

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

PROPIEDADES DE LA LUZ - COLOR

Desde Leonardo a Goethe, la sensación perceptiva y fugaz de los colores no ha hecho sino asociarlos recíprocamente a la luz y a la sombra: figuras originales que tragan o producen los tintes, porque son los colores los que revelan estas apariciones.

Manlio Brusatin

El color no existe sino como cualidad especial de la apariencia de la luz y de los objetos iluminados en función de su pigmentación. Es una percepción creada en la mente del perceptor como resultado de la estimulación de su retina por ondas de cierta longitud reflejadas por el iluminado.

Goethe define el efecto expresivo del color como «las acciones sensibles y morales de los colores».

El color afecta todo lo que vemos y hacemos.

El rojo puede hacernos detener en una esquina, el de las paredes de una habitación determina nuestro estado anímico. Un objeto no se ve igual a la luz de un sol brillante en pleno mediodía que al atardecer, o bajo la luz emitida por un tubo fluorescente.

El color de la fuente luminosa, su intensidad y la posible existencia de otras fuentes que actúen sobre los mismos objetos son elementos a tener en cuenta a la hora de iluminar nuestra escena.

Los colores desencadenan emociones en el ser humano.

La percepción del color de un cuerpo depende de varios factores:

- la composición espectral de la luz que lo ilumina,
- la intensidad de la fuente de luz,
- las propiedades reflectivas o cualidades de su superficie
- la distancia con que se perciba al objeto.

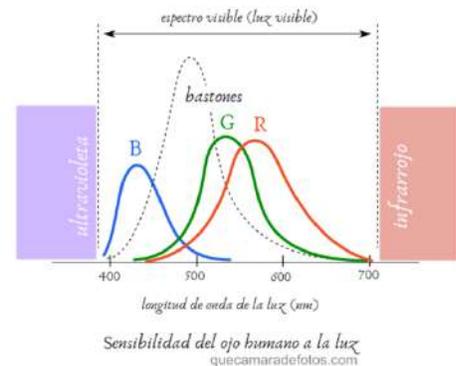
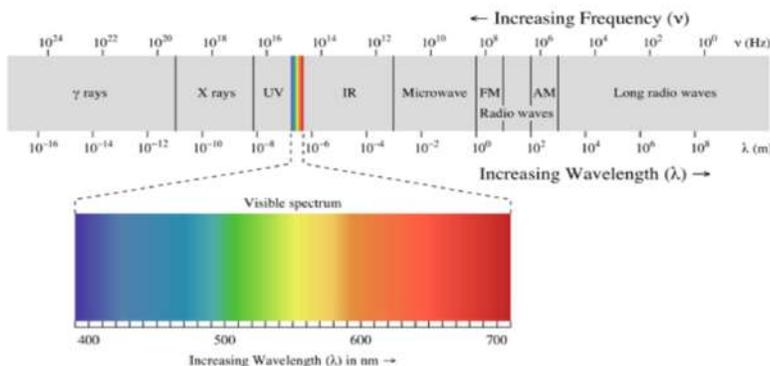
A esto hay que agregar otros factores que también modifican nuestra percepción:

- ciertas longitudes de onda del espectro lumínico que son más visibles que otras,
- las armonías y contrastes del color y cómo se encuentran combinados los colores,
- las sensaciones asociadas al color y
- la temperatura color y la percepción de luz blanca.

Conceptos técnicos sobre color-luz. Su terminología y su clasificación

Repasemos brevemente nuestro sistema perceptivo y algunos conceptos técnicos sobre color-luz.

El sistema óptico del color es inicialmente activado por los conos retinianos, que responden al estímulo de emisión de longitudes de onda entre 380 y 770 nanómetros (el nanómetro –nm– es una medida equivalente a 10⁻⁹ metros).



El pico de sensibilidad para cada uno de los tres tipos de conos es de aproximadamente 420 nm para el color azul-violeta, 530 nm para el verde y 560 nm para el verde amarillento.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Es por convención que a las longitudes de onda cortas, medias o largas se las llame tradicionalmente «azul» (450 a 475 nm), «verde» (475 a 560 nm) y «rojo» (620 a 770 nm).

