *tamaño* en color; el 51% de los sujetos se inclinó por esta opción. La escala de *timbre* en sonido fue muy asociada con la escala de *tinte* en color; el 62% de los sujetos hizo este correlato. Finalmente, la escala de *duración* en sonido fue primariamente correlacionada con la escala de *tamaño* en color; el 57% de los sujetos se volcó por esta opción (nótese que el tamaño fue también muy a menudo correlacionado con la sonoridad).

En relación con la comparación de los extremos de las escalas (Tabla 8.7), tomamos aquí los correlatos que muestran los porcentajes más altos de elección en la etapa precedente para ver más específicamente en qué sentido se hacen generalmente dichos correlatos. Los porcentajes indicados son relativos a los porcentajes de la sección precedente. En el correlato altura-luminosidad, el 94% de los sujetos que antes habían marcado esta opción asoció el sonido más grave con el color más oscuro y el sonido más agudo con el color más claro. En el correlato sonoridad-tamaño, todos los sujetos (100%) que habían hecho este correlato en la sección precedente asociaron el sonido más suave con el tamaño de color más chico y el sonido más fuerte con el tamaño de color más grande. En el correlato timbre-tinte, el 48% de los sujetos asoció el ruido con el extremo púrpura de la escala de tintes y el sonido puro con el extremo rojo. Es destacable aquí que un 22% de los sujetos hizo la elección opuesta y que un 30% de ellos no pudo hacer ninguna asociación con respecto a los extremos de estas escalas. Finalmente, en el correlato duración-tamaño, el 100% de los sujetos equiparó el sonido

¹ Agradezco a Julio Viera, del Laboratorio de Investigación y Producción Musical del Centro Cultural Recoleta, Buenos Aires, por la grabación de estas escalas.

más corto con el tamaño de color más chico y el sonido más largo con el tamaño de color más grande.

Uno de los propósitos de la comparación de las direcciones en que van las escalas es verificar si surge alguna contradicción con respecto a las etapas anteriores (Tabla 8.8). Nuevamente, los porcentajes indicados aquí son relativos a los porcentajes de la primera selección. En la asociación altura-luminosidad, el 94% de los sujetos hizo un correlato entre sonidos graves hacia agudos y colores oscuros hacia claros. En la asociación sonoridad-tamaño, nuevamente el 100% de los sujetos hizo un correlato entre sonidos suaves hacia fuertes y tamaños de color chicos hacia grandes. En la asociación timbre-tinte, sólo el 35% de los sujetos percibió un correlato entre ruido hacia sonido puro y púrpura hacia rojo (en la secuencia púrpura-azul-verde-amarillo-rojo). Como en la sección precedente figuraba un 48% de sujetos que había hecho una elección coherente con esto, resulta entonces que un 13% (la diferencia entre 48 y 35) incurrió en contradicción. Hubo otro 35% de gente que hizo la elección opuesta, es decir con la escala de tintes yendo en la otra dirección, y un 30% que fue incapaz de encontrar alguna asociación particular con respecto a la dirección de estas escalas, es decir, les resultó indiferente cualquiera de las dos opciones. Finalmente, en la asociación duración-tamaño, el 100% de la gente hizo un correlato entre sonidos cortos hacia largos y tamaños de color chicos hacia grandes.

CONCLUSIONES

Tal vez el aspecto más saliente de esta investigación es demostrar que la comparación usual entre sonido y color, aquella por la cual una escala de tonos es asociada con los tintes del espectro o el círculo cromático, a pesar de que pueda resultar un correlato lógico desde el punto de vista físico, resulta totalmente inconsistente desde el punto de vista perceptual. Esto se demuestra por el hecho indiscutible de que, de las cuatro posibilidades que los sujetos tenían para asociar la escala de alturas, la escala de tintes fue la menos favorecida. Incluso, en el reducido porcentaje de gente que correlacionó altura con tinte, encontré que la mayoría tuvo dificultades para correlacionar los extremos o asignar una dirección definida a la escala de tintes con respecto a la escala de alturas. Esto muestra la todavía más inconsistente pretensión de algunos autores que han propuesto asociaciones de tonos específicos con tintes específicos. Si estas asociaciones se realizan mediante una transformación entre frecuencias y longitudes de onda de fenómenos físicos diferentes, podemos aceptarlas al menos como un ejercicio puramente especulativo, pero casi nadie las aceptaría como una sustitución perceptual directa entre sonidos y colores. Aquí podemos dar crédito a la opinión de Hesselgren.

Por otro lado, esta encuesta muestra que las correspondencias tinte/timbre y luminosidad/altura presentadas por Brusatin son intuiciones correctas, así como la asociación de tonos graves con colores oscuros y tonos agudos con colores claros expresada por Vernon. La hipótesis de que los correlatos perceptuales no necesariamente seguirían los correlatos físicos (Caivano 1994) también se verifica.

En términos de la cuestión acerca del carácter icónico y metafórico o indicial y fisiológico de los signos producidos por la sinestesia, el hecho de que existe una tendencia definida a asociar ciertas cualidades específicas del sonido con ciertas cualidades específicas del color sugiere lo siguiente: o bien las analogías son estructurales, o bien las conexiones neurofisiológicas no son contingentes o privativas de unos pocos y raros individuos, al menos en la esfera general de las dimensiones perceptuales de los sonidos y los colores, sin intentar llevar los correlatos a una sustitución uno a uno.

Tabla 8.1. Correspondencias entre tonos de sonido y tintes de color; a partir de Wells (1980) y Luckiesh (1921: 317, 323).

	Newton (1700)	Castel (1720-1735)	Finn (1881)	Rimington (1912)	Scriabin (1913)	Maryon (c.1920)
do	rojo	azul	rojo	rojo profundo	rojo	rojo
do#	--	azul-verde	bermellón	carmesí	violeta	rojo-naranja
re	naranja	verde	naranja	naranja-carmesí	amarillo	naranja
re#	--	amarillo-verde	amarillo	naranja	fulgor de acero	naranja-amarillo
mi	amarillo	amarillo	amarillo-verde	amarillo	azul perlado	amarillo
fa	verde	amarillo-naranja	verde	amarillo-verde	rojo oscuro	amarillo-verde
fa#	--	naranja	azul-verde	verde	azul claro	verde
sol	azul	rojo	turquesa	verde azulado	naranja rosado	azul-verde
sol#	--	carmesí	azul	azul-verde	púrpura	azul
la	índigo	violeta	índigo	índigo	verde	azul-violeta
la#	--	azul-violeta	violeta	azul profundo	fulgor de acero	violeta
si	violeta	índigo	púrpura	violeta	azul perlado	violeta-rojo

Tabla 8.2. Correspondencias entre tonos de sonido y tintes de color; a partir de Sanz (1985: 23, 26) y Pridmore (1992: 58).

	Lagrésille (1925)	Lagrésille (2)	Lagrésille (3)	Pridmore (1984)	Pridmore (1991)
do	amarillo-verde	amarillo	verde	verde	verde
do#	verde	amarillo-verde	verde-azul	cian	verde azulado
re	verde-azul	verde	cian	azul	aqua
re#	cian	verde-azul	azul	índigo-azul	azul
mi	azul	cian	violeta	violeta	púrpura
fa	violeta	azul	púrpura	púrpura	magenta
fa#	púrpura	violeta	magenta	magenta	rojo
sol	magenta	púrpura	rojo	carmesí	naranja-rojo
sol#	rojo	magenta	rojo-naranja	rojo	naranja
la	rojo-naranja	rojo	naranja	naranja	amarillo
la#	naranja	rojo-naranja	amarillo	amarillo	amarillo verdoso
si	amarillo	naranja	amarillo-verde	amarillo-verde	verde amarillento

Tabla 8.3. Correspondencias entre los sonidos de las vocales en distintos idiomas y el color; a partir de Harrison y Baron-Cohen (1994: 344), Kepes (1944: 167), y Sanz (1985: 101).

	Rimbaud (francés)	Schlegel (alemán)	Sanz (francés)	Sanz (español)	Sanz (inglés)
A	negro	rojo claro	amarillo	blanco	amarillo
E	blanco	--	verde-azul	verde	verde-azul
I	rojo	azul	azul	cian	cian
O	azul	púrpura	rojo-naranja	rojo-naranja	rojo-naranja
U	verde	violeta	magenta	magenta	magenta

Tabla 8.4. Escalas de sonidos. La altura está expresada en hertz y mels; la sonoridad, en decibeles; el timbre va de un ruido a un sonido puro; la duración está expresada en segundos (las separaciones son proporcionales a la duración y están también expresadas en segundos). Debajo de la columna correspondiente a cada dimensión que varía figuran los valores para las dimensiones que se mantienen constantes.

Altura (hz y mels)	Sonoridad (db)	Timbre	Duración (seg.)
264 363	10,0	ruido	1,3
309 420	32,5	Nº 2	1,6
358 477	55,0	Nº 3	2,0
411 534	77,5	Nº 4	2,5
467 591	100,0	sonido puro	3,1
sonoridad 48 db	altura 358 hz	altura 358 hz	altura 358 hz
timbre Nº 3	timbre Nº 3	sonoridad 48 db	sonoridad 48 db
duración 2 seg.	duración 2 seg.	duración 2 seg.	timbre Nº 3
separación 0,2 seg.	separación 0,2 seg.	separación 0,2 seg.	separaciones 0,13 - 0,16 - 0,2 - 0,25 seg.

Tabla 8.5. Escalas de colores. Tinte/luminosidad/saturación están expresados en notación Munsell: G (verde), B (azul), P (púrpura), R (rojo), Y (amarillo); los valores de luminosidad varían entre 0 (negro) y 10 (blanco); los valores de saturación van de 0 (gris, neutros N) hasta la saturación máxima (en el caso del rojo es 14). Los tamaños están expresados en centímetros cuadrados. La dimensión que cambia está indicada en negritas.

Tinte	Luminosidad	Saturación	Tamaño (cm ²)
5R /5/6	5R/1/1	N5/0	0,53 , color 5R/5/6
5Y /5/6	5R/3/1	5R/5/2	1,63 , color 5R/5/6
5G /5/6	5R/5/1	5R/5/6	3,50 , color 5R/5/6
5B /5/6	5R/7/1	5R/5/10	5,82 , color 5R/5/6
5P /5/6	5R/9/1	5R/5/14	8,51 , color 5R/5/6

Tabla 8.6. Resultados de la comparación de las escalas como totalidad. Las correlaciones con los porcentajes más altos están indicadas en negrita.

3%	5%	62%	0%
altura-tinte	sonoridad-tinte	timbre-tinte	duración-tinte
43%	30%	3%	22%
altura-luminosidad	sonoridad-luminosidad	timbre-luminosidad	duración-luminosidad
19%	11%	22%	16%
altura-saturación	sonoridad-saturación	timbre-saturación	duración-saturación
30%	51%	3%	57%
altura-tamaño	sonoridad-tamaño	timbre-tamaño	duración-tamaño
5%	3%	10%	5%
no asociación	no asociación	no asociación	no asociación

Tabla 8.7. Resultados de la comparación de los puntos extremos de las escalas. Las correlaciones con los porcentajes más altos están indicadas en negrita.

altura-luminosidad	sonoridad-tamaño	timbre-tinte	duración-tamaño
grave-oscuro	suave-chico	ruido-rojo	corto-chico
agudo-claro	fuerte-grande	puro-púrpura	largo-grande
94%	100%	22%	100%
grave-claro	suave-grande	ruido-púrpura	corto-grande
agudo-oscuro	fuerte-chico	puro-rojo	largo-chico
6%	0%	48%	0%
		no asociación	
		30%	

Tabla 8.8. Resultados de la comparación de las direcciones en que van las escalas. Las correlaciones con los porcentajes más altos están indicadas en negrita.

altura-luminosidad	sonoridad-tamaño	timbre-tinte	duración-tamaño
grave→agudo	suave→fuerte	ruido→puro	corto→largo
oscuro→claro	chico→grande	rojo→púrpura	chico→grande
94%	100%	35%	100%
grave→agudo	suave→fuerte	ruido→puro	corto→largo
claro→oscuro	grande→chico	púrpura→rojo	grande→chico
6%	0%	35%	0%
		no asociación	
		30%	

CAPÍTULO 9

PRAGMÁTICA DEL COLOR: EL COLOR Y LA PERCEPCIÓN DEL ESPACIO

INTRODUCCIÓN

En la *Crítica de la razón pura* de Kant (1787, parte 1, secc. 1) encontramos la noción según la cual el espacio no es un concepto empírico que puede derivarse de la experiencia externa sino una representación *a priori* que brinda la base para todas las intuiciones externas.

Charles Sanders Peirce (1868 [1984: 196-199]), yendo un poco más allá, argumenta que no puede aprehenderse el espacio mediante la intuición inmediata, sin que exista una dosis de razonamiento; es necesario tener impresiones sucesivas y reconocer una cierta relación entre ellas para percibir el espacio. Peirce señala el hecho de que en la retina existe un punto ciego y que la imagen proyectada sobre ella no es, como podría imaginarse, un óvalo continuo sino un anillo, cuyo llenado debe ser el trabajo del intelecto (p. 197).

Ahora bien, si en lugar de hablar de la categoría general de espacio, a la cual se refiere Kant, nos referimos a la percepción visual de un cierto espacio, y si concordamos con Peirce en que la percepción del espacio puede ocurrir solamente a partir de una sucesión de impresiones visuales, nos daremos cuenta de que las impresiones sensoriales mediante las cuales aprehendemos el espacio no son más que manchas de color, ya que el ojo no puede sentir otra cosa fuera de diferentes cualidades de la luz. El color es lo que constituye nuestro mundo visual; los objetos son vistos porque se detectan bordes, y estos bordes están dados exclusivamente por diferencias tonales. Es allí donde un color termina y comienza otro que percibimos un borde. Entonces, el color es un elemento que cumple una alta función informativa.

Es notable cómo Aristóteles había llegado a esta conclusión, cuando en su libro sobre los sentidos y los objetos sensibles dice que

la facultad de la visión nos informa de muchas diferencias de todo tipo, ya que todos los cuerpos tienen color, de manera que es principalmente por este medio que percibimos las sensaciones comunes. (Por ellas quiero decir forma, magnitud, movimiento y cantidad). (i.384-322 a.C.: 437a/4-10, trad. propia)

En este punto, un mayor refinamiento es incluir también la *cesía* como un factor que junto con el color nos permite ver el espacio. Explicaré este término brevemente, ya que el tema ha sido presentado en otras publicaciones (Caivano 1990, 1993a, 1994a, 1996a) y será objeto de un desarrollo más particularizado en los capítulos 12 y 13. Mientras que el color da cuenta de las diferentes distribuciones *espectrales* de la luz, “cesía” es el nombre asignado a las sensaciones producidas por diferentes distribuciones *espaciales* de la luz —sensaciones de translucencia, transparencia, cualidad de mate, apariencia espejada, etc. Entonces, no solamente percibimos bordes allí donde cambia el color sino también allí donde cambia la cesía, incluso en presencia del mismo color. Pero esto es asunto que excede este capítulo. Concentrémonos sólo en el color por el momento.

Veremos ejemplos de cómo el color es el principal elemento para la visibilidad de la forma y el espacio. De esto se sigue que por medio de un uso adecuado del color es también posible lograr la invisibilidad, lo cual es el caso de las esculturas invisibles del artista plástico Jorge Iglesias. El uso del color para el camuflaje de los objetos es algo muy cercano a esta idea (Luckiesh 1922 [1965: 210-246], Ingenieros 1903: cap. II), tal vez un estadio anterior a ella. Además, existen ejemplos de cómo el color puede alterar la percepción de ciertas cualidades de la forma, por ejemplo mediante el contraste, la irradiación y otros factores (Goethe 1808-1810: par. 16-18, Luckiesh 1922 [1965: 203]).

EL COLOR Y LA VISIBILIDAD DE LOS OBJETOS

Veamos cómo el color torna visibles los objetos. Si miramos un objeto pintado, es obvio que el único factor que está en juego para hacerlo aparecer como tridimensional es el gradiente de color. El efecto de volumen se obtiene haciendo el color más claro o más oscuro y alterando la saturación consecuentemente. Una técnica puntillista de aplicación del color mediante ciertas reglas simples puede transformar un círculo en una esfera. Las reglas consisten en variar la luminosidad, la saturación y el tinte del color de cierta manera.

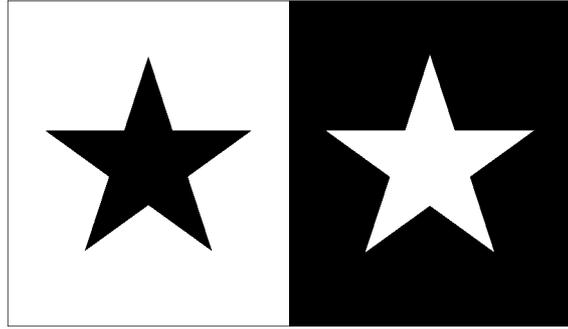
El test de Ishihara, que se utiliza para detectar casos de daltonismo —sea dicromatopsia o acromatopsia—, constituye otro buen ejemplo. Este es un test por el cual todo aquel que haya rendido examen para obtener licencia de conducir ha de haber pasado. En una de las láminas del test, que está impresa con puntos de tamaño visible y colores diferentes, las personas con visión normal leen un número, digamos 29, los individuos daltónicos o dicrómatas ven otro número, 70, y las personas con acromatopsia no reconocen ningún número. En una de las láminas de otro test similar, el de Stilling-Hertel, los individuos con visión normal perciben las diferencias cromáticas y leen “CH”, mientras que las personas con daltonismo o dicromatopsia solo perciben diferencias en luminosidad y leen el número 31. Estos son ejemplos claros de cómo una visión deficiente del color puede alterar la percepción de las formas, o incluso hacer que las formas desaparezcan. Es decir, si no vemos el color no podemos distinguir la forma.

EL COLOR INTRODUCE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN DEL ESPACIO Y LA FORMA

Una utilización ingeniosa del color puede hacer que se generen contradicciones en la percepción del espacio en perspectiva, y puede suceder como en los dibujos de Gaetano Kanizsa (1980 [1986: 198]), donde uno ve que la caña sostenida por un pescador en la costa pasa por detrás de la vela de un barco que está navegando a gran distancia, lo cual es absurdo desde el punto de vista de la construcción perspectíva. A pesar de que somos conscientes de la incongruencia seguimos viendo la caña por detrás de la vela.

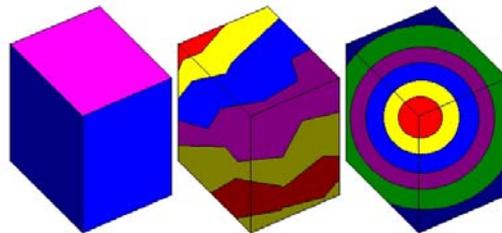
El color puede hacer que una figura parezca más grande que otra, incluso cuando sus áreas sean exactamente iguales. Una estrella blanca parece más grande que una negra, no obstante que desde el punto de vista geométrico son idénticas. En este caso, el fenómeno es conocido como irradiación, y la regla es que un objeto claro sobre un fondo oscuro expande su área o volumen percibido, mientras que un objeto oscuro en un entorno claro parece encogerse (Figura 9.1). Esto es un buen truco para las personas gordas o voluminosas, quienes deberían utilizar ropas oscuras si quieren aparentar que son más delgadas o pequeñas.

Figura 9.1. Por efecto de irradiación, la estrella blanca sobre fondo negro parece más grande que la estrella negra sobre fondo blanco, si bien son exactamente iguales. En este caso, el color produce alteración en el tamaño percibido de las formas.



El color puede también favorecer la percepción de la forma, como en el caso del cubo pintado con diferentes tonos para cada una de sus caras, o puede destruir la forma, como el caso del cubo pintado con colores que siguen un patrón diferente de la forma cúbica (Figura 9.2). El caso de la distorsión de la forma por medio del color fue explotado durante la Primera Guerra Mundial. Los barcos eran pintados con diseños o motivos extravagantes con el objeto de producir confusión respecto de su forma o de su curso de navegación. Matthew Luckiesh, en su libro sobre ilusiones visuales, explica estas aplicaciones con cierto detalle (Luckiesh 1922 [1965: 226-231]).

Figura 9.2. Tres cubos: en el de la izquierda los colores contribuyen a realzar la forma; en los otros dos los colores producen distorsiones de la forma, camuflándola.



EL COLOR PUEDE TORNAR INVISIBLES LOS OBJETOS

Veamos ahora algunos ejemplos de cómo es utilizado el color para obtener la invisibilidad, haciendo que la percepción del espacio o la forma desaparezca. El fenómeno de engaño por ocultamiento aparente o mimetización en los animales es bastante conocido. Jack Hailman, en su libro sobre señales ópticas, luz y comunicación animal (1977: 157-189), desarrolla exhaustivamente estos aspectos y establece una distinción entre *ocultamiento*, queriendo significar que un animal no es detectado en su medio ambiente, y *mimetismo*, entendiéndolo por esto que un animal no es reconocido por lo que es sino que es confundido con otra cosa (p. 157). Mediante procesos de selección natural, una determinada especie desarrolla una pigmentación que refleja aproximadamente la misma composición espectral de la luz que su entorno, y por este artificio —junto con la similitud de forma— esa especie pasa desapercibida para sus predadores. Como se señaló antes, la cesía es también importante, no solamente el color. En otros casos el ocultamiento es debido a la transparencia, no al color; es decir, el animal desarrolla una composición física de sus tejidos que produce aproximadamente la misma distribución espacial de luz que la que produce el medio en que vive. Los cuerpos de algunos peces poseen un índice de refracción similar al del agua. Este mismo criterio es utilizado por Herbert Wells para explicar cómo el personaje de su novela *El hombre invisible* concibe la invisibilidad.

Otro factor que podemos encontrar en el reino animal para incrementar la invisibilidad es el sombreado en negativo. Normalmente un animal recibe iluminación desde arriba, de manera que si su cuerpo refleja luz homogéneamente se produce una sombra oscura en la parte inferior que hace aumentar el grado de contraste. Para evitar esta sombra que los torna más visibles, muchos animales han desarrollado una piel o un plumaje que refleja más luz en la zona del vientre que en la del lomo (Figura 9.3). Esto es importante tanto para pasar desapercibido a los posibles predadores como para hacerse menos visible a las posibles presas.

Figura 9.3. La zona ventral del tiburón refleja más luz que la zona dorsal. Así, cuando el animal recibe luz desde arriba, que es el caso normal, resulta menos visible.



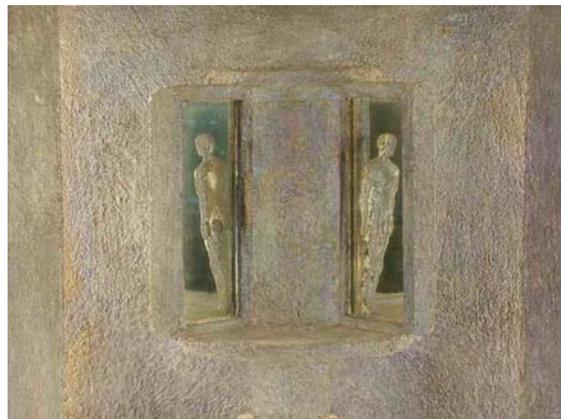
Y aquí, con el sombreado en negativo, llegamos al principal factor que utiliza Jorge Iglesias para construir sus esculturas invisibles. Iglesias explica que la preocupación dominante en la historia de la pintura figurativa fue la de crear la ilusión de tridimensionalidad mediante un objeto que está confinado a dos dimensiones. Nosotros estamos bastante familiarizados con los efectos de *trompe l'oeil* utilizados en el período barroco, por ejemplo. Iglesias usa el siguiente ejemplo: la concepción tradicional se plantea el problema de pintar, por ejemplo, unas franjas sobre un muro plano de manera que ello parezca una moldura en relieve lo más real posible; la otra manera de pensar es tomar una moldura real que sobresale de la pared y pintarla de manera tal que desaparezca a la visión. Y esto se logra mediante el contra-sombreado o sombreado en negativo, es decir, pintando sobre un objeto real su imagen negativa, para una iluminación determinada.

En una de las esculturas de Iglesias hay una pequeña figura humana que se recorta contra un fondo, está parada sobre una especie de pedestal y tiene dos espejos a los costados. Vemos la estatuilla porque está modelada por la luz, la sombra y el color. También vemos el espacio en el cual está la estatuilla, así como sus imágenes reflejadas en ambos espejos (Figura 9.4). Pero tanto la estatuilla como el pedestal han sido pintados con una técnica de sombreado en negativo que funciona para una determinada iluminación. Cambiando a esa iluminación, los objetos se hacen invisibles (Figura 9.5). Lo que ocurre, simplemente, es que resulta imposible distinguir entre los objetos y el fondo. A pesar de que no pueden verse, los objetos siguen estando en el mismo lugar y ocupando el mismo espacio. Es posible ver las imágenes reflejadas de la figura humana en ambos espejos pero resulta imposible ver la imagen real. Los espejos prueban que la estatuilla todavía está allí, que no ha sido quitada. Con respecto al pedestal, también puede evidenciarse que sigue estando allí al colocar un lápiz o cualquier otro objeto sobre él: el lápiz parece estar suspendido en el aire mientras que en realidad está sustentado por el pedestal que se ha vuelto invisible.