A esos colores se los denomina «primarios de la luz».

Un solo tipo de cono no es capaz de distinguir entre dos estímulos de dos longitudes de onda diferentes. Esto sucede porque sólo el sistema de percepción del color en su totalidad, con la acción de los tres tipos de conos en simultáneo, puede distinguir entre distintas longitudes de onda y permitir así una visión del color.

Por el tipo de percepción –focal y perimetral– y por la intervención neuronal de los sistemas de colores, no nos es posible discriminar los diversos componentes de la percepción del color como lo hacemos con la música, donde podemos identificar cada sonido que la compone.

Así como lo percibe el ojo, podemos generar todos los colores a través de una combinación aditiva de los tres primarios.

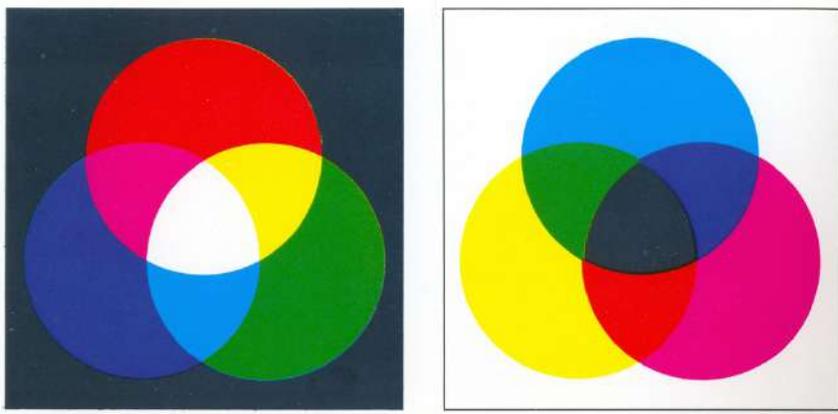
Podemos percibir color espectrales que se definen por su tinte, pero podemos construir colores no espectrales (magenta, por ejemplo) a partir de la mezcla y suma de percepciones que abarcan cualidades de tinte, valor y saturación, lo que nos lleva a elevar nuestra capacidad de discriminación de colores a una gran suma de tonalidades.

Como necesitamos alguna manera de definir un color determinado sin ambigüedad, una posibilidad es hacerlo considerando su longitud de onda, pero esto presenta varios problemas:

1. Solamente los colores puros, como los del arco iris, pueden especificarse de esta forma. La mayoría de ellos son mezclas, por lo cual, hay que agregar el porcentaje de transmisión relativa de cada longitud de onda. De ese modo se definen los filtros de color, pero en superficies reflejantes esta valoración es muy compleja.
2. Dos objetos del mismo color se pueden percibir distintos según la intensidad de la luz que incide sobre ellos: uno, por ejemplo, puede parecer de un azul brillante mientras que el otro, por tener menor intensidad, se ve más oscuro y opaco aunque en ambos casos se trate del mismo azul.
3. Dos objetos del mismo color se pueden percibir distinto según el entorno en el que se encuentren.

Una posibilidad para representar los colores consiste en utilizar los primarios para expresar un color determinado especificando qué cantidad de cada uno interviene en la mezcla. Esto es lo que se conoce como el «sistema RGB», por Red (rojo), Green (verde) y Blue (azul), que es el que emplean los monitores en color, los sistemas de video y los programas gráficos en computadora.

Otro sistema utilizado es el CMY, que recurre al cian, al amarillo (yellow) y al magenta, que son los llamados «secundarios de la luz» y que se obtienen por la adición de dos primarios (el cian es la suma de azul y verde, el magenta de azul y rojo y el amarillo de rojo y verde).