Figura 9.4. Una de las esculturas invisibles de Jorge Iglesias: una estatuilla con espejos a ambos lados. Con esta iluminación la estatuilla, en el centro, es visible.



Figura 9.5. La estatuilla, que sigue estando en el centro, se hace invisible para determinada iluminación. Solo se ve su imagen reflejada en los espejos.



Esto no constituye ningún truco de magia, se trata solamente de cierta maestría en la técnica de pintura en contra-sombreado, lo cual requiere un profundo conocimiento de las leyes de la iluminación y el color, una habilidad y práctica considerable en el trabajo con pigmentos y una paciencia infinita. Algunos pequeños cambios en la iluminación pueden tornar la estatuilla visible en grados diferentes (Figura 9.6). Si se hace disminuir la intensidad de la luz que viene de la izquierda, la figura puede verse ya un poco. Si las luces que vienen de izquierda y derecha son apagadas y permanece la iluminación que viene desde arriba, entonces la figura se hace aún más visible.

Figura 9.6. Con algunos cambios en la iluminación, la estatuilla, en el centro, es visible en cierto grado.



CONCLUSIÓN

Todos estos ejemplos intentan mostrar cómo la luz y el color son los elementos primarios para la visión, y por lo tanto los signos básicos para la percepción del espacio y la forma, que son cogniciones más elaboradas —Aristóteles y Peirce, como hemos visto, nos lo recuerdan. En las investigaciones sobre visión artificial, el primer paso para construir un robot que vea e interprete correctamente aquello que ve es inventar un artefacto que pueda detectar diferencias de luminosidad y luego de distribución espectral, es decir, que pueda detectar color. Pero esto no es suficiente, un sistema de visión artificial debería ser también capaz de detectar diferencias en la distribución espacial de la luz —es decir, *cesía*—, de manera de no confundir, por caso, un objeto transparente con una fotografía opaca de ese mismo objeto. Una vez que se logra esto, un paso más es, a partir de esas diferencias, detectar bordes y luego construir formas mediante esos bordes. Incluso, en este punto está todavía el problema de asignar significados a esas formas, de manera tal que el robot sepa que el objeto rojo, que puede tener mayor o menor brillo y cierta textura, y cuya forma ha sido detectada como aproximadamente esférica, es una manzana.

Este capítulo intenta también ser un llamado de atención para los arquitectos y los diseñadores que trabajan con el espacio, quienes generalmente piensan que para desarrollar un proyecto no se necesita trabajar con la luz y el color desde las primeras instancias del proceso. A menudo vemos que estos factores son aplicados en el estadio final y como algo externo al proyecto o al objeto en sí. El espacio arquitectónico, escultórico, escenográfico o de cualquier otra naturaleza es percibido principalmente por medio de la visión; el tacto, el olfato y la audición juegan papeles muy secundarios en este sentido. Y los arquitectos y diseñadores deberían ser conscientes de que la visión está hecha de contrastes de color —y *cesía*— que son percibidos en forma simultánea o sucesiva.

CAPÍTULO 10

¿COLOR LOCAL Y ALDEA GLOBAL: VARIABILIDAD CONTEXTUAL DE LOS SIGNOS CROMÁTICOS

INTRODUCCIÓN

Cuando la empresa United Airlines inició su servicio de acompañamiento de pasajeros en Tokio, sus empleados podían ser identificados por claveles blancos. Sin embargo la empresa prontamente cambió ese color al rojo, porque sus ejecutivos advirtieron su inconveniencia. Las flores blancas en Japón recuerdan luto y muerte, asociaciones del todo negativas en la imagen de una aerolínea (y esto, descontando que el hecho referido sucedió antes del 11 de septiembre de 2001).

Esta anécdota ilustra cómo el color funciona como un verdadero código en el contexto de la imagen institucional. La existencia de un código cromático supone una intencionalidad en sus aspectos de producción y la posibilidad de reconocimiento por los lectores o usuarios, es decir, manifiesta algún grado de estandarización. El color en su uso identitario está codificado simbólicamente, pero, a su vez, se encuentra atravesado e interpenetrado por otras codificaciones que interfieren su interpretabilidad. La formulación de la identidad cromática contempla la coherencia en relación con su competencia en un sistema que le asegure identidad y diferenciación, tradición e innovación. La expansión de empresas e instituciones en el mercado global trajo como consecuencia la traspolación de sus signos cromáticos. Las connotaciones locales pueden resignificar o neutralizar los valores atribuidos a las marcas e identidades que se intentan comunicar. Si bien este fenómeno es propio de la comunicación globalizada es interesante su estudio en el color, ya que, en tanto signo, parece más “transparente” en su significación que los textos escritos o incluso ciertas iconografías.

IDENTIDAD DISEÑADA: AL SERVICIO DEL MERCADO GLOBAL

La identidad entendida como la personalidad es un “ser” que se traduce en un modo de hacer y un modo de comunicar. Se alimenta de historias (reales o míticas), de lo proyectado, de las imágenes, de las expectativas y pretensiones, de silencios y ocultamientos. Nunca es real, en un sentido ontológico. Siempre implica dos movimientos: un sentimiento de pertenencia, de cohesión, que aglutina (yo-nosotros) y que, a la vez, genera la diferenciación u oposición respecto de lo ajeno, lo extraño, del otro.

La formación del concepto mismo de identidad corporativa es producto del mercado. A principios del siglo XX y en el marco de la llamada segunda revolución industrial se imbrican producción y diseño, inaugurando un nuevo modo de producción en serie que añade un valor simbólico a los objetos. Esta tradición se inaugura con trabajos emblemáticos como los realizados entre 1907 y 1914 por Peter Behrens (arquitecto y artista gráfico alemán) y Otto Neurath (sociólogo austriaco) para la empresa alemana AEG.

Aunque recién décadas más tarde, a partir de la creación de la Escuela Superior de Diseño de Ulm se hace evidente y sistemática la aplicación de los principios del diseño al servicio de la empresa. Uno de sus precursores, Otl Aicher —a quien se atribuye la creación del concepto de *imagen corporativa*— afirma que, quien habla de imagen corporativa debería hablar de su imagen de representación, de la apariencia que se quiera tener. Todo cuanto existe tiene una forma, un rostro. La forma no es sólo imagen y contorno, es gesto, es presencia y es conducta. La imagen es un fenómeno filosófico y moral.

La identidad corporativa no es el aspecto sino la personalidad de la empresa. No hay que entender la figura como apariencia externa sino como manifestación del todo: se parece lo que se es, y se representa lo que se es (Aicher 1991).

Los conceptos de identidad corporativa y diseño corporativo para definir una cultura empresaria se conocieron realmente a partir del trabajo realizado en *Olivetti*. Tras la segunda guerra mundial, *Braun*, en Alemania es pionera en la creación de una imagen unitaria que incluyera diseño de productos, comunicación visual y arquitectura.

Identidad es unidad, es concordancia, síntesis de elementos distintos, nunca debería ser una mera cosmética que simplemente recubra los objetos o servicios como si fuese un maquillaje. En lo relativo a actividades de las empresas u organizaciones, esta postura implicaría que:

El perfil interior de las prestaciones de una empresa (o sea su knowhow, su competencia, su actitud) deben coincidir con el perfil exterior de sus prestaciones (por ejemplo la conformación del producto, la comunicación o la imagen de marca). (Bürdek 1994: 279)

El estudio comunicacional de la identidad corporativa —entendida como las representaciones o juego de imágenes de los sujetos interactuantes en los intercambios (Chaves 1988)— demuestra que no existe la imagen unívoca sino un conjunto de ideas más o menos diversas, coexistentes y, sin embargo, “verdaderas”. La identidad involucra al menos cuatro caras complementarias: lo que los sujetos *creen ser* íntimamente, lo que *dicen ser* (actuación o exteriorización), lo que *otros creen que ellos son* y los llamados indicadores objetivos o *realidad*; lo que los datos —relativamente ciertos y no siempre conocidos— revelan (Figura 10.1).

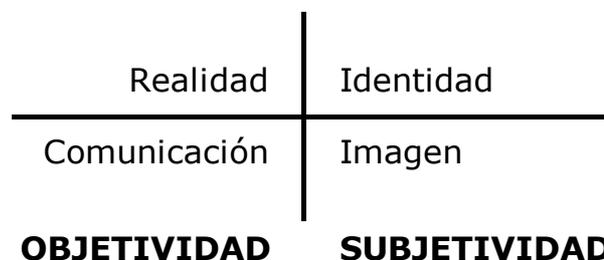


Figura 10.1. Factores objetivos y subjetivos en la conformación de una entidad (a partir de Chaves 1988).

El trabajo sobre la empresa o institución sólo puede operar en los aspectos subjetivos, aunque es necesario establecer correspondencias entre el “fantasma” creado,

entre los interpretantes a los que el símbolo remite y los aspectos objetivos de la empresa (mundo objetual o realidad).

La identidad de una institución es resultado de un complejo proceso de planificación que involucra a profesionales de distintas disciplinas. Esa identidad se hace visible y comunicable por medio de distintos objetos de diseño (arquitectónico, gráfico, industrial, textil, multimedial) que integran un sistema de signos.

El carácter global de la identidad —señalado por el diseñador Joan Costa (1989)— y su interdisciplinariedad —destacada por Otl Aicher (1991)— son dos dimensiones de las que nunca puede desentenderse el diseñador de imagen institucional. La identidad es un sistema complejo de signos que apela a lo sensorial y a lo cognitivo: es visible, audible, comunicable. Ese sistema signico fue sistematizado por Costa (1992: 30-36) por medio de siete vectores que se constituyen en soportes de la identidad global.

1. Nombre (razón social) o identidad verbal

Símbolo lingüístico

2. Logotipo

Símbolo verbal visualizado tipográficamente

3. Isotipo

Símbolo gráfico

4. Identidad cromática

Color como símbolo

5. Identidad cultural

Índices conductuales:

comportamientos, acciones, modos de hacer, “gestos”

6. Arquitectura corporativa

Signos espaciales

7. Indicadores objetivos de la identidad

Índices económicos

Las estrategias comunicacionales reseñadas, que se han desarrollado hacia fines del siglo XX, proponen la globalidad de la imagen corporativa y coinciden temporal e ideológicamente con la materialización de la globalización de los mercados. En definitiva, puede afirmarse que ambas son dos caras de una misma moneda y que ambos, identidad global y mercado globalizado se retroalimentan permanentemente.

EL COLOR: ¿SIGNO GLOBAL?

¿El color es un signo global? Uno de los factores que hacen visible la identidad de una institución es el color. El color como factor de identificación de una empresa y, a la vez, de diferenciación de su competencia está ampliamente difundido en el diseño institucional. Tal como se expresó previamente, Joan Costa (1992) lo destaca como uno de los vectores de la identidad corporativa.

Citando casos como *The Big Blue* (*El gigante azul*, IBM) acordaríamos que dentro del sistema semiótico global, el color es uno de los elementos clave en la conformación de la identidad corporativa. Su impacto visual, pregnancia, memorabilidad, así como la posibilidad de reproducción en diferentes aplicaciones son factores clave en el diseño (Figura 10.2).

Más instantánea que la percepción de un símbolo es la percepción del color. En la medida misma en que éste actúa no como una “información”, sino como una “señal”, el color corporativo se convierte en lenguaje (Costa 1992: 32).



Figura 10.2. *El Big Blue*.

El color tiene un alto impacto en la comunicación institucional, porque es percibido a mayor velocidad que otros símbolos institucionales como iconografías o leyendas verbales. Además, el color requiere menor tiempo de lectura que un isotipo o un logotipo (Chague, Mattiello y Pescio 2000); cuando forma y color están adecuadamente asociados, el color (elemento más primario) facilita la memorabilidad de la forma. Los isotipos cromáticos son más fácilmente recordables que los acromáticos. De este modo, el color funciona como factor de recordación de la marca (por ejemplo: amarillo *Kodak*, rojo *Nestlé*).

Pero, además de los aspectos perceptuales y de producción y reproducción material, la eficaz elección del color institucional se funda en los valores que les atribuyen los destinatarios. Las asociaciones positivas o negativas se trasladan (metonímicamente) de los signos a los objetos, ya sean productos o servicios.

El color de una institución nunca es ajeno a las asociaciones más o menos conscientes que una comunidad le asigna históricamente a ese color por tradición. Por ejemplo, el color del packaging del producto puede connotar si es económico o costoso. En la economía globalizada es preciso atender a los valores culturalmente atribuidos al color por parte de los diferentes públicos, ya que pueden presentar variaciones locales que desvirtúen la idea de la marca o asociarse con connotaciones negativas. El color actúa como signo que transmite valores simbólicos, por ejemplo, la elección hecha por IBM es apropiada para el universo de lo tecnológico, la vanguardia. El futuro es azul (Figura 10.3).



Figura 10.3. *El azul como connotación de futuro y tecnología*.

LA IDENTIDAD EN PLENA METAMORFOSIS

La identidad local de un pueblo, de una nación es una constancia cuyo eje axial es la variable espacial. El proyecto urbano moderno define la ciudad como unidad espacial. La identidad urbana se despliega en un espacio finito, diferencial y diferenciador, con su historia, su gente, su patrimonio económico y simbólico. Ese espacio urbano reproduce un mundo sensorial y afectivo; los perfumes, sonidos y colores que lo identifican están básicamente referidos a una territorialidad.

La globalización propone, en cambio, una identidad desterritorializada. La *aldea global* que soñaba Marshall McLuhan era un espacio infinito, sin fronteras. Internet como signo de época, recrea ambos paradigmas: la virtualización y, consecuentemente, desmaterialización del espacio y la ilusión de pertenencia a una fraternidad global. Una de sus consecuencias reside en que desde hace décadas el consumo diferenciado y adaptado a las necesidades, gustos y caprichos de pocos y distintos se masificó en un mercado global que homogeneiza la diversidad (y recarga con fuertes sobrepagos lo “exclusivo”).

La disolución de barreras (comunicacionales, económicas, culturales e ideológicas) cuyo emblema podría encarnarse en la caída del muro de Berlín, parece ser un signo de época. A la par se potenció la creación de entidades supranacionales con diversos objetivos (Mercado Común Europeo, Mercosur, Alca) y también la coalición militar de Occidente propiciada por Bush a partir de la caída de las torres gemelas.

En este nuevo paradigma de espacios infinitos, el tiempo es la medida y el movimiento o dinamismo es, paradójicamente, la única constante.

Con estas precauciones resulta evidente que identidad empresaria, institucional o corporativa no significa lo mismo que en sus orígenes. Dado que una de las condiciones esenciales de la identidad es la unidad en la diferenciación, el concepto mismo de *identidad global* resulta dudoso. En primer lugar, sus características requieren el reconocimiento e identificación por parte de un público no sólo masivo, como antes, sino global y, además, no podría ya anclar su comunicación en esquemas rígidos que prontamente caducan sino, más bien, transitar una unidad en perpetuo movimiento.

La globalización no produjo la utopía que había profetizado McLuhan, a nadie se le escapa que hoy el mundo no es una aldea, sino un gigantesco mercado sin fronteras con profundas asimetrías: entre productores y consumidores, entre quienes sólo acceden al consumo y aquellos que, directamente, son excluidos. Y la comunicación en la comunidad global interconectada ha creado necesidades antes que satisfacerlas.

¿UN ARCO IRIS IMPERIAL?

Instalados en este escenario, según señalan Michael Hardt y Antonio Negri (2002: 14) la soberanía ha adquirido una nueva forma, compuesta por una serie de organismos nacionales y supranacionales unidos por una lógica de dominio. Esta nueva forma de soberanía responde al concepto de “imperio”. A pesar de que esa palabra evoca inmediatamente por asociación al “imperialismo”, estos teóricos se ocupan de diferenciarlos. La soberanía nacional era condición del imperialismo cuyas fronteras garantizaban la pureza de la propia identidad y, a la vez, excluían lo diferente:

El imperialismo fue realmente una extensión de la soberanía de los Estados-nación europeos más allá de sus propias fronteras. Eventualmente, casi todos los territorios del mundo podrían dividirse en parcelas y el mapa del mundo entero

aparecería codificado con colores europeos: el rojo para los territorios británicos, el azul para los franceses, el verde para los portugueses, etc.

El imperio no establece un centro de poder —aunque se pueda argumentar que los EE.UU. ocupan un lugar privilegiado en él— sino que constituye un aparato descentrado y desterritorializador que incluye el planeta con fronteras abiertas y en permanente expansión. En el imperio no hay identidades puras sino híbridas. Es un mundo regido por nuevas formas de diferenciación y homogeneización.

Los colores nacionales distintivos del mapa imperialista del mundo se han fusionado y mezclado en un arco iris global imperial (Hardt y Negri 2002: 14).

IDENTIDAD CROMÁTICA

¿Cómo lograron algunas empresas instaurar un código cromático universal? Entre otros factores, es decisivo el liderazgo en su rubro, la difusión y la permanencia. Por ejemplo, la elección del rojo para *Coca-Cola*, cuando aún no había una bebida equivalente en el mercado creó un código genérico para las “bebidas cola”. Si bien lo que se recuerda es *Coca-Cola*, la utilización del rojo en las competidoras permite la identificación del tipo de bebida y cierto mimetismo que la asociaría al prestigio de la marca líder (Figura 10.4). El rojo remite a lo calórico y, en ese sentido puede ser apropiado para este tipo de bebida azucarada y energizante (que contiene cafeína), sin embargo la asociación parece ser más de tipo simbólica. Además es el color preferido para productos de consumo masivo, ya que suspende el juicio “clasificador”. Otro fenómeno similar es el caso de McDonald’s.

Figura 10.4. El código cromático establecido por *Coca-Cola* y reproducido por todo tipo de bebidas cola.



En general habiéndose instalado un código cromático genérico las diferentes marcas tienden a reproducirlo, por ejemplo: cigarrillos (rojos-marrones-negro) versus cigarrillos light (azulados) y mentolados (verdes). Este tipo de asociaciones metonímicas-indiciales se repiten en limpiadores, agua mineral (colores fríos+blanco); café o té (colores cálidos+negro). El tinte verde, elegido como índice de naturalidad, se ha convertido en símbolo de “ecológico”.

Sin embargo, estas connotaciones, sólo alcanzan cierta regularidad en su interpretación en el marco del género del producto o servicio al cual aludimos. Por ejemplo, el verde puede ser elegido para un banco, un servicio de salud, una universidad por ser uno de los colores “serios” o institucionales (como el bordó y el azul) que transmiten metafórica-simbólicamente “seguridad, solidez” y pretenden infundir confianza en el público.

Diseñar la identidad cromática, entonces, más que “crear” el color parece un delicado juego de insertarse en una gramática compleja de códigos (genéricos, estilísticos, culturales) que, si bien no determinan la elección del color, sí lo limitan. Hay sentidos que deben “silenciarse”, obturarse... haciéndolos invisibles, entonces, hay colores inapropiados o inaceptables. Por ejemplo, el rosado es inaceptable para productos masculinos, mientras es el color preferido en las marcas de productos para niñas, como *Barbie*.

Sin embargo, cuando una marca logra romper esos estereotipos puede convertir su identidad cromática en un verdadero símbolo. Por ejemplo, el color lila de los chocolates *Milka* es transgresor respecto de las tradicionales asociaciones icónicas del producto (marrones), indiciales-metonímicas (energía, calorías = colores cálidos) o sus valores metafóricos-simbólicos (suntuosidad, premium = dorados). Así, el color lila crea un plus (la suavidad), reinventando y reactualizando un producto tan viejo como el chocolate (Figura 10.5).

Figura 10.5. Los colores genéricos de los envoltorios de chocolate y la transgresión producida por *Milka*.



De lo expuesto se desprende que muy pocas marcas han fijado su identidad cromática en la memoria del público. Sólo las pioneras y líderes son memorables y han instalado verdaderos códigos que regulan el uso del color.

LA IDENTIDAD CROMÁTICA: ¿FACTOR DE RESISTENCIA?

La opacidad del signo cromático está fundada en su gran sensibilidad al contexto y en que cada color participa de diferentes subcódigos a la vez. Entonces, cuando alguno de esos subcódigos entra en competencia con otro, el usuario decide el sentido atendiendo al criterio de relevancia (en ese contexto). Esto explicaría cómo en ciertos contextos locales podrían rechazarse códigos cromáticos interpretados como positivos por el resto, como el ejemplo con el que iniciamos esta exposición. Seguramente habría que estudiar muy seriamente las culturas no occidentales para plantear estrategias comunicativas válidas.

El rechazo consciente que puedan ejercer los globalifóbicos no consumiendo ciertas marcas; este gesto es aislado, su acción es débil respecto del proyecto organizado de crear un mercado global. No obstante, hay zonas —no del orden racional sino emocionales, por eso más resilientes— que todavía operan como factor de continuidad y resistencia: los colores patrios (identidad nacional) y asociada a ella la identidad deportiva (por ejemplo, “los colores de la camiseta”, los colores del cuadro de fútbol y de la selección nacional), la identidad política (filiación partidaria).

Esta hipótesis explicaría casos anómalos en los que el mercado local da batalla e incluso logra vencer a las marcas multinacionales.

Uno de los pocos países en Latinoamérica en donde *Coca-Cola* no es la bebida cola más vendida es el Perú. *Inca Kola*, “de sabor nacional”, es líder. Su éxito está basado en la exaltación de valores locales-autóctonos que representa (Figura 10.6).



Figura 10.6. El uso predominante de azul y amarillo por Inca Kola, en Perú.

Argentina —que carece de prestigio como productor cervecero— sin embargo ha generado una marca líder, *Quilmes*, cuyo éxito radica en la utilización de los colores nacionales. Además celeste y blanco son colores poco usuales para el género, por lo que resulta transgresora y “distinta”. No puede competir con las líderes desde su posicionamiento, aunque sí lo logra, a partir de la evocación de valores propios de la idiosincracia local (Figura 10.7). Este tipo de asociaciones no son desconocidas por los creadores de imagen global —por ejemplo, saben que sería imposible imponer una marca con los colores de la bandera de EE.UU. en contextos adversos.

Figura 10.7. La cerveza argentina *Quilmes* (celeste) comparada con otras marcas de cerveza (rojos, amarillos): transgresión del código cromático genérico.



LA ESTRATEGIA DEL CAMALEÓN: APROPIACIÓN DE RASGOS CROMÁTICOS LOCALES POR EL BRANDING INTERNACIONAL

Un caso interesante, en donde se creó la identidad atendiendo al eje estatal-nacional versus privado-foráneo, fue el cuestionado proceso que dio lugar a las privatizaciones de empresas nacionales (estatales) en la década del noventa en la Argentina. Algo había cambiado, eso debía “verse” en el diseño, pero también había aspectos que era preferible ocultar. En ese sentido, las dos empresas de telecomunicaciones que se repartieron el negocio de la telefonía fija —Telecom y Telefónica— eligieron caminos divergentes. Aclaremos que las empresas requerían diferenciación en el mercado, aunque no compiten, ya que a cada una se le ha asignado una zona con clientes cautivos, a los que no necesitan cautivar. La antigua empresa nacional ENTEL, Empresa Nacional de Telefonía, carecía de identidad cromática. Telecom apuntó a la identidad

nacional, su isologo es una bandera argentina-teléfono; en realidad no es continuista respecto del pasado, sino que sobreactúa la cualidad de ser multinacional, pero orientada a ese mercado local específico. Por el contrario, en ese momento inicial, Telefónica apuntó a la modernización y universalidad, a la idea del cambio positivo (Figura 10.8).

Figura 10.8. Privatización de las empresas de telecomunicaciones en Argentina: la antigua compañía ENTEL, y los primeros logotipos de las compañías privadas Telecom y Telefónica.



En un segundo momento, Telecom despegó su identidad respecto del ícono teléfono, para correlacionarla con los nuevos servicios ofertados. El símbolo puede metaforizar un haz de fibra óptica circundando el globo; la promesa es el futuro de la tecnología como destino inevitable. La continuidad cromática tiende un puente entre el pasado y el futuro, enmascara lo global. Por su parte, Telefónica también mantiene su perfil imponiendo su imagen corporativa global (marca tipográfica) con una elección cromática que connota modernidad, innovación y tecnología. Todos esos atributos son deseables y esperables en las empresas que ofrecen estos servicios, por lo que ambas potenciaron su imagen positiva (Figura 10.9).

Figura 10.9. Las empresas Telecom y Telefónica de Argentina en su segundo estadio de desarrollo de la identidad corporativa.



En el mismo período se privatizó la empresa petrolera estatal YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales) cuya imagen no estaba tan deteriorada como la del rubro telefónico. YPF fue casi un emblema de la soberanía y la riqueza nacional. Su posicionamiento era excelente, aunque antes de ser privatizada, el gobierno difundía que recargaba su presupuesto para solventar su mala administración. Su identidad estaba basada en los colores nacionales. La privatizada mantuvo el nombre y también el espíritu cromático. Sus modificaciones eran casi imperceptibles, parecían sólo una modernización de la misma empresa. Incorpora el amarillo, que puede representar el sol presente en la bandera de guerra. El diseño acentuaba la continuidad y disimulaba el cambio de dueños. En la última etapa de esta historia, la empresa se fusionó con Repsol integrando ambos nombres en un mismo isotipo. Sin embargo, las estaciones de servicio —de muy alta tecnología y calidad— no fueron modificadas. La estrategia comercial es que no se advierta el cambio por parte de los usuarios. El valor de lo local-nacional la diferencia de sus competidoras Esso y Shell (rojo y amarillo) que representaron históricamente a las multinacionales (Figura 10.10).

Figura 10.10. Cambios en el logotipo luego de la privatización de YPF en la Argentina.



Al ingresar en este contexto argentino la compañía brasileña Petrobras, cuyos colores (verde y amarillo) hacen clara referencia a su carácter de empresa nacional y estatal, introduce una pequeña modificación cromática. La inclusión del azul tiene la intención de acercar su identidad a la empresa mejor posicionada (YPF) y atenuar la “brasileridad”, que no es un atributo positivo en la mente de algunos usuarios argentinos. La estrategia, claramente es mimetizarse con la antigua empresa nacional YPF, hoy histórica, pero presente en la mente de los consumidores (Figura 10.11).

Figura 10.11. Lanzamiento de Petrobras en la Argentina: logotipo original, con amarillo y verde, y adaptación cromática para la Argentina, con el agregado de azul.



Casos extremos de esta estrategia se producen en la publicidad aplicada en prendas deportivas, en donde el color corporativo cede ante la pregnancia del “color de la camiseta”. En la Figura 10.12, vemos como los colores originales de Petrobras han sido abandonados, perdiendo la identidad de la empresa a favor de los colores del club de fútbol Racing, del cual Petrobras fue patrocinador.

Figura 10.12. Pérdida de identidad en una marca comercial cuando actúa como patrocinador de un equipo deportivo: Petrobras resigna sus colores y adopta los del Racing Club.



Los colores patrios, la identidad nacional y, asociada a ella, la identidad deportiva y la identidad política parecen ser colores grabados en nuestra memoria afectiva de modo tan positivo que funcionan como barreras inconscientes o *vacunas cromáticas* ante los colores dominantes y hegemónicos del mercado global. Tal vez los colores desde donde construir pequeños pero fructíferos reductos de resistencia local. En la Figura 10.13 vemos como Pepsi ha abandonado sus colores y ha adoptado el amarillo y azul de Boca Juniors. En el ejemplo de la Figura 10.14, Pirelli sacrifica sus colores corporativos (amarillo y rojo) y se vuelca a los colores de la identidad deportiva cuando actúa como patrocinadora del club de fútbol Inter de Milán. En la Figura 10.15, el logo de Coca-Cola aparece sumergido en las formas y colores particulares que caracterizan la tradición local del barrio del Albaicín en Granada, España.

Figura 10.13. Los colores de Pepsi-Cola y su adaptación a los colores del club de fútbol Boca Juniors.



Figura 10.14. Los colores originales de Pirelli y su modificación cuando la compañía es patrocinadora del club de fútbol Inter de Milán.



Figura 10.15. Coca-Cola en Granada, España.



ESTRATEGIAS DEL COLOR EN EL BRANDING

En conclusión, los casos analizados brindan evidencia de que existen cuatro categorías o estrategias en el uso del color en el branding:

- 1) El color es usado a menudo como código genérico, ayudando a identificar los diferentes tipos de productos (por ejemplo, rojo para bebidas cola, rosa para productos para niñas, marrón para chocolates, etc.).
- 2) La existencia de estos códigos genéricos abre la posibilidad para su transgresión y promueve la diferenciación de marca (por ejemplo, los chocolates Milka).
- 3) Estas transgresiones puede basarse también en los rasgos cromáticos asociados con la cultura local (por ejemplo, la cerveza Quilmes en Argentina, e Inca Kola en Perú).
- 4) Finalmente, podemos verificar la apropiación orientada al marketing de estas identidades cromáticas locales puestas al servicio del branding global (por ejemplo, Pepsi y Pirelli en el contexto del fútbol, Telecom en Argentina, YPF-Repsol en Argentina, Petrobras en Argentina, Coca-Cola en Granada).

Esta última estrategia muestra cómo las compañías multinacionales reconocen la diversidad cromática cultural y se apropian de los rasgos locales para reforzar sus marcas en ciertos contextos por medio de un acercamiento afectivo al consumidor.

CAPÍTULO 11

FIGURAS RETÓRICAS CROMÁTICAS EN ENUNCIADOS VISUALES

INTRODUCCIÓN

Las figuras retóricas se definen como un desvío, una transgresión conceptual o formal producida en un enunciado con el objeto de que el receptor lea una significación más allá de lo literal. Usualmente se considera que su terreno es la poética o el lenguaje figurado; sin embargo, estas operaciones atraviesan todo tipo de discurso y lenguaje. Para que las operaciones retóricas se perciban como tales es necesario que existan reglas o normas de enunciación, de las cuales las operaciones retóricas constituyan alteraciones o contravenciones creativas.

Las figuras retóricas nacen en la antigua Grecia como una parte de la técnica retórica o arte de persuadir. La *Retórica* de Aristóteles (350 a.C.) es la obra más antigua que aún se conserva sobre el tema. Para argumentar en favor o en contra de algo o sobre la utilidad o inconveniencia de determinada cosa, era necesario apelar a una técnica para encontrar qué decir (los argumentos apropiados) y cómo expresar esas ideas. La parte de la *Retórica* que se ocupa de las figuras del discurso usadas para persuadir (cómo decir) se denomina *elocutio*. Durante mucho tiempo se generalizó y extendió el análisis de los *tropos* (figuras) para explicar los usos estéticos (creativos) del lenguaje, su función poética. Los desvíos que aparecen en los textos creativos respecto de los usos ordinarios del código se corresponden con un nutrido repertorio de figuras retóricas que los estudios de la poética fueron acuñando. Roland Barthes (1970) recuperó para sus contemporáneos el espíritu original de la retórica aristotélica, revalorizando la potencialidad persuasiva de la técnica retórica.

De este modo, es posible caracterizar dos vertientes en el uso de las figuras retóricas según el tipo de enunciado en que se manifiesten: por un lado, como potenciadoras de los argumentos persuasivos (*enunciados apelativos*: por ejemplo, publicidad, ilustración de prensa, campañas políticas, etc.) y, por otro, como formas puramente estéticas (*enunciados poéticos*: por ejemplo, artes plásticas, pintura, fotografía artística). Las figuras retóricas en tanto recurso poético, trabajan sobre el mensaje abriendo y multiplicando los sentidos de la obra; paralelamente, al transgredir patrones establecidos (en poesía y artes plásticas) contribuyen en la configuración de nuevos cánones estéticos. En el análisis que proponemos se presentarán ejemplos de figuras retóricas cromáticas (generadas por el uso del color) de ambos grupos, haciendo la aclaración que, aunque su sentido pudiera ser análogo, variará su función pragmática, en la comunicación.

Los enunciados visuales también manifiestan operaciones retóricas, en la medida en que el receptor tenga incorporadas reglas o normas pre-establecidas que pueden alterarse para producir un mensaje fuera de lo convencional. Las imágenes artísticas, la pintura, la arquitectura, la fotografía, la caricatura, la publicidad y muchos otros géneros de la producción visual basan su eficacia, en gran medida, en el uso retórico de los signos visuales.

Reconocer figuras retóricas en un enunciado requiere haber incorporado un modelo previo de lo normal o esperable, es decir, la isotopía sobre la cual se puede producir un desvío o trasgresión. Si el significado de lo percibido coincide con lo concebido según el marco referencial de lo representado, el enunciado no tiene un trabajo retórico y todos los sentidos confluyen hacia el mismo tema (*isos*: igual, *topos*: lugar, o tema). En cambio, cuando el grado percibido es incongruente respecto del grado concebido, el enunciado es alotópico (tiene diversidad de sentidos), hay figuras retóricas en su construcción (Grupo μ 1992 [1993: 231-234]).

La Figura 11.1 —tres íconos que representan el mismo referente “vaca”— es un ejemplo sencillo de cómo el intérprete reconoce el desvío a partir de una isotopía. La vaca que ilustra el diccionario se ajusta perfectamente a la idea que tenemos del referente. En cambio, la vaca de la publicidad de chocolates Milka es alotópica, percibimos un desvío respecto de nuestra concepción del referente representado. La adjunción del color violeta genera una alotopía, porque introduce sentidos más allá del significado de vaca, que además de llamar la atención promueve una hipótesis de interpretación por parte del lector de la imagen. La vaca que presenta la señal “animales sueltos en la ruta” se adecua a la idea de vaca, pero presenta una estilización (que es una de las tantas figuras retóricas), en la cual algunos rasgos se suprimen y otros se acentúan para favorecer una comunicación más rápida y eficaz en un contexto determinado.



Figura 11.1. Ejemplos de isotopía y alotopía.

Los textos alotópicos no “dicen” simplemente lo que manifiestan, contienen un sentido figurado, retórico, más allá de lo visible. El lector cuenta con las reglas de coherencia que lo ayudan a resignificarlo y encontrar su sentido verdadero, su significado latente.

El uso de estas reglas de coherencia por parte del lector y su trabajo interpretativo son el correlato de la presencia de operaciones retóricas en la producción del texto, que generarán figuras retóricas. Siguiendo a Jacques Durand (1970), podemos clasificar a las figuras retóricas agrupándolas en operaciones de:

- **Adjunción:** agregado de un *sema* (unidad de sentido que genera la alotopía); en los casos que vamos a ver, ese sema es el color.
- **Supresión:** omisión de un elemento (en nuestro caso un elemento cromático) que, según nuestro marco referencial se percibe como un faltante en la imagen.
- **Sustitución:** se reemplaza un elemento referencialmente isotópico de la representación (por ejemplo el color realista), por otro cuya sustitución paradigmática produce significados metafóricos.
- **Permutación:** se intercambian elementos esperables en lo representado (en nuestro caso los colores esperados), generando sentidos también inversos.

Estas cuatro operaciones básicas se relacionan con el repertorio de *tropos* o figuras retóricas visuales. Los tropos visuales son muy numerosos; sólo resumiremos los más usados por la retórica visual, y que se generan en la utilización “desviada” del color.

OPERACIONES DE ADJUNCIÓN

La **aliteración** es la repetición de un elemento cromático de la imagen que, en la reiteración, evoca un sentido, una connotación. En la Figura 11.2a, publicidad de perfume Kenzo, el color azul oscuro del frasco del perfume se repite en las gemas de la pecera, en el pez, los ojos de la modelo y la tipografía y, en conjunto, refuerzan el nombre del producto “agua” que connota frescura.

En cambio, otra publicidad de perfume femenino (Figura 11.2b) de la marca Paloma Picasso busca sugerir seducción en la figura femenina, repitiendo el rojo intenso que culturalmente remite a la pasión.

Figura 11.2. Ejemplos de aliteración:

- a) perfume Kenzo;
- b) perfume Paloma Picasso.



La **gradatio (gradación)** es una repetición cromática, en donde se mantienen elementos constantes, aunque incorporando alguna modificación en el color, que contrapone el elemento reiterado al resto de la serie y manifiesta así una variación respecto del anterior.

En la Figura 11.3 se repite una sucesión de quince elementos iguales (muestras de un catálogo de colores con sus nombres debajo), para concluir con la adjunción de uno que quiebra la serie: la etiqueta del saquito de té Green Hills (“verde inglés”). La etiqueta es idéntica en su forma a las muestras de color previas, pero rompe la isotopía de la serie: no es el catálogo de una marca de pinturas, se trata de una publicidad de té. Esa cualidad cromática, “verde inglés”, además adjunta a la marca la tradición británica del té, a partir de dos sentidos que se unifican: el color verde oscuro y el nombre de la marca en inglés: Green Hills.



Figura 11.3. Ejemplo de gradatio.

La **comparación** es un paralelismo entre dos o más imágenes que tienen como rasgo en común el color. El lector interpreta que adjuntarlas (poner una al lado de la otra) es igualarlas en algún aspecto de su significación. En la publicidad de vino de la Figura

11.4a, la primera imagen, la joya, reúne el dorado (oro) y el verde (esmeralda). La traslación de esos colores a las imágenes siguientes (copa de vino blanco) y botella verde permite comparar vino con joya. Esta adjunción argumenta sobre el carácter único y valioso del producto publicitado.

En la publicidad de la Figura 11.4b se establece una comparación dentro de la misma imagen. Al adjuntar a la imagen de la máquina de escribir la pintura de un paisaje, se compara la escritura y la pintura como dos formas de expresión del pensamiento, tal como sugiere la leyenda.

Figura 11.4.

a) Comparación con varias figuras.

b) Comparación en una misma figura.



La **antítesis** es una forma de comparación basada en la contraposición cromática de dos figuras o imágenes, esta oposición se traslada a las ideas que se expresan en el texto visual. La oposición cromático-acromático que presenta la Figura 11.5a expresa una comparación antitética de dos épocas. El texto de la publicidad de Multicanal dice: “La de ayer. La de hoy. La de siempre. Toda la programación infantil. Toda la programación para todos”. Es frecuente connotar temporalidad oponiendo la imagen en color (tiempo presente) con uso de blanco y negro (tiempo pasado).

Esta constante, en cambio, podría invertirse como muestra la imagen de la tapa del libro *Año 1000, año 2000* (Figura 11.5b). En esta confrontación temporal, la fotografía, aunque es acromática, representa una tecnología propia de la actualidad, en oposición a la imagen pictórica, que era la única forma de representación posible en el año 1000.

También es una antítesis cromática la fotografía (Figura 11.5c) que muestra la oposición de dos tiempos a través del color: el presente es el bosque verde, por debajo, su devastación. La oposición entre la vida y la destrucción dada por el uso del color, permite argumentar sobre la necesidad del cuidado de los bosques y alertar sobre un futuro hipotético “viendo” las consecuencias desde el presente.

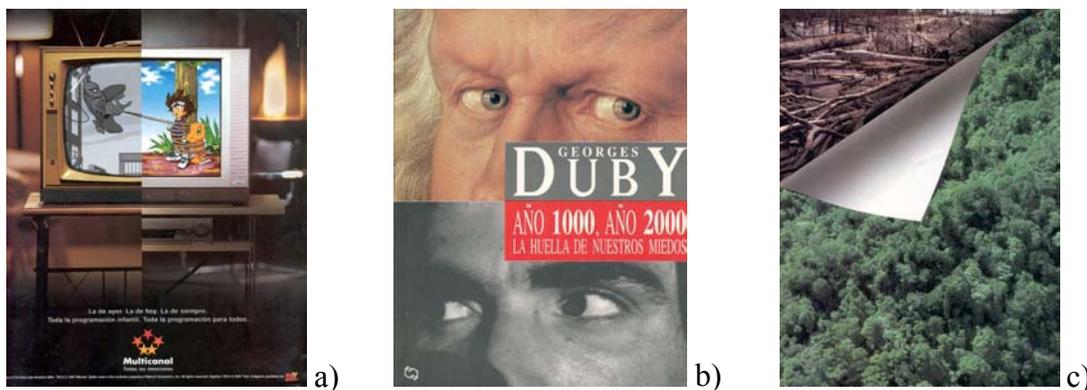


Figura 11.5. Antítesis cromáticas utilizadas para expresar temporalidad.

OPERACIÓN DE SUPRESIÓN

La **elipsis** es la supresión de un elemento cromático significativo de la imagen, que al omitirse se pone en evidencia. Justamente llama la atención del lector por su ausencia y adquiere carácter significativo.

La publicidad de pasta dental de la Figura 11.6 juega con el vacío de imagen. El gran plano blanco central es llamativo, porque se percibe como un “faltante” que deberá resignificarse. La blancura justamente es la cualidad de la crema dental que se quiere exaltar como argumento publicitario. El texto en la parte superior dice: “Esta es la única página de la revista que con el tiempo no se va a poner amarilla”.



Figura 11.6. Elipsis cromática.

OPERACIONES DE SUSTITUCIÓN

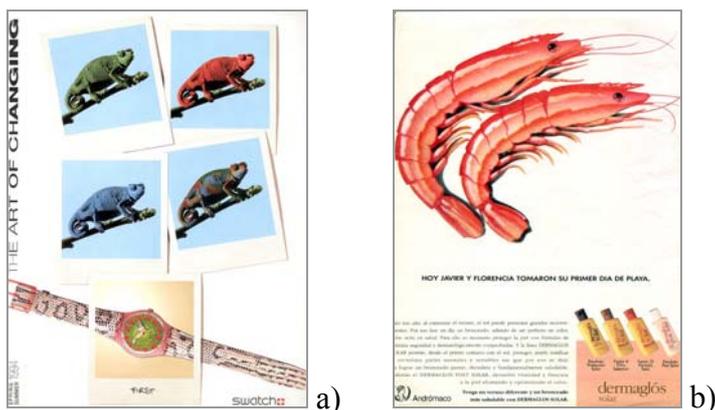
La **metáfora** es la sustitución del color de una imagen por otro, basándose en una comparación implícita. Las metáforas pueden originarse en la pertenencia a los mismos paradigmas formales, conceptuales o ideológicos; por ejemplo, el color verde en lugar de la esperanza. El observador reconoce la relación y accede al verdadero sentido del texto.

En la Figura 11.7a se elige metafóricamente el camaleón, dada su propiedad de cambiar el color, para sustituir al reloj “mutante” que aparece al final de la serie. El atributo del animal se transfiere al producto de un modo metafórico, ambos comparten la misma cualidad: la metamorfosis cromática. El texto de la publicidad del reloj dice: “The art of changing” (el arte de cambiar).

Dos clases especiales de relaciones metafóricas son la personificación y la animización. En la personificación, la relación de sustitución del color de un objeto o animal produce su humanización. El color rojo-anaranjado de la piel luego de una exposición inadecuada al sol (Figura 11.7b) está habilitando la sustitución de estos camarones por los dos niños citados en el texto de la publicidad de crema solar Dermaglós: “Hoy Javier y Florencia tomaron su primer día de playa”. La personificación gráfica es una visualización de una metáfora verbal: “quedar como un camarón”.

Figura 11.7.

- a) Metáfora.
- b) Relación metafórica de personificación.



En la **metonimia**, los significados atribuidos al color de un objeto son transferidos a otro objeto, según una relación de contigüidad en el eje sintagmático. Los dos elementos presentes en la imagen tienen una relación de cercanía indicial, que puede ser existencial o causal (relación entre una parte y el todo, entre el continente y el contenido, entre causa y efecto).

En la publicidad de cigarrillos Kool (Figura 11.8a) el gran plano verde que “transpira” gotas de frescura sustituye en parte el contenido del producto (cigarrillos mentolados). Además de aportar su frescura, el color le transmite metonímicamente la cualidad retórica de ser natural, por ende, menos dañino que otros cigarrillos.

En la Figura 11.8b, el color verde de las huellas remite por contigüidad a la naturaleza, a la ecología. La argumentación publicitaria de la nafta sin plomo se basa en una relación metonímica de causa-efecto. El uso de este producto preserva el medio ambiente (verde en la huella animal).

En la Figura 11.8c hay una combinación de verde y rosado funcionando metonímicamente. El verde de la planta dentro del envase sustituye una parte de los componentes del producto, habla de su naturalidad. El color rosado del fondo connota las propiedades de suavidad y femineidad. El texto dice: “Rexona Creme es el único que tiene toda la suavidad del Aloe Vera”.

Otro uso de la metonimia cromática se vincula a la posibilidad de remitir a otro tiempo (pasado o futuro) en la imagen. Por ejemplo en la Figura 11.8d, publicidad de la bebida Dr. Lemon, el color sepia de la imagen remite al pasado, sin embargo esta campaña es de 1999. El color hace participar al producto de otro tiempo, la bebida no pretende ser innovadora sino tradicional.

Por el contrario, el color azul y el brillo metalizado remite metonímicamente al futuro, cuyo paradigma son los viajes espaciales y el desarrollo tecnológico. La cualidad de “futurista” es aprovechada como argumento en la publicidad de algunos productos.



Figura 11.8. a) Metonimia contenido-continente. b) Metonimia causa-efecto. c) Metonimia parte-todo. d) Metonimia de temporalidad.

La **silepsis, dilogia o polisemia** es un recurso por el cual un color puede tener dos o más sentidos al mismo tiempo. Ese “doble sentido” cromático habilita también dos o más lecturas simultáneas de un mismo texto, sin que una excluya a la otra.

En el afiche de Fukuda de la Figura 11.9 es posible elegir el blanco o el negro como fondo o como figura y, según el caso, variará la imagen propuesta.

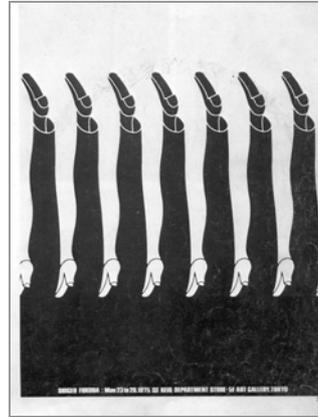


Figura 11.9. Silepsis o polisemia.

OPERACIONES DE PERMUTACIÓN

El **quiasmo** es una inversión formal que conlleva una inversión semántica. La permutación del color (elemento morfológico) implica la permutación del sentido.

En la Figura 11.10, afiche perteneciente a una campaña contra el consumo de cocaína, quebrar la imagen del rostro humano por un eje horizontal promueve el intercambio con los espacios en blanco. La cocaína (metaforizada por el color blanco) llena los espacios del cerebro y la nariz, a la vez que muestra la disolución del sujeto. El texto sobre ambas partes del rostro dice: “No metas las narices en la coca. Te hará polvo el cerebro”. Y en la parte inferior del afiche, refuerza: “Ten cerebro. Pasa de la coca”.



Figura 11.10. Quiasmo.

OPERACIONES RETÓRICAS CON FUNCIÓN ESTÉTICA

Las figuras retóricas analizadas previamente se comprenden (y justifican) en la medida en que sustentan una argumentación. Los ejemplos pictóricos que analizaremos a continuación, en cambio, están desligados de la función persuasiva, y su función dominante es estética. Las figuras retóricas, entonces, manifiestan un trabajo sobre el mensaje.

En la pintura clásica suele haber un equilibrio entre los tres colores primarios, rojo, amarillo y azul, como en la pintura de Poussin *Madonna con niños*, de 1648, donde hay aspectos simbólicos, ya que el uso del azul para el vestido de la Virgen, por ejemplo, era algo totalmente codificado (Figura 11.11).

Esta armonía de los tres colores primarios suele aparecer con cierta regularidad en varios períodos pictóricos, y podríamos decir que es casi una regla sobre la cual se hacen variaciones. En el cuadro de Mondrian de la Figura 11.12, de principios del siglo XX, por ejemplo, aparecen los tres colores, pero ya son un juego puramente sintáctico, el carácter de representación simbólica ha sido sustituido por una función plástica estética. Ya en la segunda mitad del siglo XX, Jasper Johns utiliza también los tres colores clásicos, pero ahora no en forma simbólica ni como una pura composición, sino para aludir al color como materia; de allí los arco iris, el chorreado, la escoba cuyo movimiento deja una traza en la pintura (Figura 11.13). Aquí la codificación se centra en los nombres de los colores, que al permutarse (la “Y” de *yellow* está en el campo azul, mientras que la “B” de *blue* aparece en el campo amarillo) patentizan aún más la arbitrariedad del signo verbal. En los dos últimos ejemplos (Mondrian y Jasper Johns), las operaciones retóricas se entienden en una relación histórica, no tanto en los propios cuadros sino respecto del uso del color en períodos pictóricos anteriores.



Figura 11.11. Nicolás Poussin.

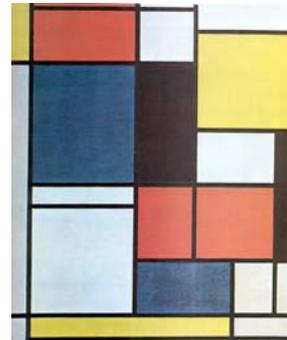


Figura 11.12. Piet Mondrian.



Figura 11.13.
Jasper Johns.