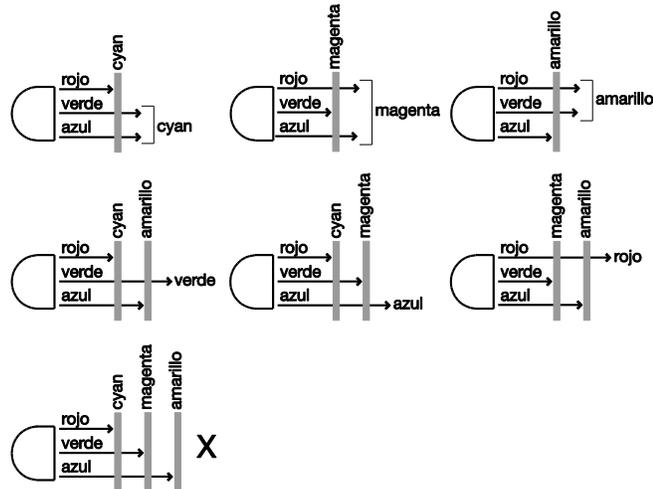
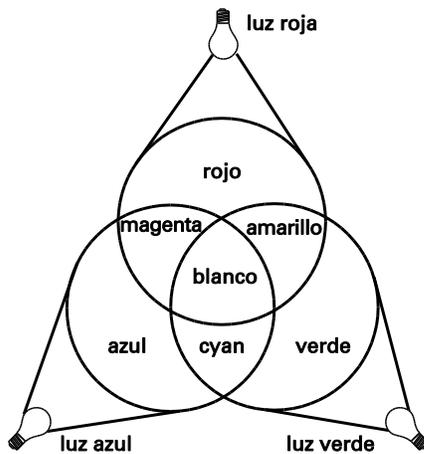


Izq.: Sistema aditivo del color tricromático (tres fuentes de luz).

Der.: Sistema sustractivo del color. Interceptando una única fuente de luz con filtros de color se van sustrayendo colores hasta llegar al negro.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin



La mezcla de colores sustractiva proviene de interceptar la luz mediante filtros que a radiaciones de determinadas longitudes de onda impiden el paso de algunas y dejan pasar otras. En este caso la luz se percibe «del color» de la suma de las radiaciones «pasantes». Los filtros, en general, adquieren el color de la luz correspondiente a las ondas que permite su emisión.

El sistema sustractivo utiliza como base los tres secundarios de la luz y logra, por superposición, ir bloqueando longitudes de onda para obtener así una amplia gama de colores que llega hasta el negro.

Este sistema es utilizado tanto en la impresión gráfica, en impresoras y plotters, como en los equipos de robótica más sofisticados.

Sistema de color opuesto

El código de tres colores de la retina, dado por la sensibilidad química de los conos, pasa a ser traducido por las neuronas en otro sistema de tres canales, diferentes de los anteriores.

Un canal concentra los inputs positivos de todos los conos y lleva exclusivamente la información del estímulo del brillo. Los otros dos canales, llamados «canales opuestos», pueden trasladar señales positivas o negativas. Cada señal tiene un significado diferente. En un canal la señal positiva indica rojo y la negativa verde. En el otro la señal positiva indica amarillo y la negativa azul. Estos colores opuestos en cierta forma responden a los pares de colores primarios pigmentarios: rojo/verde y azul/amarillo.

Ese sistema ha sido expuesto y aplicado por artistas y científicos desde hace más de cien años y sigue siendo así, según lo demuestra nuestra falta de términos para nombrar los ciento cincuenta rangos de color que claramente diferencia nuestro sistema perceptivo.

Complementarios de la luz

Llamamos así a dos o más colores que, combinados por adición, suman blanco y por sustracción, negro. Los tres primarios conforman un grupo complementario, lo mismo sucede con los tres secundarios.