En *Paleta con paisaje*, de 1879, Camille Pissarro hace un juego retórico de sustitución entre los colores dispuestos en su paleta de pintor, que se transforman en elementos de un paisaje y generan un cuadro (Figura 11.14).

Un ejemplo de antítesis formal puede encontrarse en el grabado de Escher titulado *Día y noche*, de 1939, donde la oposición negro/blanco se correlaciona con la oposición conceptual entre día y noche. En la zona central hay ambigüedad entre fondo y figura, y se produce una silepsis (Figura 11.15).

En la pintura de Magritte titulada *El imperio de las luces*, es evidente la incongruencia en la representación de la iluminación, ya que esta imagen no es posible en el mundo real. A través de este recurso, Magritte pone en evidencia la artificialidad de la representación realista e ironiza sobre las convenciones que median la codificación de lo aparentemente verdadero (Figura 11.16).

La serie de banderas de Jasper Johns constituye un caso particular de metonimia, ya que los cuadros están hechos con trozos de tela pegados, en una relación existencial con el objeto que se representa: la bandera (Figura 11.17a). En esa operación retórica no interviene el color, pero en otros de sus cuadros, como en *Bandera blanca*, de 1955, los colores de la bandera norteamericana aparecen alterados (Figura 11.17b). Aquí se da una operación de supresión cromática, una elipsis, y la bandera sólo se reconoce por las variaciones texturales y los trazos que delimitan las bandas y estrellas. Al reconocer la bandera norteamericana, el observador inmediatamente repone en su mente los colores que faltan en el cuadro.

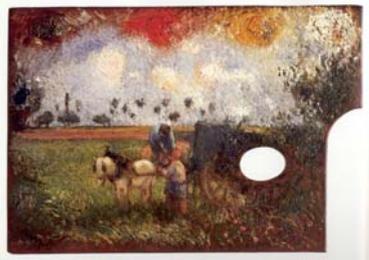


Figura 11.14.
Camille Pissarro.

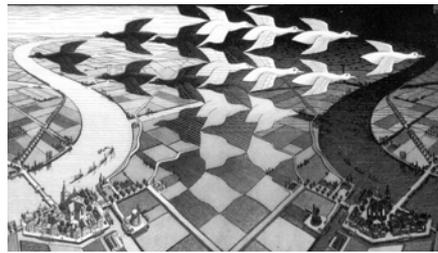


Figura 11.15.
Maurits Escher.



Figura 11.16.
René Magritte.

Figura 11.17.

Jasper Johns:

a) *Bandera*.

b) *Bandera blanca*.



a)



b)

Resumiendo, hemos visto cómo el color es un elemento relevante para la producción de figuras retóricas visuales, ya sea con un uso argumentativo persuasivo, como en el caso de la publicidad, o para producir goce estético a partir de la ruptura de cánones artísticos, como en el caso de la pintura. Nuestra conclusión es que dentro de la retórica de los mensajes visuales, el color es uno de los elementos más importantes. No obstante, no se habían realizado estudios específicos en este sentido, y es por ello que con este capítulo se pretende aportar una primera aproximación a la relación del color con el campo de la retórica visual.

CAPÍTULO 12

LOS SIGNOS VISUALES PRODUCIDOS POR LA DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ EN EL ESPACIO: LA CESÍA

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA CESÍA

Si bien el término “cesía” es un neologismo acuñado para delimitar un objeto de estudio mediante un nombre apropiado, podemos también encontrar estudios e investigaciones relacionadas con este tema, aunque designando los fenómenos en cuestión con otra terminología. En general se ha incluido bajo el nombre de *apariencia visual* a una serie de aspectos tales como el color, la textura, el brillo, la transparencia, y a veces también la forma y tamaño de los objetos. En este contexto, el color, por ejemplo, es definido como el aspecto de la apariencia visual que resulta de las diferentes composiciones espectrales de la luz, aquello a lo cual nos referimos cuando decimos que algo es rojo, verde, amarillo, azul, etc.

Más allá de esto, como vimos, existe todo un campo que se refiere a las diferencias en la distribución espacial de la luz, que hacen que algo se vea como transparente u opaco, brillante o mate, etc. Richard Hunter (1975: 4) se refiere a estos aspectos cuando habla de *atributos geométricos de la apariencia visual*; Paul Green-Armytage (1989) los designa como *cualidades de las superficies*. No obstante, desde nuestro punto de vista, estas dos formas de definir el fenómeno son deficientes. La de Hunter, si bien no es conceptualmente incorrecta, resulta muy artificiosa; es como si en vez de decir simplemente “color” dijésemos “atributos espectrales de la apariencia visual”. La de Green-Armytage es errónea, ya que lo que interesa no es la cualidad intrínseca del material sino cómo aparece a la percepción visual; y es muy fácil demostrar que un mismo material puede producir apariencias muy disímiles según el tipo de luz con que se lo ilumine o el ángulo desde donde se lo observe. Frente a tales terminologías, creemos que la palabra “cesía”, una vez generalizada en el uso, puede resultar adecuada.

Podemos mencionar a varios investigadores que han realizado aportes en el campo de la percepción de las modalidades de distribución espacial de la luz. Tal vez el primero en darse cuenta de que este tipo de fenómenos acompañan siempre a la percepción del color ha sido David Katz (1911), quien describe distintos modos de apariencia del color: color de superficie, color de película, color de volumen, colores espejados, colores transparentes, percepción del lustre, etc. Ya a mediados del siglo XX, Arthur Pope (1949: 28) se da cuenta de que para definir un color con exactitud hacen falta más que las tres variables usuales (tinte, claridad y cromaticidad). Robert Hunt (1965) desarrolla hipótesis para la medición de la apariencia del color bajo diferentes condiciones de iluminación y observación, tomando no obstante al color como objeto central de su estudio. Hunter y Burns (1969) y posteriormente Hunter (1975) propusieron una clasificación de los atributos geométricos de la apariencia, entre los que se definen seis tipos diferentes de brillo y se desarrollan instrumentos para la medición de algunos de estos fenómenos: goniofotómetros, medidores de reflexión difusa y especular, medidores de transmisión difusa y especular, etc. La American Society for Testing Materials, por su parte, se ha ocupado de establecer estándares para la medición de algunos aspectos físicos de la apariencia (ASTM 1990, 1990a, 1996). Ralph Evans

(1974), al igual que Pope, se da cuenta de que las tres variables que se utilizan para definir el color no resultan suficientes para caracterizar al mismo bajo distintos modos de apariencia, y llega a la conclusión de que sería necesario definir al menos cinco variables. Michel Albert-Vanel (1983, 1995, 1997) desarrolla un sistema del color al que llama sistema planetario, que incluye dimensiones para la transparencia y la opacidad.

Hasta aquí siempre se consideraron los fenómenos de apariencia como aspectos que acompañan al color. Otros investigadores, en cambio, han estudiado, ya sea parcial o globalmente, las cuestiones de apariencia que responden exclusivamente a los distintos modos de distribución espacial de la luz. Sven Hesselgren (1967 [1973: 52, 57]) observa que sensaciones tales como el lustre, la reflexión y el brillo no son percibidas como pertenecientes al color de un objeto sino como algo independiente del color; no obstante, no llega a desarrollar ningún modelo explicativo o clasificatorio. Fabio Metelli (1974) abordó el problema de la transparencia desde un punto de vista fenomenológico, estableciendo una clara diferencia entre la transparencia física y la transparencia percibida, y desarrollando un modelo que predice las condiciones bajo las cuales se da la percepción de la transparencia acromática. John Hutchings estudió los fenómenos de translucencia y su importancia para la determinación de cualidades visuales en alimentos (en Hutchings 1977, 1994, Hutchings y Scott 1977, Hutchings y Gordon 1981). Más tarde integró todos los aspectos en un modelo de apariencia total (Hutchings 1993a, 1995). Osvaldo Da Pos (1990), siguiendo la línea de Metelli, amplía el modelo a la percepción de transparencia cromática. Green-Armytage llegó a proponer un sistema tridimensional para el ordenamiento de lo que él llamó “cualidades de las superficies” (1989) e introdujo el término “tintura” (1993) para abarcar todos los aspectos de la apariencia —forma, color, textura y cesía—, aunque esto no ha tenido mayor aceptación porque ya se venía utilizando la palabra “apariencia” para aludir a lo mismo y porque “tintura” se asocia fácilmente a “tinte” (una de las cualidades del color) y a procedimientos de teñido. En una monografía más abarcativa (1993a), Green-Armytage traza una reseña de las investigaciones en el campo de la apariencia total. Robert Sève aborda el problema específico del brillo (1993). Michael Brill (1994) utiliza el modelo de Metelli para formular una serie de reglas para la percepción de la translucencia cromática. Léonie Gerritsen y otros (1995) analizan la influencia de la transparencia en la percepción de profundidad en el espacio.

Con respecto al modelo de cesías, tenemos en primer lugar la propuesta de Jannello de un nombre genérico para este tipo de fenómenos visuales (1984: 1). El modelo fue desarrollado a partir de 1989. El primer paso fue proponer un sistema tridimensional que clasifica todas las sensaciones, a la manera de los sistemas de ordenamiento del color (Caivano 1990). Luego se desarrollaron procedimientos para producir escalas de cesías (Caivano 1994a) y se establecieron los puntos de contacto entre cesía y color a partir de la teoría tricromática (Caivano 1996a). Se construyó un prototipo de atlas que representa con muestras físicas las distintas variaciones de cesía (Caivano y Doria 1997), se dieron indicaciones sobre cómo evaluar visualmente estos aspectos (Caivano 1999a) y se investigaron aplicaciones en el diseño gráfico (Caivano y Garavaglia 2002). En este capítulo nos centramos en las variables y el sistema de ordenamiento de las cesías (aspectos sintácticos), y en el capítulo 13 estudiaremos algunos aspectos semióticos más generales (sobre todo aspectos semánticos y pragmáticos) de esta clase de signos visuales.

LAS VARIABLES DE LA CESÍA

Con el nombre “cesía” se ha designado entonces a los modos de apariencia visual producidos por diferentes distribuciones de la luz en el espacio. Desde el punto de vista físico, la luz puede ser absorbida por un material, y la fracción no absorbida puede reflejarse, o bien transmitirse a través del material. Tanto la reflexión como la transmisión pueden darse en forma regular (especular) o difusa, y puede darse también cualquier combinación intermedia. Esto da origen a las sensaciones visuales de cesía: transparencia, translucencia, brillo especular y apariencia mate, con distintos grados de luminosidad, y las formas combinadas o intermedias.¹

Consideremos —desde el punto de vista físico— los procesos que puede seguir la luz al incidir sobre un objeto. Dependiendo de las características del objeto, la luz puede ser:

1) *Absorbida*, de tal manera que la radiación incidente no emerja de la superficie del cuerpo en ninguna manera visible (puede transformarse en otra clase de energía, tal como la calórica, pero esto no nos concierne desde el momento en que sólo estamos interesados en la radiación visible), o *remitida*, de tal manera que haya radiación visible emergiendo en alguna forma. Si es remitida, puede, entonces ser:

2) *Transmitida*, pasando a través del objeto, de tal manera que la radiación incidente y emergente se encuentren en semiespacios opuestos divididos por el objeto, o *reflejada*, de tal manera que la radiación incidente y remitida estén en el mismo semiespacio con relación al objeto.

3) *Difundida* en múltiples direcciones, o *remitida regularmente* en una sola dirección, de tal manera que la radiación emergente sea tan concentrada o regular como la incidente.

Estas situaciones son graficadas en la Figura 12.1. No se consideran los procesos de refracción, ya que los mismos consisten en una desviación de la luz que produce principalmente una alteración visual de la forma, y no estamos tratando aquí con esta clase de fenómenos. En la parte superior de la Figura vemos las formas básicas de distribución espacial de la luz, o sea, los estímulos para la cesía. En la parte inferior vemos cuatro ejemplos que se corresponden con la parte derecha del cuadro superior: las sensaciones visuales de opacidad mate, opacidad espejada, translucidez y transparencia.

¹ Los antecedentes y primeros desarrollos del sistema de cesías pueden verse en Caivano (1990, 1994a).

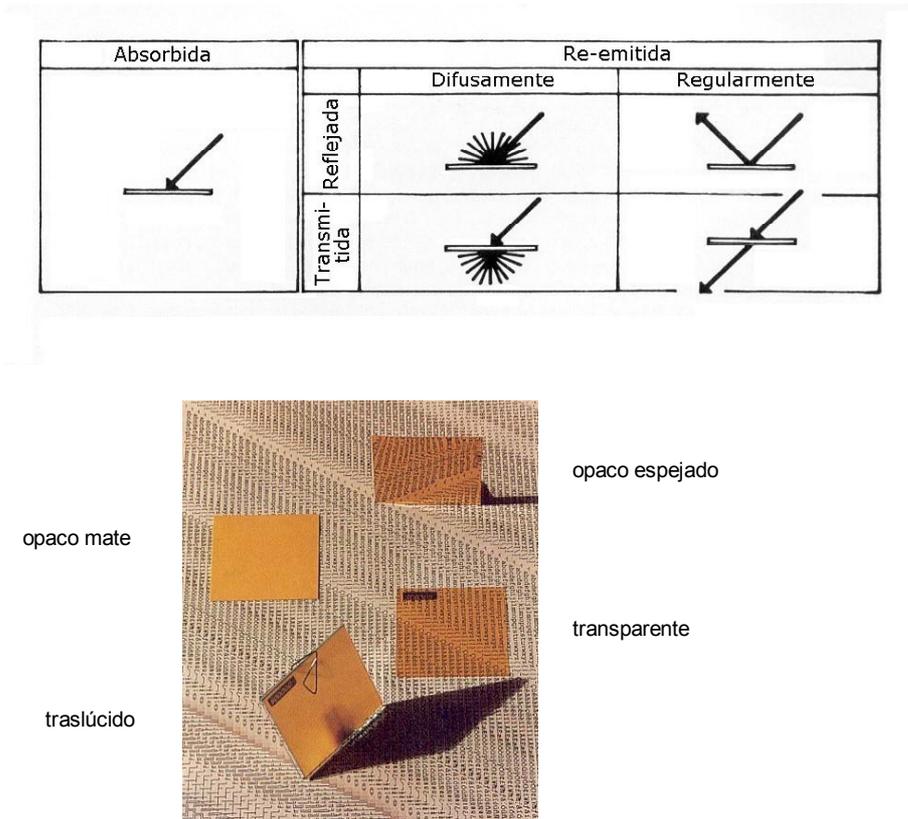


Figura 12.1. Arriba, las modalidades básicas de transferencia y distribución espacial de la luz que incide sobre los objetos. Abajo, cuatro sensaciones de cesía básicas en un mismo color: la manera en que el sistema visual percibe los cuatro tipos básicos de interacción entre la luz y los objetos (el sector derecho del cuadro superior), dando lugar a las sensaciones de apariencia mate, apariencia espejada, translucencia y transparencia.

Se han ejemplificado estas posibilidades por medio de la lógica de usar situaciones extremas en los tres casos. Pero podemos observar que en cada situación los extremos pueden conectarse mediante un continuo de casos intermedios (Figura 12.2). Por ejemplo, la primera situación puede variar desde una total absorción hasta una total remisión mediante escalones intermedios con porcentajes parciales de absorción. Llamo a esto una variación de absorción. La segunda situación puede variar desde lo absolutamente permeable (o transparente) hasta lo absolutamente reflejante mediante escalones intermedios con porcentajes parciales de permeabilidad. Llamo a esto una variación de permeabilidad. La tercera situación puede variar desde lo completamente difuso hasta lo completamente regular mediante escalones intermedios con porcentajes parciales de difusividad. Llamo a esto una variación de difusividad. Como resultado, las tres variables perceptuales o dimensiones de la cesía son:

Absorción: se refiere a la proporción percibida entre la cantidad de radiación luminosa absorbida y la cantidad remitida por una superficie o cuerpo. El coeficiente de absorción se define por el cociente entre el flujo absorbido y el flujo total incidente. Esta dimensión varía entre dos polos: totalmente absorbente y totalmente remitente, siendo el primero el caso de un cuerpo negro que teóricamente pudiera absorber el 100% de la radiación recibida ($A = 1$), y el segundo el caso de los cuerpos que teóricamente remitieran toda la radiación recibida, es decir con 0% de absorción ($A = 0$). En algunas

oportunidades he llamado a esta variable *oscuridad*, para referirme más específicamente a la sensación visual y evitar la connotación física del término absorción.

Permeabilidad: se refiere a la proporción percibida entre la radiación transmitida a través de un cuerpo y la radiación reflejada por el mismo, considerando solamente la radiación no absorbida. El coeficiente de permeabilidad está dado por el cociente entre el flujo transmitido y el remitido. Esta dimensión varía entre dos polos: permeable y reflejante, siendo el primero el caso de los cuerpos a través de los cuales teóricamente pasa el 100% de la radiación no absorbida ($P = 1$), y el segundo, el caso de las superficies en las cuales la cantidad total de radiación no absorbida es reflejada (0% de permeabilidad, o $P = 0$).

Difusividad: se refiere a la proporción percibida entre la radiación difundida en múltiples direcciones y la radiación remitida en forma regular en una sola dirección. El coeficiente de difusividad surge del cociente entre el flujo difundido y el remitido. Esta dimensión varía entre dos polos: difuso y regular, siendo el primero el caso de las superficies traslúcidas y mate donde la difusividad es, en un caso ideal, del 100% ($D = 1$) y el segundo el caso de las superficies transparentes y especulares donde la difusividad es del 0% ($D = 0$).

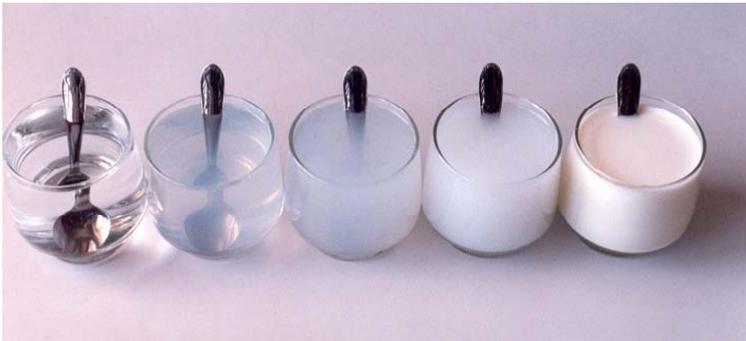


Figura 12.2. Escala de variación de cesía entre el extremo transparente y el extremo opaco, con grados intermedios donde, de izquierda a derecha, varía la permeabilidad (prácticamente de 1 a 0) y la difusividad (prácticamente de 0 a 1), y se mantiene constante la absorción u oscuridad para todos los casos (prácticamente en 0, o sea con máxima luminosidad).

Podemos definir ahora en términos más exactos las características de las superficies u objetos que producen varios de los estímulos para las sensaciones visuales de cesía. Así, una superficie mate ideal es 100% reflejante y difusa; una superficie especular ideal es 100% reflejante y remitente en forma regular; una superficie traslúcida es 100% permeable y difusa; una superficie transparente ideal es 100% permeable y remitente en forma regular. Hay que aclarar que estamos definiendo tipos ideales, ya que en la práctica se dan valores que solo se aproximan al 100%. Las cualidades de brillante, satinado, lustroso, turbido u otras pueden ser descriptas como poseyendo parcialmente unas u otras de las características mencionadas. Por ejemplo, una superficie brillante es reflejante y remite la luz bastante más regularmente que difusamente.

Es importante destacar la diferencia entre los estímulos que producen sensaciones de color y aquellos que son vistos como cesías. En el caso del color el estímulo depende de una distribución selectiva en relación con la longitud de onda y la intensidad de la radiación. En el caso de la cesía el estímulo depende de la distribución espacial de la luz (y también de su intensidad), sin tener en cuenta su longitud de onda. En este sentido estamos tomando al color con un significado restringido. Nótese que esto coincide con

la terminología usual. Cuando hablamos de cierto color podemos especificar un rojo claro o un amarillo oscuro, un rojo puro y vivaz o uno grisáceo. En estos casos, los adjetivos son pensados como pertenecientes a las propiedades del color, a tal punto que nuestro lenguaje posee palabras individuales o nombres de colores especiales para algunos de aquellos tonos: por ejemplo rosa, marrón, escarlata, terracota y otros. No sucede lo mismo cuando hablamos de un color transparente, mate o brillante. En tales casos el color es pensado como el mismo y los diferentes aspectos tienden a ser vistos como características pertenecientes al material pero externas al color.

La cesía se refiere principalmente a una sensación visual; es lo que vemos aparte del color, la forma y la textura. Puede resultar fácil caer en el error de interpretarla como una propiedad de los materiales. Con respecto a esto podemos notar que un mismo material bajo diferentes condiciones de observación presenta diferentes cesías. Por ejemplo, un trozo de vidrio visto desde el lado opuesto al de la incidencia de la luz aparece como transparente, pero si lo vemos desde el mismo lado del que proviene la luz se comporta en mayor medida como un espejo, intensificándose la reflexión especular a medida que el ángulo de observación se aleja de la perpendicular. Para que la cesía sirva como parámetro de clasificación de la apariencia visual de los materiales es necesario establecer condiciones normalizadas de observación y medición de las muestras.

EL SISTEMA DE ORDENAMIENTO, O SÓLIDO DE LAS CESÍAS

Podemos disponer ordenadamente las tres variables de cesía con el fin de construir un modelo, una estructura conceptual que organice de una manera continua la totalidad de las sensaciones de cesía. Este modelo adopta una forma tridimensional sólida, donde cada punto representa una cesía diferente. A pesar de que podemos construir una representación o atlas del modelo con ejemplos directos —usando trozos de vidrio, por ejemplo, que es un material muy dúctil para lograr distintas cesías, o usando pinturas (ver Caivano y Doria 1997, Caivano, Menghi y Iadiserchia 2005)— en representaciones gráficas nos vemos obligados a recurrir a diagramas como los de la Figura 12.3.

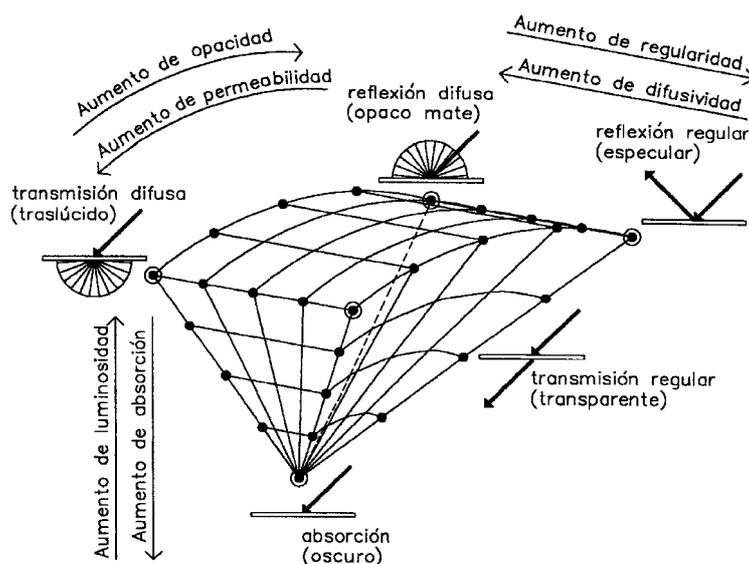


Figura 12.3. El sólido de las cesías con las cinco sensaciones primarias y los tres tipos de variación.

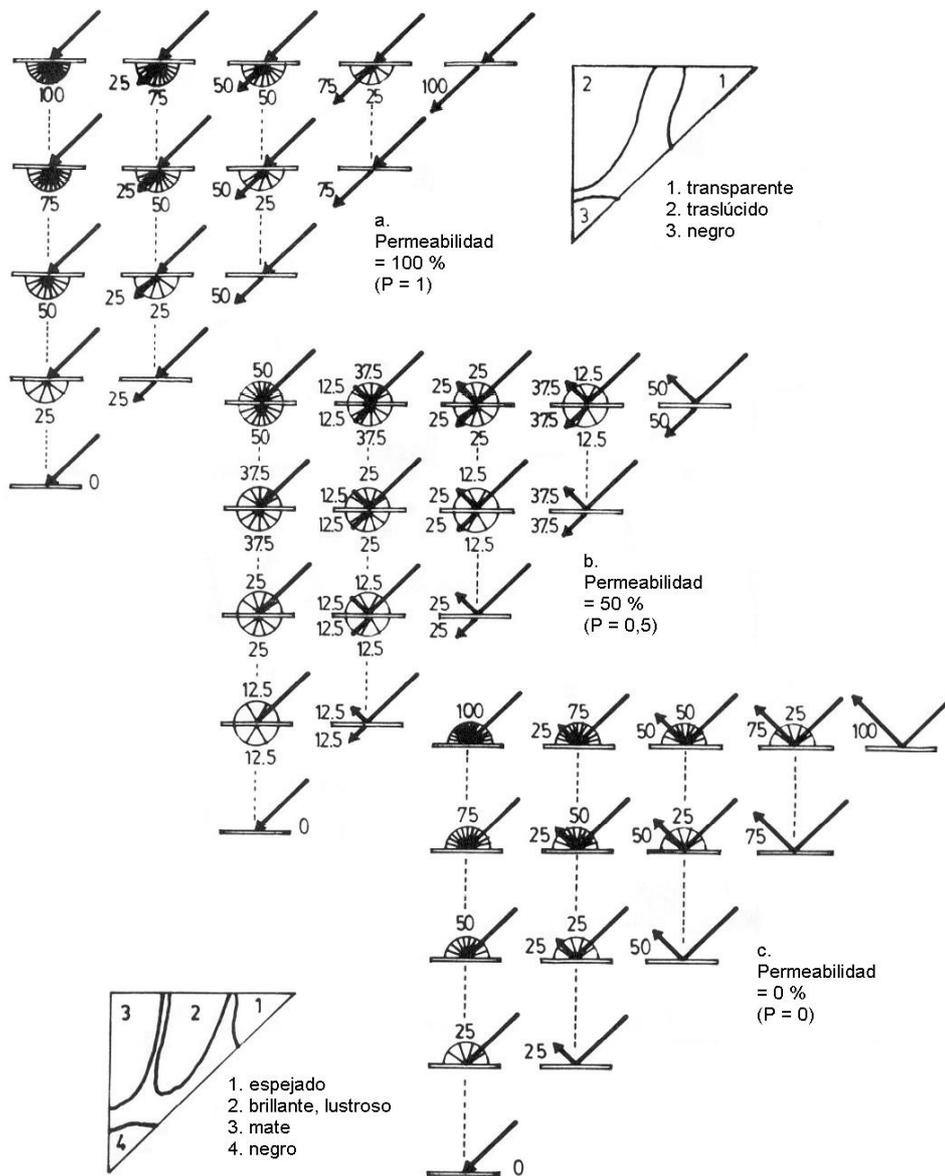


Figura 12.4. Desarrollo y variación de cesías en planos con permeabilidad constante.

Las cesías con permeabilidad constante se organizan en planos triangulares donde varían la difusividad y la absorción. En la Figura 12.4a se percibe que el 100% de la luz no absorbida pasa a través del material. Esto puede parecer confuso porque en dicha Figura realmente vemos distintas cantidades absolutas de radiación transmitida. Permítaseme explicar esto. La diferencia entre la radiación incidente, que es tomada como un 100%, y la remitida, ya sea representada por un solo número o por la suma de dos radiaciones distintas, es la cantidad absorbida. A pesar de que las diferentes cantidades de absorción dan como resultado distintas cantidades absolutas de radiación que se percibe como transmitida, en todos los casos dentro de este plano el total de radiación no absorbida se ve por transmisión. Es en este sentido que se dice que la permeabilidad es del 100% (ver la definición de permeabilidad) y que se mantiene constante para todo el plano. En la Figura 12.4b se ve que el 50% de la luz no absorbida

pasa, mientras que el otro 50% es reflejado, de tal manera que la permeabilidad es constantemente igual al 50%. En la Figura 12.4c se percibe que la cantidad total de luz es reflejada, así que la permeabilidad es del 0% en la totalidad del plano. Estos planos representan solamente los dos casos opuestos y uno intermedio. La permeabilidad puede variar de manera continua desde 100% a 0% o, expresándola por medio de coeficientes, de 1 a 0.

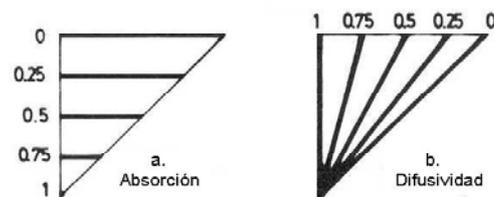
Podemos observar que hay un punto común a todos los planos de permeabilidad constante. Es el que corresponde a la cesía totalmente absorbente, en el vértice inferior de los triángulos. Consecuentemente, es posible vincular estos planos por ese punto, y el resultado es una secuencia que produce un sólido como el de la Figura 12.3.

Dentro de cada plano de permeabilidad constante, a lo largo de líneas horizontales encontramos cesías con absorción constante (Figura 12.9a), mientras que a lo largo de líneas convergentes al punto de absorción total encontramos cesías con difusividad constante (Figura 12.5b).

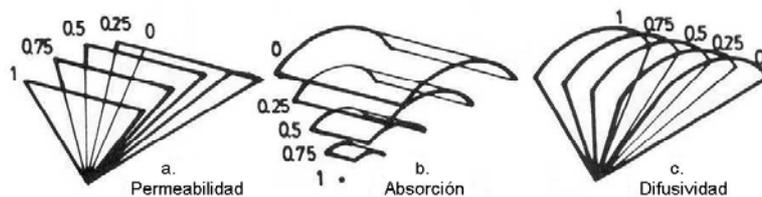
Si tomamos las líneas horizontales de absorción constante para todos los planos de permeabilidad constante (cada línea está a la misma distancia del vértice en los diferentes planos), obtenemos planos horizontalmente curvados que contienen cesías de absorción constante para cada plano. La absorción también varía desde un 100% (absorción total) hasta un 0% en porcentajes o desde 1 a 0 en coeficientes (Figura 12.6b).

Si tomamos las líneas convergentes de difusividad constante para todos los planos de permeabilidad constante (cada línea posee la misma pendiente en los distintos planos), obtenemos planos convergentes que contienen cesías de difusividad constante para cada plano. La difusividad también varía en términos porcentuales desde 100% a 0% o, en coeficientes, desde 1 a 0 (Figura 12.6c).

Estas dos series de planos y la serie de planos de permeabilidad constante (Figura 12.6a) son las tres correspondientes a las variables o dimensiones adoptadas para el análisis de la cesía.



Secuencia de líneas de constancia en un plano de permeabilidad constante. a) Cada línea es el lugar de las cesías con absorción constante. b) Cada línea es el lugar de las cesías con difusividad constante.



Secuencia de planos de constancia dentro del sólido. a) Cada plano es el lugar de las cesías con permeabilidad constante. b) Cada plano es el lugar de las cesías con absorción constante. c) Cada plano es el lugar de las cesías con difusividad constante.

Figuras 12.5 (arriba) y 12.6 (abajo).

CAPÍTULO 13

SEMIOTICA Y CESÍA: SIGNIFICADOS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ

INTRODUCCIÓN

Podemos diferenciar dos aspectos en la cesía. Por un lado tenemos un fenómeno físico: la radiación visible y la forma en que interactúa físicamente con los objetos, produciendo radiación difusa o regular, reflejada, transmitida o absorbida, y sus posibles combinaciones. Por otro lado tenemos un fenómeno perceptual: una sensación visual, producto de aquel estímulo físico, y una inferencia cognitiva, lo cual genera la percepción de translucencia, transparencia, opacidad mate, brillo especular y negrura, con todas las situaciones intermedias que pueden darse a partir de ellas. Ambos aspectos por separado, el físico y el perceptual, producen semiosis en sus respectivos niveles: en el primer caso en el ámbito de la fisiosemis (entre hechos físicos) y en el segundo en el de la semiosis cognitiva (entre representaciones sensoriales y conocimiento). La conexión entre el aspecto físico y el perceptual podríamos ubicarla dentro del estudio de la biosemiosis, es decir cómo un ser vivo se sirve de un dispositivo biológico particular, como es el sistema de visión, para interpretar ciertos hechos físicos del mundo, obteniendo información útil para la supervivencia o el desenvolvimiento en el medio ambiente.

En los capítulos 2 a 6 vimos cómo puede organizarse el estudio del color a partir de la perspectiva semiótica. Voy a plantear ahora algunas cuestiones semióticas relacionadas específicamente con la cesía.

La cesía y el color constituyen las categorías primarias para la percepción visual, ya que son las que producen algún tipo de contraste que hace posible la diferenciación de áreas en el campo visual, el primer estadio para el reconocimiento de los objetos. Tradicionalmente, las investigaciones sobre la luz y el color se han basado en tres campos: 1) la óptica, en cuanto al estudio de los procesos físicos de la luz y el color, 2) la fisiología y la neurofisiología, en cuanto al estudio de los mecanismos de la visión, y 3) la psicofísica y la psicología, en cuanto al estudio de las representaciones sensoriales y perceptuales de los fenómenos de luz y color. Además de esas disciplinas, la *semiótica* puede proveer otro enfoque, distinto, novedoso, enriquecedor y abarcativo, al considerar a los objetos bajo estudio como signos mediante los cuales se puede representar para alguien algún aspecto del mundo.

SINTÁCTICA DE LA CESÍA

Usualmente resulta práctico dividir el estudio de cualquier sistema de signos en sintáctica, semántica y pragmática, a partir de Charles Morris (1938). Los aspectos sintácticos de la cesía, aquellos que se refieren a las relaciones entre los signos en sí mismos, ya han sido desarrollados en el capítulo 12, donde se organizaron las sensaciones de cesía en un modelo tridimensional (a la manera de los sistemas de ordenamiento del color). En algunos trabajos publicados se indican procedimientos para

producir armonías de cesía y para generar escalas de cesía (Caivano 1990, 1994a). Voy a abordar aquí algunas implicancias semánticas y pragmáticas de la cesía, es decir referidas a la relación de los signos de cesía con los objetos que son capaces de representar, en cuanto a la semántica, y a la relación de las cesías con los intérpretes de esos signos, a quienes brindan algún tipo de información, en cuanto a la pragmática.

SEMÁNTICA DE LA CESÍA

En relación con la función semántica, la cesía, al igual que el color y los otros modos de apariencia, es un signo capaz de indicar ciertas propiedades o características físicas de los materiales. Lo más obvio e inmediato, por el hecho de que las sensaciones de cesía son inducidas por propiedades físicas, es que la cesía funciona como signo de esas propiedades físicas. Así, una hoja de papel mate nos indica un objeto que, debido a su conformación física, es capaz de reflejar luz en todas direcciones, mientras que si vemos un papel satinado sabemos que hay algo distinto en la conformación física del mismo que hace que la luz se refleje en forma más direccional. Podemos detectar rayas en una superficie pulida porque en ellas se produce reflexión difusa, distinta de la reflexión de tipo especular del resto de la superficie. Estos son signos de tipo indicial, donde la significación viene dada por una relación de contigüidad física entre el signo y lo que el mismo denota.

Hay también otro tipo de inferencias que pueden hacerse a partir de signos indiciales de cesía, pero que resultan un poco menos directas. Somos capaces de distinguir visualmente el hielo de la nieve o el granizo precisamente por su cesía: el hielo posee reflejos brillosos y transparencia, mientras que la nieve o el granizo lucen mate y más opacos, pero esto lo aprendemos por experiencia. De la misma manera, si vamos conduciendo un vehículo y vemos una mancha oscura en el camino, mediante este signo podemos deducir que el camino está mojado, pero por el tipo de brillo podremos darnos cuenta de si se trata de agua o aceite. La falta de transparencia o diafanidad en la atmósfera puede ser un signo de contaminación del aire o simplemente de presencia de niebla. Una superficie de agua con un brillo inusual puede indicar contaminación con derivados del petróleo. A menudo, en determinados materiales, el brillo suele ser signo de impermeabilidad mientras que la cualidad de mate signo de porosidad o permeabilidad a los líquidos y sustancias gaseosas.

También hay ciertos significados convencionales o sociales asignados a las cesías, y en esos casos las cesías están utilizadas como símbolos. El brillo, por ejemplo, suele tener connotaciones de lujo y riqueza, ya que en general es un tipo de cualidad visual común a las piedras y metales preciosos, y es por lo tanto utilizado cuando se quiere significar eso, aunque los materiales en los que aparece no sean en sí mismos valiosos.

Dentro de la semántica, hay un tema que no tiene que ver ya con lo que los signos de cesía pueden significar sino con cómo los signos del lenguaje verbal pueden sustituir a aquellos. Me refiero a la extensión semántica de los términos que aluden a sensaciones visuales de cesía. No se trata aquí de relaciones semánticas entre los signos de un sistema y el mundo sino entre signos de distintos sistemas: verbal y visual. Lo que se intenta saber es qué tipos de cualidades visuales se designan con términos tales como transparente, diáfano, nítido, velado, turbio, opalino, traslúcido, opaco, brillante, lustroso, bruñido, satinado, glaseado, especular, mate, etc., hasta dónde abarca cada una de esas designaciones, dónde comienza una y termina la otra, y si se producen superposiciones semánticas entre ellas. Comparando distintos lenguajes con respecto a este punto se puede ver la forma en que las palabras disponibles en cada lengua

recubren el mismo fenómeno. Green-Armytage (1993: 20) pone en duda que los esquimales tengan una veintena de palabras para nombrar distintos tipos de blanco; lo que están designando es seguramente distintas cualidades visuales de la nieve, que van más allá del color e incluyen aspectos de la apariencia que tienen que ver con la cesía. Ciertamente no es posible traducir con precisión tales términos a otra lengua.

Otra cuestión que tiene que ver con las relaciones semánticas entre distintos sistemas de signos es cómo pueden producirse diferentes sensaciones de cesía, que podríamos llamar ilusorias,¹ mediante sistemas de representación que emplean materiales que no cubren todo el espectro de cesías, como pueden ser la fotografía, el dibujo y la pintura tradicionales. Con una fotografía, por ejemplo, se puede reproducir la sensación de transparencia sin que el soporte que constituye el signo fotográfico (el papel fotográfico) sea en sí transparente: una jarra con líquido claro es un objeto físicamente transparente (permite la transmisión de luz en forma regular) que produce la sensación visual de transparencia; pero una fotografía de esa jarra, siendo un objeto opaco (que podrá ser mate o brillante según el acabado del papel fotográfico), también da la sensación visual de transparencia (Figura 13.1).² Situaciones similares ocurren en la reproducción de otras categorías de cesía: translucencia, especularidad, brillo, cualidad de mate, etc. En una diapositiva, que en sí es un objeto transparente, puede muy bien estar representada una montaña, que es un objeto opaco. En la *Venus* de Velázquez aparece representado un espejo, que obviamente no es un espejo real, lo es en el contexto del cuadro en el que está inserto. Wittgenstein observa que para pintar un casco o una armadura doradas no se necesita utilizar pintura dorada (1950 [1977: párr. 79]), la sensación de brillo metalizado puede ser obtenida con pigmentos que no tienen brillo metálico. Ahora bien, ningún observador humano en una cultura habituada a ver fotografías, dibujos o pinturas confunde tales representaciones con las sensaciones visuales de cesía que obtiene directamente a partir de las propiedades físicas correspondientes de los objetos.



Figura 13.1. Un objeto transparente y una fotografía de ese objeto. A pesar de ser opaca, la fotografía también produce la sensación de transparencia.

¹ En el próximo capítulo se desarrolla más específicamente el tema de las ilusiones visuales relacionadas con la cesía.

² Metelli (1974) habla de transparencia física y transparencia perceptual, y desarrolla las condiciones para que sea posible ver esta última en el dominio de lo acromático. Osvaldo da Pos (1990) ha expandido esas leyes al campo cromático.

Este es un fenómeno que no ocurre con el color, o que sucede en un grado mucho menos considerable. Un objeto pigmentado produce una cierta distribución espectral de la luz como consecuencia de una absorción selectiva del espectro de radiación visible. Y una representación de ese objeto (una fotografía, un dibujo coloreado) produce aproximadamente la misma distribución espectral. Por supuesto que hay casos también de ilusiones visuales con el color, producidos por contrastes simultáneos y sucesivos, adaptación, etc., donde, por mencionar uno, cierto color puede inducir una ligera percepción de su complementario; pero difícilmente una pintura de una naranja, si quiere tener visos de realismo, podrá hacerse con pigmentos que reflejen radiación de onda corta (azules y violetas).

Independientemente de esta diferencia entre color y cesía, podemos definir a la cesía de la misma manera que se define al color, es decir como un fenómeno psicofísico. En la cesía también se requiere de un aspecto físico (radiación visible y objetos que modifiquen su distribución en el espacio) y de un aspecto psíquico (la sensación producida en un observador y la interpretación de esa sensación). Entre estos dos aspectos hay una especie de interfase que es fisiológica y neurológica, que permite el pasaje y la transformación de una cosa en la otra. Así como los colores “vistos” en sueños o presentes en la memoria no pueden considerarse como colores en sentido psicofísico (porque está faltando el aspecto físico), y así como la radiación que refleja un objeto en el planeta Venus tampoco puede considerarse como color psicofísico (porque estaría faltando el aspecto psíquico, ya que no hay ningún observador que sienta ese hecho físico como color), también ilusiones visuales de cesía como las que mencionábamos antes no pueden considerarse como cesías en sentido psicofísico (porque en dichos ejemplos el aspecto físico de la representación no concuerda con el aspecto físico de lo representado). En la fotografía y la pintura, el color representa su objeto funcionando como un ícono indicial (a través de una cierta similitud física con el objeto representado, ya que refleja el mismo tipo de radiación), mientras que la cesía representa su objeto funcionando como un ícono simbólico (a través de una similitud que no tiene que ver con la radiación física sino que está convencionalizada y que es necesario aprender a ver).

PRAGMÁTICA DE LA CESÍA

En relación con la pragmática, resulta interesante observar cómo distintas especies animales construyen y utilizan signos de cesía. Se han hecho estudios sobre la visión del color en especies distintas de la humana. Se sabe que ciertos animales sienten luz más allá de los rangos visibles para el ser humano (por ejemplo en la zona del ultravioleta), que algunos poseen visión tricromática y otros no. De la misma manera, puede estudiarse cómo distintos animales sienten las diferentes distribuciones espaciales de la luz y para qué les sirven este tipo de signos visuales. Hay animales que en lugar del color utilizan la cesía como medio para pasar inadvertidos frente a sus posibles predadores. Así, ciertos peces son transparentes (Figura 13.2), con un índice de refracción similar al del agua en que viven (Hailman 1977: 166-168).



Figura 13.2. Este pez utiliza la transparencia para pasar inadvertido en su medio ambiente.

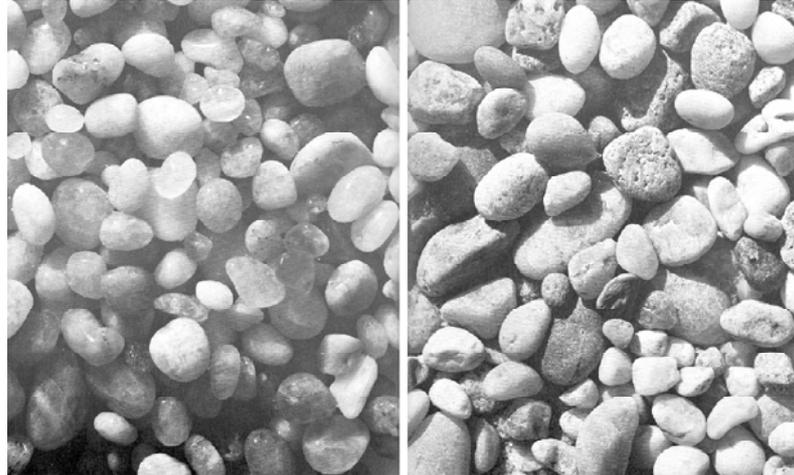
Muchas especies tienen bastante menos desarrollada la percepción de las cesías que la percepción del color, o la tienen desarrollada en un nivel más primario que la especie humana. David Katz (1911 [1935: 11]) retoma la hipótesis de que la periferia de la retina, que tiene un tipo de visión más grosera e imprecisa que la zona central, conserva rasgos de lo que fueron estadios relativamente primarios en el proceso de evolución de un sistema de visión determinado, y nos permite, por lo tanto, tener una idea de cómo era ese tipo de visión. Katz señala el hecho de que la transparencia y el brillo no son perceptibles con visión periférica. A partir de aquí podemos deducir que un sistema de visión primitivo, que por otra parte puede sentir color, no puede diferenciar cualidades de cesía. Esto lo vemos en muchos animales, tales como insectos o pájaros, que no son capaces de percibir semitransparencias o reflejos en los vidrios de ventanas e intentan en vano atravesarlos. Esto ocurre tanto desde el interior de un ambiente vidriado --cuando por transparencia no perciben el obstáculo (aunque tal transparencia no sea perfecta)-- como desde el exterior --cuando por reflexión lo confunden con la continuación del cielo o del espacio abierto que rodea la ventana (aunque tal reflexión también sea defectuosa o parcial). He tenido oportunidad de observar este comportamiento aun en ventanas con doble vidrio, donde la transparencia y la reflexión especular son muy imperfectas (además de ser parciales) ya que se producen imágenes dobles bastante distintas de la realidad circundante. Ningún humano dejaría de notar esas diferencias si está medianamente atento a lo que ve (por supuesto que puede ocurrir que uno se lleve por delante una puerta de vidrio si es que va distraído o la imagen de la misma cae en la periferia de la retina).

Jack Hailman divide a los estímulos visuales en dos tipos (1977: 103): 1) luz sin patrones espaciales, donde la codificación de la información se da principalmente por medio de la intensidad y la distribución espectral, y 2) luz con patrones espaciales. Este último tipo es justamente el que da origen a las sensaciones de cesía. Hailman señala que la luz con patrones espaciales es sumamente importante para la comunicación animal y requiere fotoreceptores más sofisticados, tales como los ojos compuestos de los artrópodos o los ojos que pueden formar imágenes de tipo fotográfico de los vertebrados. Esto concuerda con nuestras observaciones anteriores.

La cesía cumple un papel importantísimo en la visión en general y en la percepción del espacio en particular. Como ejemplo de lo primero podemos mencionar que en camuflaje militar se emplean pinturas de acabado mate para evitar reflejos que hagan visible el objeto que se quiere ocultar, y esto es tanto o más importante que usar un color que se mimetice con el medio. Como ejemplo de lo segundo tenemos el hecho de que también el brillo nos ayuda a percibir la tridimensionalidad de los objetos. Un objeto con reflejos brillantes parece tener más relieve que uno mate (Figura 13.3). El

grado de nitidez de imagen de los objetos que están en un medio relativamente turbio o traslúcido es una de las claves (junto con el tamaño, la perspectiva, el gradiente de textura y otras) que nos permite conocer la distancia a que se encuentran tales objetos. En un día de niebla, un niño a diez metros de distancia puede aparecer del mismo tamaño, forma y aspecto que un adulto a quince metros, pero sabremos de la mayor cercanía del niño por la mayor nitidez con que percibimos su contorno general.

Figura 13.3. Las piedras mojadas, al tener más brillo que cuando están secas, parece que tuvieran también mayor relieve.



Con respecto a la arquitectura, es interesante notar cómo distintas cesías de los materiales que delimitan los espacios pueden hacer que se alteren sus características a través de la modificación en la percepción visual de los límites físicos, haciendo que varíe la sensación de privacidad, protección, confort, rechazo, etc. producida por un ámbito. La sensación de privacidad, por ejemplo, puede modelarse moviendo la apariencia de los límites físicos a lo largo de la escala transparente-traslúcido, sin por ello perder iluminación natural (Figura 13.4).

Figura 13.4. En este sector de la Maison du verre de Pierre Chareau predomina el uso de vidrio traslúcido, que permite una excelente iluminación natural sin afectar la sensación de privacidad.



La cesía sirve como parámetro para evaluar la calidad de ciertos materiales. El papel para impresión, por ejemplo, no solo se juzga por la blancura, también es importante la opacidad y el grado de brillo o satín. La diferencia perceptual entre el papel ilustración y el papel obra radica fundamentalmente en el satinado del primero, que es más apreciado en la impresión de libros y revistas, aunque un exceso de brillo deja de resultar apropiado porque dificulta la lectura y produce cansancio visual. En el papel calco para dibujo técnico, en cambio, prima otra cualidad: la transparencia. Muchas veces nos ayudamos por la cesía, además del color, el olor y otros aspectos sensoriales, para reconocer los alimentos y elegir aquellos de mejor calidad: la leche pura se ve blanca y opaca, la leche adulterada con agua se ve más translúcida. Las manzanas no se elijen solamente por el color sino también por el brillo (Figura 13.5); de hecho, para hacerlas más atractivas se las suele lustrar con un paño. John Hutchings ha investigado sobre la apariencia visual en los alimentos, puntualizando la importancia del atributo de translucencia (Hutchings 1977, 1994, Hutchings y Scott 1977, Hutchings y Gordon 1981).



Figura 13.5. Ciertamente, la manzana brillante parece más apetitosa que la mate.