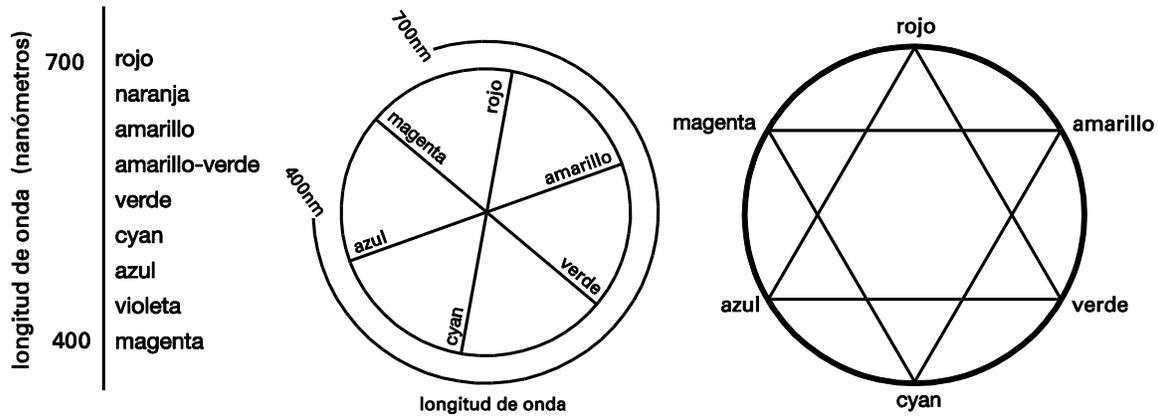
Al ubicar los colores primarios dentro de un círculo distanciados en forma triangular y entre ellos, si colocamos equidistantes los secundarios organizamos un círculo cromático. Los secundarios forman un triángulo invertido en relación con los primarios y quedan posicionados como opuestos:

amarillo (rojo + verde) con azul cian (azul + verde) con rojo magenta (azul + rojo) con verde

Estos pares definen también colores complementarios, ya que cada par es la suma de los tres primarios. En consecuencia, todo color tiene su complementario ubicado en el lado opuesto del círculo cromático.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin



Las fuentes de luz y el color

El color que percibimos en cada objeto es aquel que este no absorbe de la luz blanca y, en consecuencia, refleja. Si la fuente de luz fuera siempre blanca y pura, observaríamos el mismo color sin variaciones y sería percibido de forma similar por todos. Pero la luz no siempre es blanca ni única; generalmente, es cambiante, y las combinaciones de diferentes fuentes de luz, con distintos tonos y colores, hacen que los objetos tengan distintas tonalidades e intensidades.

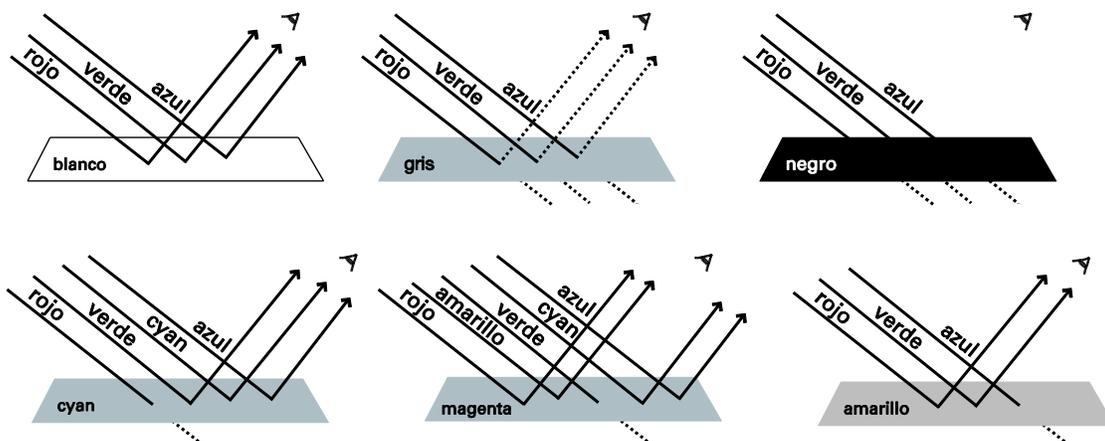
Si un cuerpo tiene la capacidad de reflejar todo el espectro visible y lo ilumina la luz del sol, lo percibiremos blanco. Si la fuente de luz es monocromática de color amarillo (emite sólo esa porción del espectro visible), se lo percibirá amarillo. Si el objeto sólo refleja color rojo, con la luz solar se visualizará rojo, pero una fuente de luz monocromática amarilla (por ejemplo, el sodio baja presión) hará que se visualice negro. Un cuerpo negro que no refleja luz visible se verá negro tanto con la fuente de luz solar como con la amarilla monocromática.