Es cierto que no somos tan conscientes de la función sígnica de las cesías como lo somos de la función sígnica del color. Tal vez es un poco debido a esto que no se encuentren tantos ejemplos de utilización simbólica de las cesías como del color. Al ser signos que surgen como tales a partir de convenciones, los símbolos son construcciones culturales, y por lo tanto necesitan de una cierta historia en el uso consciente para llegar a desarrollarse. A pesar de que en el caso de las cesías esa historia sea algo escasa, el hecho es que, como lo demuestran todos los ejemplos que vimos, los signos visuales de cesía cumplen un papel fundamental en la visión, a nivel cognitivo, comunicacional y estético.

CAPÍTULO 14

ILUSIONES VISUALES RELACIONADAS CON LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ (CESÍA)

LA NOCIÓN DE ILUSIONES VISUALES

Desde un punto de vista ingenuo, tenemos la noción de que algo ilusorio es algo que no es real. Pero cuando nos adentramos en la bibliografía sobre el tema encontramos que las cosas no son tan simples, y que hay muchas interpretaciones y definiciones de “ilusión”. Las definiciones cubren un amplio espectro, yendo desde un extremo —todo lo que vemos es una ilusión— hasta el otro —no existe tal cosa como una ilusión.

El primer grupo de interpretaciones de las ilusiones toma en consideración la relación no simétrica entre los estímulos físicos y las impresiones que producen a través de nuestros sentidos. En 1971, Bela Julesz, por ejemplo, dice que

todo percepto es una ilusión... La energía luminosa de determinada longitud de onda que incide sobre nuestros receptores retinianos no contiene inherentemente ninguna indicación de que será percibida por algunos organismos en color de una cierta luminosidad, tinte y saturación. (Julesz 1971, mi traducción)

En la misma dirección, Edwin Boring ya había señalado en 1942 que

la falta de correspondencia entre sensaciones y estímulos es obvia en muchos fenómenos conocidos... En el sentido que la percepción depende normalmente de factores subjetivos así como del estímulo, toda percepción es “ilusoria” en tanto y en cuanto no refleja precisamente el estímulo. (Boring 1942: 238-239, mi traducción)

Boring reconoce, no obstante, que “con este significado amplio el término ilusión deja prácticamente de tener sentido”. Y entonces, la misma definición nos lleva al otro polo, es decir, a descartar el concepto mismo de ilusión, tal como lo hace Boring cuando llega a la conclusión que “estrictamente hablando el concepto de ilusión no tiene lugar en la psicología, ya que ninguna experiencia copia realmente la realidad”. En resumen, tenemos la situación de que si todo lo que percibimos es una ilusión, entonces la distinción ingenua entre algo ilusorio y algo real no puede hacerse, porque para la percepción la realidad no existe, según este encuadre conceptual.

Un segundo grupo de definiciones comparte básicamente el criterio de un contraste entre percepción y realidad pero pone las cosas de una manera más sofisticada: existe una interpretación verdadera de los fenómenos físicos, y a causa de una percepción errónea somos conducidos a una interpretación falsa. Hay perceptos correctos y perceptos ilusorios. Carraher y Thurston (1966) definen una ilusión visual como “una experiencia visual en la cual existe una discrepancia entre nuestro juicio perceptual y el carácter físico real del estímulo original.” Kaufman (1974) dice que aparece una ilusión cuando “los observadores son incapaces de discriminar las propiedades físicas reales de los objetos y dan una descripción que no es compatible con la disposición física de los

objetos.” Tolanski (1964: 1) va aún más lejos, indicando que las ilusiones son debidas “tanto a las imperfecciones de nuestro aparato óptico como a nuestra apreciación intelectual de la situación que se le presenta a la mente”, y que ello “puede conducir a interpretaciones falsas”.

Un tercer grupo de definiciones parece más útil, ya que mientras conserva el concepto de ilusión —a diferencia del primer grupo— y que las mismas surgen de algo contradictorio —como el segundo grupo—, formula la naturaleza de esta contradicción en términos más aceptables. No se trata de una contradicción entre percepción y realidad física —como mantiene el segundo grupo— sino entre dos o más percepciones. Graham (1965: 564) pone esto en términos simples, diciendo que “las ilusiones son efectos de experiencias contrastantes”. Osvaldo da Pos habla de

una experiencia que entra en conflicto con otras experiencias, usualmente con experiencias recordadas... Una única experiencia no es suficiente para ser considerada una ilusión porque no produce una discordancia perceptual. Esta discordancia, que es una consecuencia de dos experiencias contrastantes, es ... el principal factor que atrae nuestra curiosidad y excita nuestro placer estético. (Da Pos 1995, mi traducción)

La explicación de Colin y Blakemore, quienes hablan de una “discrepancia entre dos sistemas de detección diferentes en el cerebro” (en Gregory y Gombrich 1973), mientras que lleva el asunto al nivel de la neurofisiología, comparte el mismo punto de vista: nuestra percepción es lo único que está en juego, la realidad física queda afuera.

La conclusión que extraemos de este breve inventario de definiciones de ilusiones visuales es que debemos ser muy cuidadosos con el sentido en que se entiende la palabra “ilusión”. Quisiera tomar el tercer grupo de definiciones y hacer algunos comentarios al respecto. Yo enmarcaría la definición en un sentido más amplio: una ilusión es una contradicción o conflicto que surge entre dos o más formas de conocimiento. Diferentes formas de conocimiento provienen de diferentes sistemas de mediación entre sujetos y objetos, entre cognición y realidad externa. Estos sistemas de mediación pueden ser distintos sistemas de signos de los cuales se derivan significados, distintos aparatos sensoriales con los cuales incorporamos nuestras experiencias perceptuales, distintos modelos mediante los cuales interpretamos los fenómenos, etc.

El punto que quiero destacar es que deberíamos tener en cuenta que no existe una única y verdadera interpretación de los estímulos provenientes del mundo externo (la así llamada “realidad”). En este sentido es la precaución que debemos tener con la frase “ilusiones visuales”, para no entenderla como referida a una representación que produce una interpretación falsa de algo y que existe una interpretación verdadera y definitiva de ese algo. En todos los casos, la existencia de una interpretación correcta es una cuestión de convención. El hecho de que en la mayoría de los casos cuando vemos algo no fallamos en darle la misma interpretación que otras personas no quita que esto tenga un algo grado de convencionalidad. La realidad, dice Peirce, es lo que la comunidad acuerda en considerar como tal (1860-1908: 5.316).

Incluso cuando es válido suponer que existe un mundo externo que es independiente de nosotros, todo lo que percibimos son signos, y en cuanto tales ya están interpretados de algún modo, por medio del conocimiento previo o de algún sistema de valores que poseemos. En un cierto sentido podríamos considerar que todo lo que percibimos es ilusorio, pero esto constituye un idealismo extremo que resulta muy poco útil, como hemos visto con el primer grupo de definiciones. Ahora bien, si por ilusiones visuales entendemos signos o representaciones que poseen tal ambigüedad como para situarse en

el límite de la convención o como para ir en contra de la convención, entonces es posible estudiarlas de manera técnica y dar algunas explicaciones de por qué y cómo se producen. Todas las ilusiones serían casos donde un cierto sistema de representación es utilizado en la zona donde sus reglas gramaticales producen ambigüedad y pueden ser interpretadas en más de un sentido. En lugar de hablar de una realidad física, a la cual los seres vivos no tienen acceso, es mejor hablar de una realidad semiótica, que es la única clase de realidad que los organismos vivos son capaces de conocer (Caivano 1993).

ILUSIONES BASADAS EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ

Históricamente, las ilusiones visuales más estudiadas han sido aquellas que involucran distorsión de la forma o la perspectiva, color y movimiento. Las ilusiones basadas en la distribución espacial de la luz, lo que llamamos cesía, han sido menos investigadas.

Recordemos que las diferentes formas de distribución espacial de la luz pueden clasificarse de la siguiente manera: la radiación visible puede ser transmitida o reflejada, y cada una de estas transferencias puede suceder en forma regular o en forma difusa. Combinando estos dos pares de situaciones opuestas tenemos: transmisión regular (que normalmente origina la sensación de transparencia), transmisión difusa (traslucencia), reflexión regular (apariencia espejada) y reflexión difusa (apariencia mate). A todo esto podemos agregar el fenómeno de absorción (que produce cambios de luminosidad u oscuridad aparente) y refracción (cambios de dirección aparente).

Haremos una descripción de las ilusiones visuales que dependen de estas clases de distribución espacial de la luz. La combinación de las cuatro categorías mencionadas (dejando de lado los fenómenos de absorción y refracción) da 16 posibilidades:

		2da percepción			
		Transparencia	Traslucencia	Apariencia espejada	Apariencia mate
1ra percepción	Transparencia	X	4	7	10
	Traslucencia	1	X	8	11
	Apariencia espejada	2	5	X	12
	Apariencia mate	3	6	9	X

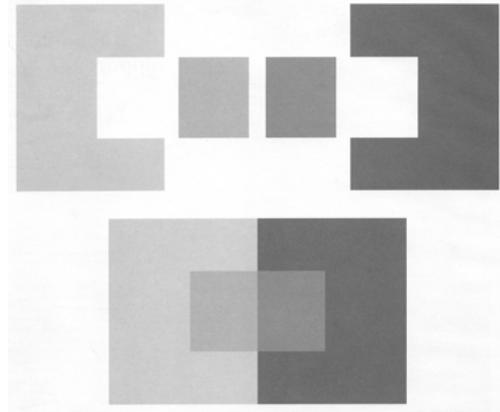
Aquí debe entenderse que algo que en un primer momento percibimos como transparente podemos en una situación posterior percibirlo como espejado, por ejemplo, y entonces esta ilusión cae en el casillero 7. Si las situaciones perceptuales se dan en orden inverso, entonces la ilusión cae en el casillero 2. Las cuatro combinaciones marcadas con *X* son las situaciones normales en que no hay incongruencia entre lo que se percibe en un momento dado y lo que se percibe en otro momento. Queda por ver si podemos encontrar ejemplos de las otras doce posibilidades que están numeradas.

Pero además de esto, algunos de los ejemplos que veremos no podrían encuadrarse estrictamente en el concepto de ilusión; entonces voy a ampliar un poco el tema y hablar de ilusiones y *efectos* visuales relacionados con la cesía.

Entre los ejemplos más conocidos, están aquellos de la transparencia perceptual o fenoménica estudiados por Metelli (1974), Kanizsa (1980) y da Pos (1990), entre otros. Los efectos de transparencia o translucencia producidos mediante trozos opacos de papel caerían en los casilleros 10 y 11 de la clasificación (Figura 14.1). Vamos a analizar un

poco esto. En la parte de abajo de la Figura, la zona percibida como transparente que se superpone al gris oscuro del fondo, se ve más clara que ese gris. La parte que se superpone al gris claro del fondo se ve más oscura que ese gris. Para que percibamos el efecto de transparencia con estos papeles opacos es necesario que se cumpla esa regla, que se desprende de la teoría de la escisión del color.

Figura 14.1. En la configuración de abajo se percibe un rectángulo transparente sobre un fondo dividido en dos partes, una clara y una oscura (o sea, tres rectángulos en total). Arriba se ve cómo ese efecto puede producirse mediante cuatro trozos de cartulinas opacas; es decir, no hay transparencia física (Da Pos 1990).



Veamos qué sucede con muestras que tienen la propiedad física de dejar pasar la luz. Tenemos un fondo dividido en gris oscuro y gris claro, igual que en el ejemplo anterior, y cuatro films de poliéster sobre ambas zonas de ese fondo (Figura 14.2). En la muestra de arriba, la parte sobre el fondo oscuro se ve más clara que el fondo, pero la parte sobre el fondo claro también se ve más clara que el mismo. En la segunda muestra se da la misma situación que en el ejemplo de Da Pos. En la tercer muestra, la parte sobre el fondo oscuro se ve más oscura que el fondo y también la parte sobre el fondo claro se ve más oscura que el mismo. Lo mismo sucede en la muestra de abajo, aunque con un contraste menor. Son todas situaciones distintas y sin embargo las percibimos como efectos de transparencia. En realidad, si afinamos un poco la terminología tendríamos que decir que las dos muestras superiores son traslúcidas, con distinto grado de translucidez, y las dos inferiores son transparentes, con distinto grado de transparencia. Metelli, Da Pos y Kanizsa usan el término “transparencia” en un sentido amplio. Para que se produzcan las situaciones de los ejemplos que ellos presentan es necesario que haya algo de reflexión difusa, y entonces hay que hablar de translucencia, en lugar de transparencia. Una superficie transparente se comporta como un filtro, y siempre resta radiación del fondo, por lo tanto lo vemos más oscuro. Una hoja traslúcida transmite algo y refleja algo en forma difusa. Dependerá del grado de difusividad de la muestra que el fondo se vea más claro o más oscuro.

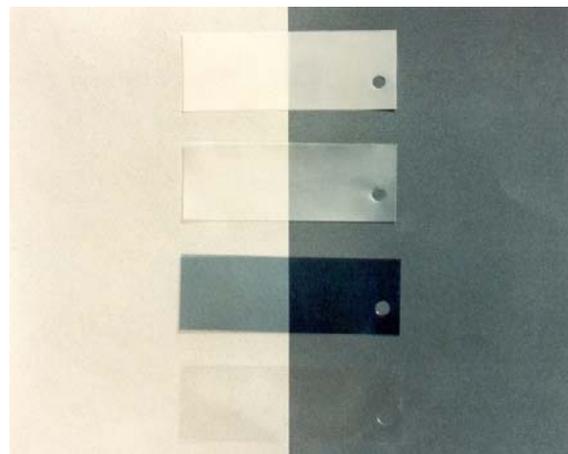


Figura 14.2. Transparencia y translucencia físicas.

En la Figura 14.3 vemos un ejemplo dibujado de Kanizsa, donde es evidente que debemos suponer una dosis de transmisión de luz, por la cual se distinguen las figuras debajo, y una dosis de reflexión difusa, que hace que la zona en superposición se vea más clara.

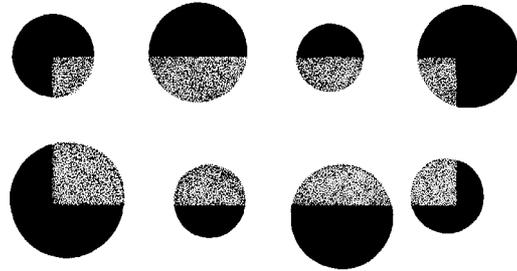


Figura 14.3. Dibujo que produce el efecto de transparencia (Kanizsa 1980 [1986: 271]).

Este tipo de ilusiones o efectos ha sido utilizado profusamente en la pintura, sea en forma intuitiva o con cierto conocimiento de los fenómenos que ocurren. En la obra de Kandinsky titulada *Unanimidad* (de 1931) vemos muchos efectos de transparencia, a pesar de que la pintura es un óleo opaco (Figura 14.3a). Hay tiras que parecen comportarse como filtros transparentes, sustrayendo luz, y otras como veladuras translúcidas. Hay también muchas situaciones ambiguas. En la pintura de Paul Klee titulada *Blanco polifónico* (de 1930) también se obtiene una sensación de transparencias y superposiciones, pero aquí tendríamos que suponer que hay suma de luces, como si en lugar de colocar trozos de papel transparente unos sobre otros estuviésemos proyectando rectángulos de luz unos sobre otros (Figura 14.3b).



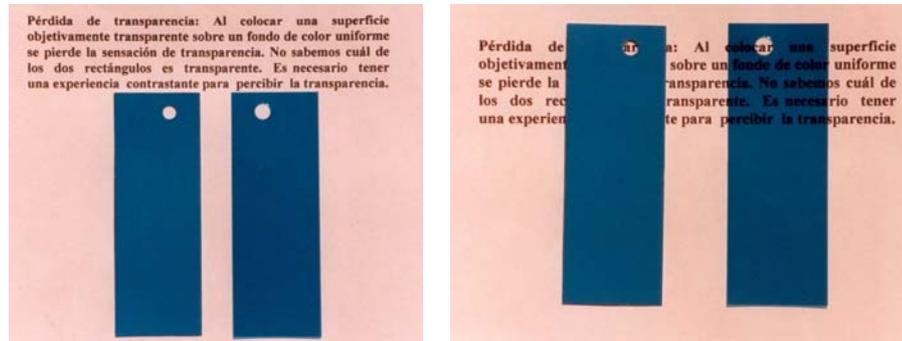
Figura 14.3.
a) Kandinsky,
Unanimidad.
b) Paul Klee,
Blanco polifónico.

En 1933 Moore Heider realizó un experimento que demuestra el fenómeno de escisión del color que se da en la transparencia fenoménica. Utiliza tres elementos: un disco gris, un episcotister azul, que es un disco parcialmente abierto, y un fondo amarillo. Cuando se hacen girar los discos, el amarillo del fondo se fusiona con el azul del episcotister y se forma un gris en la zona anular. Pero lo que se percibe no es un segmento de anillo gris sino un anillo azul transparente sobre un fondo amarillo. Es decir, el color gris se separa (se escinde) en dos colores: un azul semitransparente sobre un fondo amarillo.

Las dos muestras de la Figura 14.4a parecen iguales. Sin embargo no lo son, una es opaca y la otra transparente, pero en esa situación no podemos saber cuál es cuál. Sobre un fondo homogéneo se puede lograr que la luz reflejada por una muestra opaca sea del mismo color que la luz transmitida por el fondo a través de una muestra transparente. La

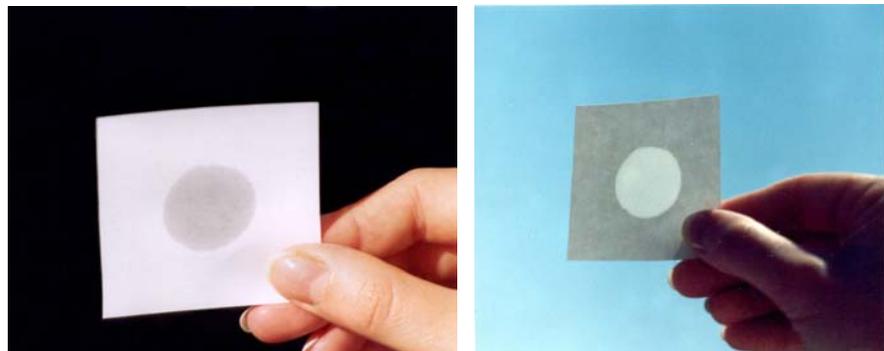
escisión del color no se produce y entonces no vemos la transparencia. Es necesario que el fondo sea discontinuo y tener una experiencia contrastante para percibir la transparencia (Figura 14.4b).

Figura 14.4.
a) Las dos tiras se ven iguales.
b) Pero una es opaca y la otra transparente.



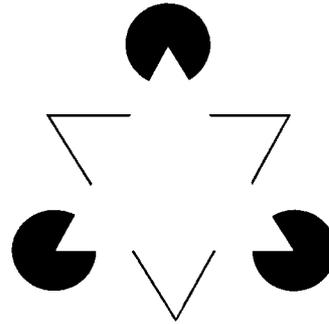
Quienes estuvieron en el Congreso ArgenColor 1992 recordarán un pequeño experimento que hizo Daniel Lozano en la conferencia inaugural. ¿Cómo se ve la mancha producida por un líquido transparente, como el agua o el aceite, en un papel o una tela? Si el líquido es transparente e incoloro como el agua, ¿por qué se ve una mancha oscura? (Figura 14.5a). Pero esto no es todo; si miramos al trasluz la situación se invierte, la mancha se ve más clara que el resto del papel o tela (Figura 14.5b). Hay una explicación física sencilla (en realidad casi todas las llamadas “ilusiones” tienen una explicación, pero eso no quita que resulten sorprendentes). Al estar mojadas, las fibras del papel o la tela se aplastan y la luz es transmitida en mayor proporción que cuando está seco y se produce reflexión difusa.

Figura 14.5.
a) ¿El aceite produce una mancha oscura?
b) ¿O una mancha clara?



Una ilusión muy conocida, que produce un efecto opuesto a los anteriores, es el triángulo de Kanizsa. En la Figura 14.6 vemos como si un triángulo opaco blanco estuviese tapando parcialmente otro triángulo dibujado en línea negra y tres círculos. Pero tal triángulo opaco no existe físicamente, se produce el efecto de opacidad en ausencia de un objeto opaco. Aquí, al igual que en muchos de los casos de transparencia fenoménica, la forma y disposición de los elementos es muy importante para que se produzca la ilusión.

Figura 14.6. Triángulo de Kanizsa (1980 [1986: 246]).



¿Puede un objeto opaco volverse transparente? Tomemos un trozo de cualquier material liso y totalmente opaco que a simple vista se nos presente con lo que David Katz llama *color de superficie*, es decir, un color que se ve como perteneciente a un objeto y que está en su superficie. Ahora, si miramos esa superficie a través de una ventana de reducción, que aísla el color del contexto, este color cambia y ya no podemos verlo como la superficie de un objeto; lo vemos como lo que Katz llama *color diáfano* o *color de película*, es decir, un color transparente que no sabemos a qué distancia está porque llena todo el espacio, tal como el color del cielo.

Yendo hacia otra zona del cuadro presentado al principio, veremos algunos efectos que se dan con materiales físicamente opacos que tienen distinto tipo de brillo. En la Figura 14.7a, la muestra de la izquierda parece ser de un material tan brillante como un espejo (tal es así que se refleja la lapicera y un foco de luz), y la muestra de la derecha parece blanca mate. El efecto está producido por el tipo distinto de iluminación. Con la misma iluminación para ambas muestras vemos que la izquierda, si bien tiene cierto brillo, no es un espejo (la lapicera arroja una sombra en lugar de reflejarse), mientras que la derecha sí es un espejo (Figura 14.7b).

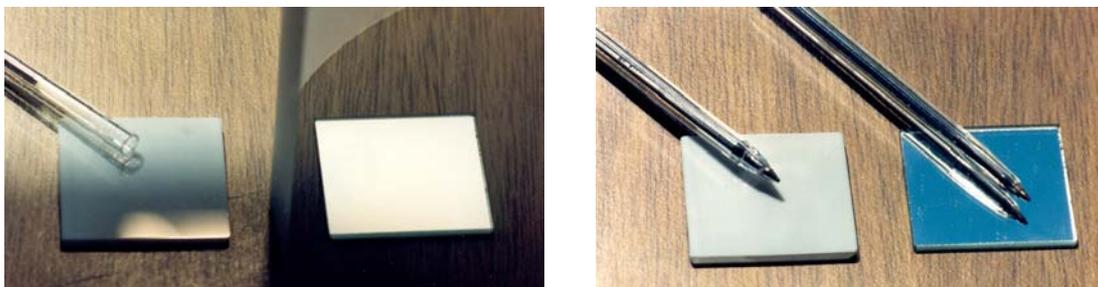


Figura 14.7. a) La muestra izquierda se ve espejada y la derecha blanca.
b) En la segunda instancia se percibe a la inversa.

La apariencia de un objeto puede cambiar notablemente según la distribución de la luz que produzca. El mismo objeto puede parecer mate o muy brillante según cómo refleje la luz, y esto depende en gran medida de cómo se lo ilumine. ¿Una ventana de vidrio común es transparente o espejada? Puede ser las dos cosas, e incluso tener grados intermedios de semiespejado, dependiendo de las condiciones lumínicas en el interior y el exterior de la habitación. También, sin cambiar las condiciones de iluminación, según el ángulo que presenta la superficie al observador, un trozo de vidrio común puede parecer un espejo.

LA INFLUENCIA DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ SOBRE OTRAS CATEGORÍAS PERCEPTUALES

¿Qué efectos producen las distintas distribuciones espaciales de la luz o cesías sobre otras categorías perceptuales, como el color y la profundidad espacial? Ya vimos que a mayor difusividad se aclara el color. ¿Cuál es el “verdadero” color de las botellas ambar de cerveza? Si se muelen trozos de vidrio de la misma botella y se separan según su granulometría, aparecerán con distinto color y cesía. Los trozos grandes lucen oscuros, con transparencia y reflejos brillosos. El vidrio molido al tamaño de un fino polvo luce de un color muy claro y de cesía mate. Granos medianos se ven con las cualidades intermedias.

Cuando observamos superficies pintadas con pintura del mismo color pero con distintos acabados (brillante, mate, semimate, satinado), ¿podemos decir que se trata realmente del mismo color? Si entendemos al color como una sensación visual, simplemente como aquello que vemos, entonces se trata de colores distintos, ya que el grado de brillo modifica el color de varias maneras: se modifica el tinte porque se refleja en mayor o menor medida el color de la fuente de luz, se modifica el valor porque se refleja mayor o menor cantidad de luz en una dirección, se modifica la saturación porque hay mayor o menor difusión de luz (vimos que la difusión produce “blanqueamiento”, es decir, desatura).

Con respecto a la percepción del espacio, una escena iluminada con luz difusa, donde los objetos lucen mate y se atenúan las sombras, parece tener menos profundidad que la misma escena iluminada con luz concentrada, con los objetos más brillantes y sombras más definidas. Es decir, la sensación de profundidad disminuye con la difusión de la luz.

CAPÍTULO 15 EPÍLOGO: COLOR Y CESÍA EN EL MARCO SEMIÓTICO

Resumiendo, el color y la cesía son los signos mediante los cuales tenemos el principal contacto con nuestro mundo visual. Ambos están constituidos por luz. Entendemos por *luz* la sensación visual producida por la radiación comprendida aproximadamente entre 400 y 800 nanómetros de longitud de onda. El color es la decodificación que nuestro sistema visual hace de estas distintas longitudes de onda; es importante entender que la radiación no es coloreada en sí misma. La cesía, a su vez, es la decodificación que nuestro sistema visual hace de las diferentes distribuciones espaciales de la luz.

Todo el proceso de la visión comprende varios estadios. La energía radiante es emitida por una fuente y es reflejada o transmitida en forma selectiva por los objetos. Esta energía penetra en nuestros ojos y una parte de ella (es decir, la radiación visible) estimula células específicas en la retina. Los estímulos siguen luego varios estadios de procesamiento hasta llegar a la corteza visual, en el cerebro. Aquí, por medio de un mecanismo que es aún desconocido, los impulsos nerviosos son decodificados como sensaciones de color, cesía, y también textura, forma y movimiento. Todos estos signos visuales están contruidos por patrones de luz, ya que lo único que nuestro sistema visual sensa es luz. La óptica física se ocupa de la primera parte de este proceso, es decir, de las transferencias de energía radiante. La óptica fisiológica y la neurofisiología se ocupan de la segunda parte del proceso, es decir, de los mecanismos por los cuales la energía radiante es transformada en impulsos nerviosos. La psicología de la percepción se ocupa de la tercera parte del proceso, de sensaciones e imágenes mentales, y la psicofísica estudia las relaciones entre estas sensaciones y los estímulos físicos que las producen. Pero todo el proceso completo está atravesado por la semiótica, en los niveles físico, biológico y cognitivo (Figura 15.1).

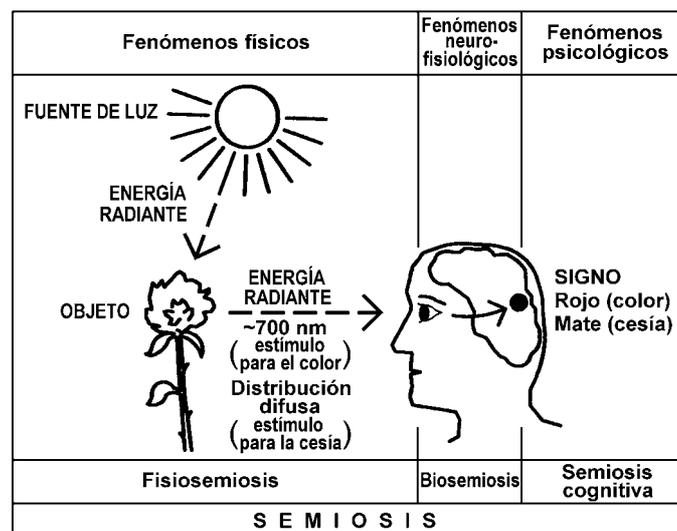


Figura 15.1. Niveles de semiosis en la generación del estímulo y el procesamiento visual de la información.

Recapitemos el camino que hemos recorrido. El objetivo general ha sido poner en un contexto semiótico los conocimientos sobre el color y la luz (esta última, en términos de la percepción de su distribución espacial: cesía). La hipótesis que nos ha guiado es que la semiótica brinda el marco epistemológico adecuado para poder integrar los desarrollos en estos campos provenientes de distintas disciplinas, como la física, la fisiología, la neurología, la psicofísica, la psicología de la percepción, la antropología, las prácticas artísticas y de diseño, etc. La semiótica no suplanta esos conocimientos sino que los puede capitalizar e integrar con un criterio interdisciplinario superador de los encasillamientos que suelen ser habituales.

Con la finalidad de poner esos signos cromáticos y de cesía en el contexto general de la percepción visual, comenzamos por clasificar los signos visuales en categorías que fuesen útiles a nuestro estudio —color, forma, textura, cesía y movimiento—, para poder definir y deslindar las dos categorías que nos conciernen en esta tesis, y que están relacionadas con dos aspectos de las sensaciones producidas por la luz, que es lo que primariamente sensa nuestro sistema visual: color y cesía.

Se presentó un encuadre semiótico general y se comenzó por exponer y analizar algunos desarrollos históricos de la ciencia del color en ese contexto: los sistemas de ordenamiento del color, que ponen en relación paradigmática los signos cromáticos, los criterios de armonías del color, que los ponen en relación sintagmática y abren campo a la posibilidad de analizar las combinaciones cromáticas con criterios rigurosamente “gramaticales”. El capítulo sobre los nombres de color nos llevó al terreno de los estudios lingüísticos y antropológicos donde el color ha sido la “vedette” para intentar descifrar cómo los humanos conocemos y categorizamos el mundo externo a través del lenguaje verbal. Pero las formas de conocimiento o contacto con el mundo visual no están limitadas a la categorización verbal; también intervienen otros sentidos y lenguajes, y allí surge el “enigma” de las sinestesias. En cuanto signo, el color se relaciona con otras categorías visuales y no visuales, puede facilitar o escatimar la percepción del espacio, muestra sus virtudes camaleónicas al servicio de la semántica de los productos, el diseño y las marcas comerciales, funciona a través de operaciones y figuras retóricas cromáticas para aportar fundamental riqueza, interés y novedad en los campos artísticos, del diseño, la publicidad, etc.

Desarrollamos también en sus relaciones paradigmáticas y sintagmáticas el otro aspecto que habíamos categorizado como derivado de la percepción de la luz: la cesía. Finalmente, la concepción que deslindamos para la noción de ilusiones visuales (que funcionan a partir de signos cromáticos y de cesía) muestra su familiaridad y apego a la idea semiótica de que el universo de signos y los procesos de significación funcionan y deben considerarse siempre en una situación contextual. Las cosas no son de una única manera ni tienen significados unívocos sino que varían según el contexto en que aparecen. Y en este sentido, todo lo que hemos visto sobre color y cesía refuerza esta idea de un mundo donde no es posible hablar de significado sin tomar en cuenta las relaciones contextuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIC (Association Internationale de la Couleur). 1983. *The Forsius Symposium on Colour Order Systems*, 2 vols. (Estocolmo: Scandinavian Colour Institute, Colour Reports F26 y F28).
- . 1989. *AIC Color 89, Proceedings of the 6th Congress*, 2 vols. (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color).
- . 1993. *AIC Colour 93, Proceedings of the 7th Congress*, 3 vols. (Budapest: Hungarian National Colour Committee).
- AICHER, Otl. 1991. “La imagen”, en *El mundo como proyecto* (Barcelona: Gustavo Gili).
- ALBERS, Josef. 1963. *Interaction of color* (New Haven, Connecticut: Yale University Press). Trad. española por Luisa Balseiro, *La interacción del color* (Madrid: Alianza, 1979).
- ALBERTI, Leon Battista. 1435. *De pictura*. Traducción inglesa por J. R. Spencer, *On painting* (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1956).
- ALBERT-VANEL, Michel. 1983. “Colour chart measures in the planets colour system”, en AIC 1983, vol. 1 (Estocolmo: Scandinavian Colour Institute, Colour Report F26).
- . 1995. “The planetary colour system. Methodology and applications”, en *Aspects of colour*, ed. H. Arnkil y E. Hämäläinen (Helsinki: University of Art and Design), 31-41.
- . 1997. “Description of the planetary colour system”, en *AIC Color 97, Proceedings of the 8th Congress of the International Color Association* vol. 2 (Kyoto: The Color Science Association of Japan), 683-686.
- ALBRECHT, Hans J. 1993. “Visuelle Ordnung des Farbenraumes - Bildräume konkreter Malerei”, en AIC 1993, vol. A, 79-87.
- ARISTOTELES. i.384-322 a.C. *Peri aistheseos kai aistheton*. Trad. inglesa, “On sense and sensible objects”, en *On the soul, Parva naturalia, On breath*, edición bilingüe griego-inglés por W. S. Hett (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1957).
- . 350 a.C. *Rhetoriké*. En español, *Retórica* (Madrid: Instituto de Estudios Políticos, 1953).
- ARNHEIM, Rudolf. 1957. *Art and visual perception* (Berkeley, California: University of California Press). Trad. española por Rubén Masera, *Arte y percepción visual* (Buenos Aires: Eudeba, 1987).
- . 1985. *El pensamiento visual* (Buenos Aires: Eudeba).
- ASTM (American Society for Testing Materials). 1990. “Standard guide for selection of geometric conditions for measurement of reflection and transmission properties of materials”, Standard E 179.
- . 1990a. “Standard test method for visual evaluation of gloss differences between surfaces of similar appearance”, Standard D 4449.
- . 1996. *ASTM standards on color and appearance measurement*, 5ta ed. (Filadelfia, Pennsylvania: ASTM)
- BARTHES, Roland. 1970. “Recherches rhétoriques”, *Communications* 16. Trad. española, *Investigaciones retóricas, I. La antigua retórica* (Buenos Aires: Tiempo Contemporáneo, 1972).
- BENSON, William. 1868. *Principles of the science of colour concisely stated to aid and promote their useful application in the decorative arts* (Londres: Chapman & Hall).
- BERLIN, Brent, y Paul KAY. 1969. *Basic color terms: Their universality and evolution* (Berkeley: University of California Press).
- BERTIN, Jacques. 1967. *Semiologie graphique, les diagrammes, les réseaux, les chartes* (París: Gauthiers-Villars de Mouton).
- . 1970. “La graphique”, *Communications* 15. Trad. española por Marie Thérèse Cevasco, “La gráfica”, en *Análisis de las imágenes* (Buenos Aires: Tiempo Contemporáneo, 1972), 215-236.
- BILLMEYER (Jr.), Fred W. 1981. “On the geometry of the OSA Uniform Color Scales committee space”, *Color Research and Application* 6 (1), 34-37.
- . 1987. “Survey of color order systems”, *Color Research and Application* 12 (4), 173-186.

- . 1987a. *AIC Annotated bibliography on color order systems* (Beltsville, Maryland: Mimeoform Services).
- BIRREN, Faber, ed. 1969. *A grammar of color. A basic treatise on the color system of Albert H. Munsell* (Nueva York: Van Nostrand Reinhold).
- BOHM, David. 1968. "On creativity", *Leonardo* **1**, 137-149.
- BORING, Edwin G. 1942. *Sensation & perception in the history of experimental psychology* (Nueva York: Appleton).
- BOYNTON, Robert M. 1979. *Human color vision* (Nueva York: Holt and Rinehart-Winston).
- BRILL, Michael H. 1994. "The perception of a colored translucent sheet on a background", *Color Research and Application* **19** (1), 34-36.
- BRUSATIN, Manlio. 1987. *Historia de los colores* (Barcelona: Paidós).
- BÜRDEK, B. E. 1994. *Diseño* (Barcelona: Gustavo Gili).
- CAIVANO, José Luis. 1989. "Visual texture as a semiotic system", *Semiotica* **80** (3/4), 239-252.
- . 1990. "Cesia: un sistema de signos visuales complementario del color", *Investigaciones Proyectuales (SIP-FADU-UBA)* **1**, noviembre 1990, 78-93. Versión inglesa, "Cesia: a system of visual signs complementing color", *Color Research and Application* **16** (4), 1991, 258-268.
- . 1990a. "Symbolicity in elementary visual signs", en *Semiotics 1990 & Symbolicity*, parte 2, Proceedings of the International Semioticians' Conference in Honor of Thomas A. Sebeok's 70th Birthday, eds. J. Bernard, J. Deely, V. Voigt y G. Withalm (Lanham, Maryland: University Press of America, 1993), 46-55.
- . 1993. "Semiotics and reality", *Semiotica* **97** (3/4), 231-238. Versión española, "Semiótica y realidad", *Revue de la SAPFESU* **11**, junio-noviembre 1993, 22-29.
- . 1993a. "Appearance (cesia): variables, scales, solid", en *AIC 1993*, vol. B, 89-93. Reimpreso en *Die Farbe* **39** (1/6), 1993, 115-125.
- . 1994. "Color y sonido: correlación sobre bases físicas y psicofísicas", en *ArgenColor 1992, Actas del 1º Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color-INTI, 1994), 27-40. Versión inglesa, "Color and sound: physical and psychophysical relations", *Color Research and Application* **19** (2), 126-133.
- . 1994a. "Apariencia (cesia): formación de escalas a partir de discos giratorios", en *ArgenColor 1992, Actas del 1º Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 1994), 90-105. Versión inglesa, "Appearance (cesia): construction of scales by means of spinning disks", *Color Research and Application* **19** (5), 1994, 351-362.
- . 1994b. "Sidelights on visual texture", *Leonardo* **27** (2), 123-124.
- . 1994c. "Towards an order system for visual texture", *Languages of Design* **2** (1), 59-84.
- . 1996a. "Cesia: su relación con el color a partir de la teoría tricromática", en *ArgenColor 1994, Actas del 2º Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 81-90. Versión inglesa, "Cesia: Its relation to color in terms of the trichromatic theory", *Die Farbe* **42** (1/3), 1996, 51-63.
- . 1998. "Symmetry in color order systems", en *Order/Disorder, Book of Extended Abstracts, 4th Congress of the International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry*, parte 1 (Haifa, Israel: Technion, 1998), 10-13. Versión española, "Simetría en los sistemas de ordenamiento del color", en *ArgenColor 1998, Actas del 4º Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 2000), 253-258.
- . 1999. "La representación visual del movimiento: del caos al orden a través de la semiosis", en *Caos e ordem na mídia, cultura e sociedade*, eds. L. Santaella e I. Machado, ed. especial N° 3 de la revista FACE, con ponencias del 3º Congreso Internacional Latinoamericano de Semiótica (San Pablo: Pontificia Universidade Católica, FAPESP), 56-64.
- . 1999a. "Evaluation of appearance by means of color and cesia: Visual estimation and comparison with atlas samples", en *AIC Midterm Meeting 1999, Proceedings* (Varsovia: Central Office of Measures), 85-92. Versión española, "Evaluación de la apariencia por medio del color y la cesia: estimación visual y comparación con muestras de los atlas", en

- ArgenColor 2000, Actas del 5° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 2002), 411-416.
- CAIVANO, José Luis, y Claudio F. GUERRI. 1986. "Arquitectura, diseño y teoría de la delimitación espacial", ponencia al 1° Congreso de la Asociación Argentina de Semiótica, La Plata.
- CAIVANO, José Luis, y Patricia DORIA. 1997. "An atlas of cesia with physical samples", en *AIC Color 97, Proceedings of the 8th Congress of the International Color Association* vol. 1 (Kyoto: The Color Science Association of Japan), 499-502. Versión española, "Un atlas de cesia con muestras físicas", en *ArgenColor 1998, Actas del 4° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 2000), 259-262.
- CAIVANO, José Luis, y Mabel A. LÓPEZ. 1998. "El movimiento como signo en el proceso de visión", en *Semiotica da arte, Teorizações, análises e ensino, Publicações do IV Congresso da Associação Internacional de Semiótica Visual*, vol. 2, ed. A. de Oliveira e Y. Fechine (San Pablo: Hacker Editores), 133-143.
- CAIVANO, José Luis, y Julieta GARAVAGLIA. 2002. "La utilización de la cesia en el diseño tipográfico", en *ArgenColor 2000, Actas del 5° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 321-328.
- CAIVANO, José Luis, Ingrid MENGHI y Nicolás IADISERNIA. 2005. "Cesia and paints: an atlas of cesia with painted samples", en *AIC Color 2004, Proceedings*, ed. J. Caivano, versión electrónica en www.fadu.uba.ar/sicyt/color/aic2004.htm, págs. 113-117. Versión española, "Un atlas de cesia con muestras pintadas", en *ArgenColor 2004, Actas del 7° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, 2006), 11-15.
- CARRAHER, R. G., y J. B. THURSTON, eds. 1966. *Optical illusions and the visual arts* (Nueva York: Reinhold Publishing).
- CASSIRER, Ernst. 1944. *An essay on man* (New Haven, Connecticut: Yale University Press).
- CERRATO, Elda. 1996. "Una revisión de los aspectos teóricos y técnicos de los estudios sobre color", en *ArgenColor 1994, Actas del 2° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 13-18.
- . 2002. "Objetivos generales y específicos para una adecuada propuesta en la enseñanza del color en los niveles terciario y universitario", en *ArgenColor 2000, Actas del 5° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 37-44.
- . 2004. "Cultura y combinatorias de color: cómo la cultura condiciona armonías, preferencias, recomendaciones, leyes estéticas en las combinatorias del color", en *ArgenColor 2002, Actas del 6° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 27-34.
- CHAGUE, María M., M. L. F. de MATTIELLO y Silvia PESCIO. 2000. "Reconocimiento formal de isotipos cromáticos", en *ArgenColor 1998, Actas del 4° Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 153-158.
- CHALMERS, Alan F. 1982. *What is this thing called science?*, 2da ed. corr. y aum. (Australia: University of Queensland Press). Trad. española por Eulalia Pérez Sedeño y Pilar López Máñez, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (Madrid: Siglo XXI, 1984).
- CHAMBERLIN, Gordon J. 1951. *The CIE international colour system explained* (Salisbury, Inglaterra: The Tintometer).
- CHAVES, Norberto. 1988. *La imagen corporativa* (Barcelona: Gustavo Gili).
- CHEVREUL, Michel Eugène. 1839. *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés considéré d'après cette loi dans ses rapports avec la peinture* (París: Pitois-Levrault). Edición inglesa por Faber Birren, *The principles of harmony and contrast of colors and their applications to the arts* (West Chester, Pennsylvania: Schiffer Publishing, 1987).
- CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). 2001. *Proceedings of the CIE Expert Symposium 2000 "Extended Range Colour Spaces"* (Viena: CIE, Publ. X021).
- COSTA, Joan. 1989. "Imagen global", en *Enciclopedia del diseño* (Barcelona: CEAC).
- . 1992. *Identidad corporativa y estrategia de empresa* (Barcelona: CEAC).
- DA POS, Osvaldo. 1990. *Trasparenze* (Italia: Icone).

- . 1995. “Some comments on the text of the draft-report about visual illusions and effects”. Manuscrito enviado a los miembros del Grupo de Estudio sobre Ilusiones Visuales de la Asociación Internacional del Color. Disponible a pedido.
- DE GRANDIS, Luigina. 1986. *Theory and use of color* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
- DE VALOIS, Russell L. 1970. “Physiological basis of color vision”, en *AIC 1969, Proceedings of the 1st Congress of the International Color Association*, vol. I, (Göttingen: Muster-Schmidt), 29-47.
- DEELY, John. 1990. *Basics of semiotics* (Bloomington: Indiana University Press). Trad. española por J. Caivano, *Los fundamentos de la semiótica* (México: Universidad Iberoamericana, 1996).
- DÉRIBÉRÉ, Maurice. 1958. *La couleur dans les activités humaines*, 2a ed. (París: Dunod, 1959). Trad. española, *El color en las actividades humanas* (Madrid: Tecnos, 1964).
- DONG, Tai-Huo, y Wen-Ying JIN. 1989. “The discoveries of color specification, color blindness and opponent theory of color vision in ancient Chinese literature”, en *AIC 1989*, vol. 2, 253-255.
- DURAND, Jacques. 1970. “Rhétorique et image publicitaire”, *Communications* 15. Trad. española por Marie Thérèse Cevasco, “Retórica e imagen publicitaria”, en *Análisis de las imágenes* (Buenos Aires: Tiempo Contemporáneo, 1972), 81-115.
- DÜTTMANN, Martina, Friedrich SCHMUCK y Johannes UHL. 1980. *Farbe im Stadtbild* (Berlín: Archibook). Traducción española por R. Ribalta Ribalta, *El color en la arquitectura* (Barcelona: Gustavo Gili, 1982).
- ECO, Umberto. 1968. *La struttura assente* (Milán: Bompiani). Trad. española por F. Serra Cantarell, *La estructura ausente* (Barcelona: Lumen, 1978).
- EISENSTEIN, Sergei. 1958. *La forma en el cine* (Buenos Aires: Losange).
- EVANS, Ralph M. 1948. *An introduction to color* (Nueva York: John Wiley & Sons).
- . 1974. *The perception of color* (Nueva York: John Wiley & Sons).
- FABRIS, S., y R. GERMANI. 1972. *Colore, disegno ed estetica nell'arte grafica* (Turín: SEICITS R/GEC). Trad. española, *Color, proyecto y estética en las artes gráficas* (Barcelona: Edebé, 1973).
- FORSIUS, Sigfrid. 1611. *Physica*, manuscrito en la Biblioteca Real, Estocolmo. Publicado en *Acta Bibliothecae Stockholmiensis*, 1971.
- FRENCH, A. P., y P. J. KENNEDY, eds. 1985. *Niels Bohr: A centenary volume* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).
- GAGE, John. 1993. *Color and culture: practice and meaning from antiquity to abstraction* (Londres: Thames and Hudson). Traducción española por A. Gómez Cedillo y R. Jackson Martín, *Color y cultura: la práctica y el significado del color de la antigüedad a la abstracción* (Madrid: Siruela, 1993).
- GERRITSEN, Frans. 1975. *Het fenomeen kleur* (De Bilt, Holanda: Cantecler). Traducción española por E. Sans, *Color. Apariencia óptica, medio de expresión artística y fenómeno físico* (Barcelona: Blume, 1976).
- . 1989. “Color perception space ‘Gerritsen’ with the three component values and with the opponent values”, en *AIC 1989*, vol. II, 153-155.
- GERRITSEN, Léonie E. M., Charles M. M. DE WEERT y Johan WAGEMANS. 1995. “Depth and orientation through surface transparency”, *Color Research and Application* 20 (3), 179-190.
- GIBSON, James J. 1950. *The perception of the visual world* (Boston: Houghton Mifflin).
- GOETHE, Johann Wolfgang von. 1808-1810. *Zur Farbenlehre* (Tübingen: Cotta). Trad. inglesa por Charles Lock Eastlake: *Goethe's Theory of colours* (Londres: John Murray, 1840). Reimpreso con una introducción por Deane B. Judd (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1970). Trad. española, *Teoría de los colores* (Buenos Aires: Poseidón, 1945).
- GONZÁLEZ RUIZ, Guillermo. 1986. *Diseño gráfico y comunicación visual* (Buenos Aires: Secretaría de Extensión, FADU-UBA).
- GRAHAM, C. H., ed. 1965. *Vision and visual perception* (Nueva York: Wiley & Sons).