La luz y las superficies reflejantes coloreadas

La mayoría de las neuronas del sistema visual responde mejor al contraste de luminosidad que a los niveles de luminosidad absolutos. Entonces, el brillo que se percibe en un objeto particular depende de los montos relativos de luz reflejados por él y por los otros cuerpos que están a su alrededor.

El color que percibimos en un objeto está influenciado por su entorno.

Nuestro sistema visual no responde simplemente a las longitudes de onda de la luz reflejada en los objetos en cada parte del campo visual, sino que tiende a compensar la fuente de luz. Esa compensación se realiza comparando simultáneamente la composición de cada punto en el campo visual con el promedio de los otros puntos.



LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Además, la textura de la superficie reflejante incide en su luminosidad: cuanto más absorba la luz menor será su luminosidad y cuanto más reflectiva sea, mayor será su luminosidad. En muestras de pintura, un mismo color de terminación brillante se percibe siempre más puro y luminoso que el mismo color con un pigmento opaco. El pigmento funciona como una capa discriminadora de longitudes de onda: refleja unas y absorbe otras. El color percibido es aquel que puede reflejar.

Sistema de clasificación de colores

Nuestra percepción discrimina tres dimensiones o atributos del color, relacionados entre sí: tinte o matiz, intensidad, valor o brillo y saturación.

–Tinte o matiz (en inglés, hue)

Es lo que identifica al color en su distribución en el espectro lumínico de acuerdo a las longitudes de onda emitidas o que puede reflejar una superficie. Refiere a sus características cromáticas y es lo que describimos como verde, violeta, rojo, etc.

Los tres colores primarios de la luz son el rojo, el verde y el azul. Los tres primarios pigmentarios son el amarillo, el azul y el rojo. Los tres secundarios de la luz son el cian, el magenta y el amarillo. Los tres secundarios pigmentarios son el naranja, el verde y el violeta.

–Intensidad, valor o brillo (en inglés, luminance)

Es la cantidad de luz que puede reflejar una superficie en relación con el parámetro blanco/negro, referido a la total claridad y a la total oscuridad.

Una escala de valores tiene como extremos polares el blanco y el negro.

Un gris claro se percibe más brillante que un gris oscuro. Así, podemos evaluar todo tinte por su valor: entre los colores primarios y secundarios, el amarillo es el color más luminoso y el violeta el más oscuro.

–Saturación (en inglés chroma o saturation)

Es la cantidad particular de contenido de un tinte específico en relación con el tinte absoluto. Se refiere al grado de pureza del color, a su intensidad cromática. Desde el punto de vista de las longitudes de onda, el color es más saturado cuánto más se aproxima a la frecuencia fundamental que define el tinte absoluto. Una escala de saturación tiene como polos el color saturado (tinte puro) y el gris equivalente en valor. Un rosa, por ejemplo, es menos saturado que un rojo, y a medida que se aproxima a este aumenta su saturación.

Estas tres dimensiones se pueden expresar mediante un modelo geométrico esférico en forma de doble cono o con otras variantes, según el autor.

El sistema HLS

Una representación gráfica que incluya las tres propiedades anteriores genera el denominado «espacio de color».

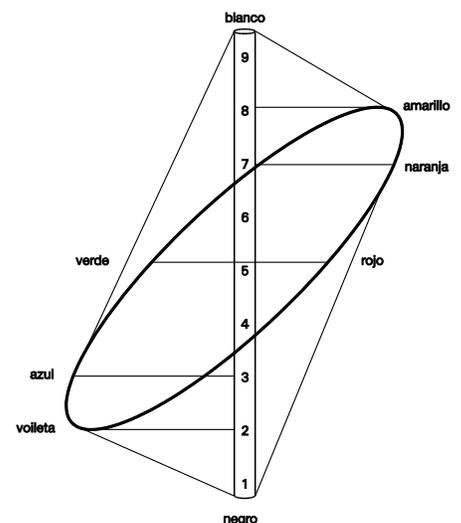
En el perímetro del disco están situados el azul, el violeta, el rojo, el naranja, el amarillo y el verde, separados a 60º uno de otro: cada punto del perímetro describe un color que es mezcla de los dos adyacentes.