- GRASSMANN, Hermann Günter. 1853. "Zur Theorie der Farbenmischung", *Poggendorf Annalen der Physik und Chemie* **89**, 69-84. Traducción inglesa, "On the theory of compound colors", *Philosophical Magazine* **S.4**, **7** (45), abril 1854, 254-264.
- GRAVES, Maitland. 1941. *The art of color and design* (Nueva York: McGraw-Hill).
- GREEN-ARMYTAGE, Paul. 1989. "Colour and other aspects of appearance", ponencia a la Second National Conference of the Colour Society of Australia, octubre 1989. Publicada en *Spectrum, Newsletter of the Colour Society of Australia* **6** (3), 1992, 1-11.
- . 1989a. "Colour's third dimension", en *AIC* 1989, vol. II, 36-38.
- . 1993. "Tincture - a new/old word for the appearance of things", *The Journal of the School of Design* (Perth, Australia) **2**, 16-23.
- . 1993a. "Future directions for research - Colour combination and total appearance", manuscrito disponible a pedido.
- GREGORY, R. L., y Ernest H. GOMBRICH. 1973. *Illusion in nature and art* (Duckworth).
- GRUPO μ (F. Edeline, J. M. Klinkenberg y P. Minguet). 1992. *Traité du signe visuel. Pour une rhétorique de l'image* (París: Éditions du Seuil). Trad. española por Manuel Talens Carmona, *Tratado del signo visual. Para una retórica de la imagen* (Madrid: Cátedra, 1993).
- GUERRI, Claudio F. 1988. "Architectural design, and space semiotics in Argentina", en *The Semiotic Web 1987*, eds. T. Sebeok y J. Umiker-Sebeok (Berlín: Mouton de Gruyter), 389-419.
- HAILMAN, Jack Parker. 1977. *Optical signals. Animal communication and light* (Bloomington, Indiana: Indiana University Press).
- HALE, William N. 1989. "Color order systems and color notations", en *AIC* 1989, vol. I, 43-51.
- HÅRD, Anders. 1970. "Qualitative attributes of colour perception", en *AIC Color 69, Proceedings of the 1st Congress*, 2 vols. (Göttingen: Muster-Schmidt), 351-368.
- . 2005. Carta personal dirigida al autor, 20 de septiembre de 2005, incluyendo una reseña, comentarios e interpretación del manuscrito de Forsius, el índice completo del mismo, fotocopia del cap. 7 del manuscrito original y traducción inglesa.
- HÅRD, Anders, y Lars SIVIK. 1981. "NCS - Natural Color System: A Swedish standard for color notation", *Color Research and Application* **6** (3), 129-138.
- HÅRD, Anders, Lars SIVIK y Gunnar TONNQUIST. 1996. "NCS, Natural Color System – from concept to research and applications", *Color Research and Application* **21** (3), 180-220.
- HARDT, Michael, y Antonio NEGRI. 2002. *Imperio* (Buenos Aires: Paidós), 14.
- HARRISON, J., y S. BARON-COHEN. 1994. "Synaesthesia: an account of coloured hearing", *Leonardo* **27** (4), 343-346.
- HASEGAWA, T., y M. MURAKAMI. 1993. "Chromatic contrast data showing non-linearity of the u^* - v^* diagram", en *AIC* 1993, vol. B, 19-23.
- HELMHOLTZ, Hermann L. F. 1866. *Handbuch der Physiologischen Optik* (Hamburg: Leopold Voss). Trad. inglesa, *Treatise on physiological optics*, ed. James P. C. Southall (Nueva York: Dover, 1962).
- HERING, Ewald. 1878. *Zur Lehre vom Lichtsinne* (Viena: Carl Gerolds Sohn). Recopilación y traducción por Leo M. Hurvich y Dorothea Jameson, *Outlines of a theory of light sense* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1964).
- HESSELGREN, Sven. 1953. *Colour atlas* (Estocolmo: T. Palmer).
- . 1967. *The language of architecture* (Lund, Suecia: Studentlitteratur). Trad. española por Miguel E. Hall, *El lenguaje de la arquitectura* (Buenos Aires: Eudeba, 1973).
- . 1984. "Why colour order systems?", *Color Research and Application* **9** (4), 220-228.
- HICKERSON, Nancy. 1980. "Naturalness vs. arbitrariness in the domain of color", en *Proceedings of the Semiotic Society of America, 1980*, ed. M. Herzfeld y M. Lenhart (Nueva York: Plenum Press), 217-226.
- HICKETHIER, Alfred. 1952. *Farbenordnung Hickethier* (Hannover: Osterwald).
- . 1963. *Ein-mal-eins der Farbe. Zur Farbenordnung Hickethier; methodische Einführung in die Gesetzmässigkeiten des Farbenraumes un des Farbenmischens* (Ravensburg: Otto Maier). Edición española, *El cubo de los colores* (París: Bouret, 1985).

- HJELMSLEV, Louis. 1943. *Omkring sprogteoriens grundlæggelse* (Copenhague: Ejnar Munksgaard). Trad. inglesa por F. Whitfield, *Prolegomena to a theory of language* (Madison: University of Wisconsin Press, 1961).
- HUNT, Robert W. G. 1965. "Measurement of color appearance", *Journal of the Optical Society of America* **55** (11), 1540-1551.
- HUNTER, Richard S. 1975. *The measurement of appearance* (Nueva York: John Wiley).
- HUNTER, Richard S., y Margaret BURNS. 1969. "Geometric and color attributes of object appearance", en *AIC Color 69, Proceedings of the 1st Congress*, Estocolmo, 9-13 junio 1969, ed. Manfred Richter (Göttingen: Muster-Schmidt, 1970), vol. I, 525-529.
- HUTCHINGS, John B. 1977. "The importance of visual appearance of foods to the food processor and the consumer", en *Sensory properties of foods, Proceedings of the International Symposium*, Weybridge (Londres: Applied Science Publishers), 45-57.
- . 1989. "Colour in folklore, superstition, tradition and legend", en *AIC 1989*, vol. 2, 54.
- . 1993. "International survey on colour in folklore, belief and tradition - a progress report", en *AIC 1993*, vol. C, 153-157.
- . 1993a. "The concept and philosophy of total appearance", en *AIC 1993*, vol. C, 55-59.
- . 1994. *Food colour and appearance* (Glasgow: Blackie).
- . 1995. "The continuity of colour, design, art, and science (I and II)", *Color Research and Application* **20** (5), 296-312.
- HUTCHINGS, John B., y J. J. SCOTT. 1977. "Colour and translucency as food attributes", en *Color 77, Proceedings of the 3rd Congress of the International Colour Association* (Londres: Adam Hilger), 467-470.
- HUTCHINGS, John B., y C. J. GORDON. 1981. "Translucency specification and its application to a model food system", ponencia al Congreso de la Asociación Internacional del Color, Berlín Oeste, septiembre 1981.
- INGENIEROS, José. 1903. *La simulación en la lucha por la vida* (Buenos Aires: Spinelli). Edición revisada (Buenos Aires: Roggero-Ronal, 1952).
- ITTEN, Johannes. 1961. *Kunst der Farbe* (Ravensburg: Otto Maier Verlag). Versión inglesa condensada por Ernst van Hagen, *The Elements of Color*, ed. F. Birren (Nueva York: Van Nostrand Reinhold, 1970).
- JACOBSON, Egbert. 1942. *The color harmony manual and how to use it* (Chicago: Container Corporation of America).
- JACOBSON, Egbert, Walter C. GRANVILLE y Carl E. FOSS. 1948. *Color harmony manual* (Chicago: Container Corporation of America).
- JAKOBSON, Roman. 1985. "Closing statement: Linguistics and poetics", en *Semiotics: An introductory anthology*, R. Innis (ed.). Bloomington: Indiana University Press, 147-175.
- JANNELLO, César V. 1963. "Texture as a visual phenomenon", *Architectural design* **33**, 394-396.
- . 1984. *Fundamentos de teoría de la delimitación* (Buenos Aires: FAU-UBA). Versión francesa, "Fondements pour une sémiotique scientifique de la conformation delimitante des objets du monde naturel", en *Semiotic theory and practice: Proceedings of the 3rd International Congress of the IASS* vol. I, Palermo, Italia, junio 1984, ed. Michael Herzfeld y Lucio Melazzo (Berlín: Mouton de Gruyter, 1988), 483-496.
- JCRI (Japan Color Research Institute). 1991. *PCCS harmonic color charts 201-L*, ed. revisada (Tokio: Japan Color Enterprise).
- JOHANSSON, Tryggve. 1937. *Färg* (Estocolmo: Lindfors Bokförlag AB).
- JOHNSON, Alexander Bryan. 1836. *A treatise on language*, ed. David Rynin (Berkeley: University of California Press, 1947).
- JUDD, Deane B. 1935. "A Maxwell triangle yielding uniform chromaticity scales", *Journal of Research of the National Bureau of Standards* **14**, 41-57.
- JULESZ, Bela. 1971. *Foundations of cyclopean perception* (Chicago: The University of Chicago Press).
- KANDINSKY, Vassily. 1912. *Über das Geistige in der Kunst* (Munich: R. Piper). Trad. española por Genoveva Dieterich, *De lo espiritual en el arte* (Barcelona: Paidós, 1996).

- KANIZSA, Gaetano. 1980. *Gramatica del vedere* (Bologna: Il Mulino). Trad. española por R. Premat, *Gramática de la visión* (Barcelona: Paidós, 1986).
- KANT, Immanuel. 1781. *Kritik der Reinen Vernunft* (Berlín). Trad. española por Manuel Fernández Núñez, *Crítica de la razón pura* (Buenos Aires: El Ateneo, 1950).
- KATZ, David. 1911. *Der Aufbau Der Farbwelt*, 2da ed. de *Die Erscheinungsweisen Der Farben Und Ihre Beeinflussung Durch Die Individuelle Erfahrung* (Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1930). Trad. inglesa, *The world of color* (Londres: Keagan, Paul, Trench, Trubner, 1935).
- KAUFMAN, L. 1974. *Sight and mind* (Nueva York: Oxford University Press).
- KEPES, Gyorgy. 1944. *Language of vision* (Chicago: Paul Theobald and Co.).
- KOBAYASHI, Shigenobu, H. SUZUKI, S. HORIGUCHI y K. IWAMATCHU. 1993. "Classifying 3-color combinations by their associated images on the warm/cool and clear/grayish axes", en *AIC 1993*, vol. C, 32-36.
- KUEHNI, Rolf G. 1991. "On the evolution of the color vision system", *Color Research and Application* **16** (4), 279-281.
- . 2003. *Color space and its divisions: color order from antiquity to the present* (Nueva York: John Wiley & Sons).
- KUHN, Thomas S. 1962. *The structure of scientific revolutions* (Chicago: The University of Chicago Press).
- KÜPPERS, Harald. 1978. *Farben atlas* (Colonia: Du Mont). Edición española con traducción de F. de la Fuente, *Atlas de los colores* (Barcelona: Blume, 1979).
- LADD-FRANKLIN, Christine. 1929. *Colour and colour theories* (Nueva York: Harcourt, Brace & Co.).
- LAKATOS, Imre. 1971. *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, parte de la obra *In memory of Rudolph Carnap*, trad. española por D. Ribes Nicolás (Madrid: Tecnos, 1974).
- LANG, Heinwig. 1983. "Trichromatic theories before Young", *Color Research and Application* **8** (4), 221-231.
- LEONARDO DA VINCI. i.1490-1516. *Trattata della pittura*. Versión española por M. Pittaluga, *Tratado de la pintura* (Buenos Aires: Losada, 1943).
- LIN, Helen, M. Ronnier LUO, Arthur W. S. TARRANT y Hong XU. 1997. "Differences in colour naming between Chinese and British", en *AIC Color 97, Proceedings of the 8th Congress*, vol. I (Kyoto: Color Science Association of Japan), 219-222.
- LIN, Helen, M. Ronnier LUO, L. W. MacDONALD y Arthur W. S. TARRANT. 2001. "A cross-cultural colour-naming study. Part I: Using an unconstrained method", *Color Research and Application* **26** (1), 40-60.
- LÓPEZ, Mabel A. 2000. "Términos básicos de cesía: un modelo lingüístico para el español", en *ArgenColor 1998, Actas del 4º Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 63-67.
- LOZANO, Roberto Daniel. 1978. *El color y su medición* (Buenos Aires: Américalee).
- . 1996. "Sistema Munsell y sistema OSA-UCS", en *ArgenColor 1994, Actas del 2º Congreso Argentino del Color* (Buenos Aires: Grupo Argentino del Color), 129-134.
- LÜ, Ching-Fu. 1997. "Basic Mandarin color terms", *Color Research and Application* **22** (1), 4-10.
- LUCKIESH, Matthew. 1921. *Color and its applications* (Nueva York: Van Nostrand).
- . 1922. *Visual illusions. Their causes, characteristics and applications* (Nueva York: D. Van Nostrand and Constable). Republicación (Nueva York: Dover, 1965).
- LUKE, Joy Turner. 1976. "Toward a new viewpoint for the artist", *Color Research and Application* **1** (1), 23-36.
- MacADAM, David L. 1942. "Visual sensitivities to color differences in daylight", *Journal of the Optical Society of America* **32**, 247-274.
- . 1944. "On the geometry of color space", *Journal of the Franklin Institut* **238**, 195-210.
- MacLAURY, Robert E. 1997. *Color and cognition in Mesoamerica: Constructing categories as advantages* (Austin: University of Texas Press).

- MAGARIÑOS DE MORENTIN, Juan Angel. 1981. *El cuadro como texto: Aportes para una semiología de la pintura* (Buenos Aires: Tres Tiempos).
- . 1984. *Del caos al lenguaje* (Buenos Aires: Tres Tiempos).
- MAGARIÑOS DE MORENTIN, Juan Angel, y José Luis CAIVANO. 1996. “Spatial semiosis in architecture: Descriptive and generative analysis”, *Semiotica* **110** (1/2), 127-144.
- MAXWELL, James Clerk. 1860. “On the theory of compound colours, and the relations of the colours of the spectrum”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **150** (part I), 57-84.
- MAYER, Tobias. 1758. *De affinitate colorum commentatio* (Göttingen, manuscrito). Publicación póstuma en *Opera inedita Tobiae Mayeri*, ed. G. Ch. Lichtenberg, vol. I (Göttingen: Dieterich, 1775). Trad. inglesa por A. Fiorentini, con comentarios por B. B. Lee, “On the relationships between colors”, *Color Research and Application* **25** (1), 2000, 66-74.
- McCAMY, Calvin S. 1998. “On the number of discernible colors”, *Color Research and Application* **23** (5), 337.
- METELLI, Fabio. 1974. “The perception of transparency”, *Scientific American* **230** (4), abril, 90-98.
- MIGUNOV, A., y T. PERTSEVA. 1994. “From *Elements of painting* towards synaesthesia”, *Languages of Design* **2** (1), 7-11.
- MORRIS, Charles. 1938. “Foundations of the theory of signs”, en *Encyclopedia of unified science* vol. 1 N° 2, ed. Otto Neurath (Chicago: The University of Chicago Press).
- MÜLLER, Aemilius. 1962. *Swiss colour atlas 2541* (Winterthur, Suiza: Chromos).
- MUNARI, Bruno. 1985. *Diseño y comunicación visual* (Barcelona: Gustavo Gili).
- MUNSELL, Albert H. 1905. *A color notation*, 1a-4a ed. (Boston: Ellis), 5a ed. en adelante (Baltimore, Maryland: Munsell Color Company, 1946).
- . 1921. *A grammar of color* (Mittineague, Massachusetts: Strathmore Paper Company).
- MUNSELL COLOR CO. 1976. *Munsell book of color* (Baltimore, MD: Munsell Color).
- NEMCSICS, Antal. 1980. “The Coloroid color system”, *Color Research and Application* **5** (2), 113-120.
- . 1987. “Color space of the Coloroid color system”, *Color Research and Application* **12** (3), 135-146.
- . 1988. *Coloroid colour atlas* (Budapest: Innofinance).
- . 1990. *Szindinamika* (Budapest: Akadémiai Kiadó). Traducción inglesa por G. Nagy, *Colour dynamics* (Budapest: Akadémiai Kiadó, 1993).
- . 1993. “Colour and order”, en AIC 1993, vol. A, 117-128.
- . 1993a. “Munsell to Coloroid transformation”, en AIC 1993, vol. B, 209-217.
- NEWTON, Isaac. 1704. *Opticks: or, a treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light* (Londres: Smith and Walford). Reedición basada en la 4ta ed. de 1730 (Nueva York: Dover Publications, 1952).
- NICKERSON, Dorothy. 1981. “OSA Uniform Color Scale samples: a unique set”, *Color Research and Application* **6** (1), 7-33.
- OBERASCHER, Leonhard. 1993. “The language of colour”, en AIC 1993, vol. A, 137-140.
- OGDEN, C., e I. RICHARDS. 1953. *The meaning of meaning* (Nueva York: Harcourt, Brace & Co.).
- OSA (Optical Society of America), Committee on Colorimetry. 1953. *The science of color* (Nueva York: Crowell).
- OSTWALD, Wilhelm. 1917. *Der Farbatlas* (Leipzig: Unesma).
- PARKHURST, Charles, y Robert L. FELLER. 1982. “Who invented the color wheel?”, *Color Research and Application* **7** (3), 217-230.
- PARRET, H. 1994. “Peircean fragments on the aesthetic experience”, en *Peirce and value theory*, H. Parret (ed.). Amsterdam: J. Benjamins, 179-190.
- PEIRCE, Charles Sanders. 1868. “Questions concerning certain faculties claimed for man”, en *Writings of Charles S. Peirce. A Chronological Edition*, vol. 2 (Bloomington: Indiana University Press, 1984).

- . 1860-1908. *The collected papers of Charles Sanders Peirce*, 8 vols., vols. 1-6 ed. Charles Hartshorne y Paul Weiss (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1931-1935). En los envíos en texto, el número antes del punto indica el volumen y el número después del punto indica el párrafo.
- POINTER, Michael R. 1981. "A comparison of the CIE 1976 colour spaces", *Color Research and Application* **6** (2), 108-118.
- . 1998. "On the number of discernible colours", *Color Research and Application* **23** (5), 337.
- POINTER, Michael R., y G. G. ATTRIDGE. 1998. "The number of discernible colours", *Color Research and Application* **23** (1), 52-54.
- POPE, Arthur. 1929. *An introduction to the language of drawing and painting* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).
- . 1949. *The language of drawing and painting* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).
- POPE, Arthur, Howard T. FISHER y James M. CARPENTER. 1974. *Color in art* (Cambridge, Massachusetts: Fogg Art Museum, Harvard University).
- POPPER, Karl R. 1935. *Logik der Forschung* (Viena). Trad. española a partir de la versión inglesa por Víctor Sánchez de Zabala, *La lógica de la investigación científica* (Madrid: Tecnos, 1962).
- PRETORIUS, J. D., y O. MOLNAR. 1993. "The effect of colour and colour contrast on lexical comprehension", en AIC 1993, vol. C, 137-140.
- PRIDMORE, Ralph. 1992. "Music and color: relations in the psychophysical perspective", *Color Research and Application* **17** (1), 57-61.
- PRIETO, Luis J. 1975. *Pertinence et pratique. Essai de sémiologie* (París: Minit). Trad. castellana por J. Garay Escoda, *Pertinencia y práctica. Ensayos de semiología* (Barcelona: Gustavo Gili, 1977).
- RANDEL, D., ed. 1986. *The new Harvard dictionary of music* (Cambridge, MA: Harvard University Press).
- RICHTER, Klaus. 1993. "Chromaticity diagrams, blackness and whiteness", en CIE 1993, 79-84ss.
- RICHTER, Manfred. 1952. "Das System der DIN-Farbenkarte", *Die Farbe* **1**, 85-98.
- . 1955. "The official German standard color chart", *Journal of the Optical Society of America* **45**, 223-226.
- . 1971. "La tavola tedesca dei colori DIN 6164", *Der Pelikan* **73**, número especial, "Colore", 7-14.
- RICHTER, Manfred, y Klaus WITT. 1986. "The story of the DIN color system", *Color Research and Application* **11** (2), 138-145.
- ROBERTSON, Alan R. 1993. "Principles of colour order systems", en AIC 1993, vol. A, 149-153.
- . 1993a. "Overview of sixty years of CIE colorimetry", en CIE 1993, 3-6.
- . 1993b. "Review of experiments leading to and properties of the 1931 and 1964 standard observer", en CIE 1993, 46-47.
- ROQUE, Georges. 1997. *Art et science de la couleur: Chevreul et les peintres, de Delacroix à l'abstraction* (Nimes: Jacqueline Chambon).
- ROSS, Denman Waldo. 1912. *On drawing and painting* (Boston: Houghton Mifflin).
- RUNGE, Philipp Otto. 1810. *Die Farbenkugel, oder Konstruktion des Verhältnisses aller Mischung der Farben zu einander, und ihred vollständiger Affinität* (Hamburgo: F. Perthes).
- SAINT-MARTIN, Fernande. 1987. *Sémiologie du langage visuel* (Montréal: Presses de l'Université du Québec). Trad. inglesa, *Semiotics of visual language* (Bloomington: Indiana University Press, 1990).
- SANZ, Juan Carlos. 1985. *El lenguaje del color* (Madrid: Hermann Blume).
- SCHWARZ, Andreas. 1992. "Christian Dopplers Kugeloctant von 1847 – ein vergessenes Farbsystem", *Die Farbe* **38** (1/3), 49-81.
- . 1992a. "Psychologische Farbsysteme von Hering bis NCS", *Die Farbe* **38** (4/6), 141-177.

- . 1995. “Physikalisch begründete Farbsysteme”, *Die Farbe* **41** (1/3), 31-60.
- SEBEOK, Thomas A. 1976. *Contributions to the doctrine of signs* (Bloomington, Indiana: Indiana University, y Lisse: The Peter de Ridder Press).
- . 1991. *A sign is just a sign* (Bloomington, Indiana: Indiana University Press).
- . 1991a. *Semiotics in the United States* (Bloomington: Indiana University Press).
- SEGAWA, Kaori, Ichiro KURUKI y Keiji UCHIKAWA. 1997. “Categorical color perception in peripheral visual field”, en *AIC Color 97, Proceedings of the 8th Congress*, vol. I (Kyoto: Color Science Association of Japan), 243-246.
- SÈVE, Robert. 1993. “Problems connected with the concept of gloss”, *Color Research and Application* **18** (4), 241-252.
- SHORT, Thomas. 1988. “The growth of symbols”, *Cruzeiro Semiotico*, enero 1988, 81-87.
- SILVESTRINI, Narciso, Ernst Peter FISCHER y Klaus STROMER. 1998. *Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft* (Colonia: DuMont).
- SIS (Swedish Standards Institution). 1979. *NCS colour atlas*, Swedish Standard SS 01 91 02 (Estocolmo: SIS). 3ra ed., 1996.
- SIVIK, Lars. 1989. “Research on the meanings of color combinations”, en *AIC 1989*, vol. II, 130-133.
- . 1993. “Systems for descriptive colour notations - implications of definitions and methodology”, en *AIC 1993*, vol. A, 89-94.
- SPILLMANN, Werner. 1985. “Color order systems and architectural color design”, *Color Research and Application* **10** (1), 5-11.
- . 1993. “Philip Otto Runge - ancestor of 20th century colour order systems”, en *AIC 1993*, vol. C, 60-64.
- . 2001. *Zum 100. Geburtstag von Dr. Aemilius Müller (1901-1989). Tausende von handgefärbten Farbmustern* (Wallisellen, Suiza: Applica, Sonderdruck).
- . 2001a. *Farbskalen – Farbkreise – Farbsysteme* (Wallisellen, Suiza: Applica, Sonderdruck).
- . 2004. “Moses Harris’s *The Natural System of Colours* and its later representations”, *Color Research and Application* **29** (5), 333-341.
- STROMER, Klaus. 2002. *Farbsysteme* (Colonia: DuMont).
- STROMER, Klaus, y Urs BAUMANN. 1996. *Color systems in art and science* (Konstanz: Regenbogen).
- TAFT, Charles, y Lars SIVIK. 1993. “Do you mean blue when you say blå? Cross national comparisons of color naming in a color appearance space”, en *AIC 1993*, vol. C, 114-115.
- TOLANSKI, S. 1964. *Optical illusions* (Oxford: Pergamon Press, 1967).
- TONNQUIST, Gunnar. 1989. “Colour order systems and colour atlases”, en *AIC 1989*, vol. 2, 162- 165.
- . 1993. “25 years of colour with the AIC -and 25000 without”, *Color Research and Application* **18** (5), 353-365.
- . 1993a. “Reference points in colour systems”, en *AIC 1993*, vol. C, 65-68.
- UCHIKAWA, Keiji, y Robert M. BOYNTON. 1987. “Categorical color perception of Japanese observers: comparison with that of Americans”, *Vision Research* **27**, 1825-1833.
- VELTRUSKY, Jiri. 1976. “Some aspects of the pictorial sign”, en *Semiotics of art*, L. Matejka e I. Titunik, eds. (Cambridge, MA: The MIT Press).
- VERNON, Magdalen. 1962. *The psychology of perception* (Harmondsworth, Inglaterra: Penguin).
- VILLALOBOS-DOMÍNGUEZ, Cándido, y Julio VILLALOBOS. 1947. *Atlas de los colores* (Buenos Aires: El Ateneo).
- WALRAVEN, Pieter L. 1993. “The two-stage colour vision model”, en *AIC Colour 93, Proceedings of the 7th Congress of the International Color Association*, vol. A, (Budapest: Hungarian National Colour Committee), 27-31.
- . 1993a. “Towards a fundamental CIE standard observer”, en *CIE 1993*, 55-57.
- WELLS, Alan. 1980. “Music and visual color: a proposed correlation”, *Leonardo* **13**, 101-107.

- WITTGENSTEIN, Ludwig. 1950. *Bemerkungen über die Farben*. Trad. inglesa por L. McAlister y M. Schättle, *Remarks on colour*, ed. G. E. M. Anscombe (Berkeley: University of California Press, 1977).
- WRIGHT, William D. 1981. "50 years of the 1931 CIE standard observer for colorimetry", *Die Farbe* **29**, 251-272.
- . 1982. "Experimental origins of the 1931 CIE system of colorimetry", *Journal of Coatings Technology* **54**, 65-71.
- . 1982a. "The golden jubilee of colour in the CIE 1931-1981", *Color Research and Application* **7** (1), 12-15.
- YILMAZ, Hüseyin. 1967. "A theory of speech perception", *Bulletin of Mathematical Biophysics* **29**, 793-825.
- YOUNG, Thomas. 1801. "On the theory of light and colours", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 12-48.
- . 1802. "An account of some cases of the production of colours, not hitherto described", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 387-397.
- ZILBERBERG, Claude. 2001. "Synesthésie et profondeur", ponencia al 6° Congreso de la Asociación Internacional de Semiótica Visual, Québec, 14-21 octubre.