Un punto que no esté en el perímetro contendrá una mezcla de todos y la distancia al centro (radio) indicará la saturación del color.

El valor depende de la altura en el doble cono y va del 0 (negro) al 10 (blanco).

Supongamos que, por ejemplo, comenzamos en el perímetro del cono en el ángulo cero (color azul) y nos movemos en línea recta hacia arriba: estamos añadiendo más y más blanco, por lo que pasaremos por un azul claro, un azul pastel casi blanco hasta llegar finalmente a un blanco brillante.

Todos los colores convergen al blanco a medida que avanzamos hacia el vértice superior y hacia el negro a medida que bajamos.



LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

El sistema CIE

En general los modelos hls se refieren más al color pigmento, es decir, al reflejado, que al color de la luz.

El modelo más conocido de color-luz es el de la Commission Internationale de l'éclairage (cie), que simula el efecto tridimensional aunque consiste en una representación plana de los colores producidos por el espectro lumínico.

Para representar todos los colores, la cie definió en 1931 (y reformuló en 1967) tres primarios «ideales», construyendo un diagrama de cromaticidad. Un color dado estaría representado por su ubicación de acuerdo a las cantidades relativas de cada uno de los tres primarios que intervienen en su producción.

Superpuesta al triángulo cuyos vértices son los primarios «ideales», aparece una curva que comprende los colores espectrales que realmente percibimos. Entre el violeta y el rojo «real», en la parte inferior, hay una línea de puntos que conecta las longitudes de onda de 380 y 700 nm. Por debajo de esta línea se sitúan los colores no espectrales, es decir, no visibles al ojo humano. Desde esa línea hacia arriba y hasta los contornos de la curva encontramos la representación de los colores visibles.

El punto W es el blanco producido por la suma en igual cantidad de los tres primarios que se encuentran en estado puro sobre el borde curvo. Este diagrama nos permite comparar colores diferentes y nos indica su apariencia relativa de acuerdo a su posición.

El diagrama de cromaticidad muestra las longitudes de onda en nanómetros (nm) y la energía en electrovoltios (eV). El área comprendida por la línea curva y el segmento punteado incluye todos los colores visibles. Los colores puros espectrales se encuentran sobre el borde curvo.

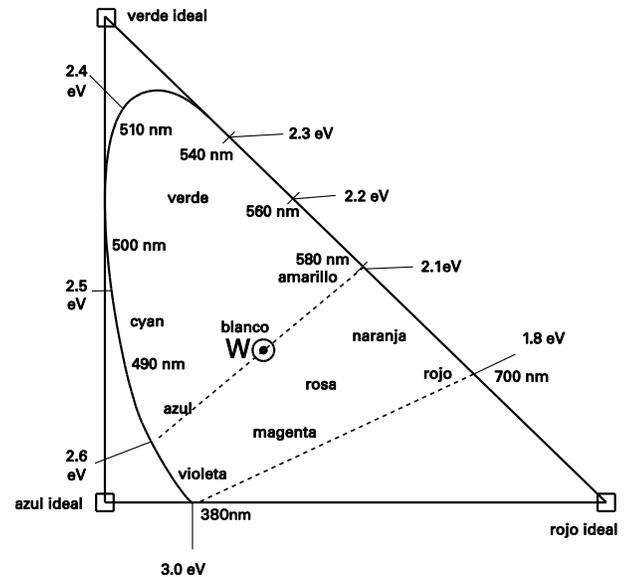
Podemos representar la mezcla de dos espectros lumínicos como un punto de la línea de unión entre dos posiciones de color.

La línea punteada en la figura une un color azul (480 nm) con un amarillo (580 nm). Cada punto de la línea representa un color de toda la gama de colores que van del azul al amarillo.

Al adicionar los colores, la línea sale del azul saturado, atraviesa el azul claro, pasa por el blanco (son colores complementarios) y sigue en el amarillo claro hasta llegar al amarillo saturado. En cada punto se define un porcentaje o cantidad de cada uno de los colores de la mezcla. Todas las líneas que atraviesan el punto W pasan por colores complementarios, ya que su suma es, precisamente, el blanco. Otro ejemplo de complementarios es el par naranja (600 nm)-cian (488 nm).

Si tomamos la línea punteada que une el rojo (700 nm) con el violeta (400 nm) encontraremos todos los púrpuras.

Relacionando los sistemas cie y hls, podemos decir que la longitud de onda dominante que posiciona un color en el diagrama cie nombra el tinte asociado a ese color. Muchos colores tienen un espectro amplio de longitud de onda en su constitución y cuanto más achiquen su espectro a esa longitud de onda dominante, mayor será su saturación.



Temperatura color de las fuentes y espectro cromático

En una publicidad de tubos fluorescentes de la empresa Osram se leía «La luz puede ser blanca, blanca o blanca». Esto hace referencia a diferentes fuentes de luz que, aunque son percibidas como blancas para el ojo, en realidad son muy diferentes entre sí, ya que se trata de un blanco rosado, un blanco azulado y un blanco amarillento. Incluso una lámpara «de luz blanca», cuando atenúamos su intensidad, modifica su color y decimos que la percibimos más «cálida».

Nuestra memoria emotiva asocia directamente nuestras percepciones lumínicas más primarias con diversas intensidades y sensaciones. Una iluminación brillante y de gran intensidad suele estar asociada a un cielo despejado y a colores «fríos», mientras que una iluminación de baja intensidad se asocia a la luz de una vela, al fuego de una chimenea y a colores «cálidos».

La temperatura del color sirve para diferenciar las distintas tonalidades producidas por diferentes fuentes de luz existe y califica el color emitido por una fuente luminosa de acuerdo a un patrón: el llamado «cuerpo negro», una caja negra que absorbe todas las radiaciones. La energía radiante que incide a través de una pequeña abertura es absorbida por

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

las paredes en múltiples reflexiones y solamente una mínima proporción escapa (se refleja) a través de la abertura. Podemos, por tanto, decir que toda la energía incidente es absorbida.

El cuerpo negro varía el color de su emisión luminosa según su temperatura absoluta. La comparación se hace analizando la temperatura que eleva el cuerpo negro hasta alcanzar el mismo color que la fuente de luz analizada. La temperatura del color se mide en grados Kelvin (°K) y su grado cero corresponde a los 273 °C.

La luz solar equivale a 5000°K, el azul de la noche a 100.000°K y el atardecer a 2000°K.

El filamento de la lámpara incandescente se encuentra cerca de los 2800°K. Cada temperatura, en grados Kelvin, está asociada a un color: los más bajos a los cálidos y los más altos a los fríos.

Con la aparición de las lámparas de descarga y semiconductores (led), la relación lineal que mantenía el vínculo de la temperatura-color del cuerpo negro con la emisión luminosa de una fuente de luz se rompe, lo que obliga a utilizar otros parámetros para comparar los colores emitidos. Para la mayoría de las lámparas de descarga y leds se aplica el término de «temperatura color relativa», que denomina a las fuentes de luz cuyo color es cercano pero no exactamente el del cuerpo negro.

Color	Temp. Color °K	Descripción
	30.000	Cielo azul
	10.000	Cielo despejado
Azul	7500	Cielo nublado
	6500	Lámpara fluorescente blanco luz día
	5500	Lámpara flash
	5200	Luz solar directa
Blanco	4500	Lámpara fluorescente blanco frío
	4000	1 h antes/después de la puesta/salida del sol
	3500	Lámpara fluorescente blanco
	3100	Lámparas incandescentes halógenas
	3000	Lámpara fluorescente blanco cálido
Amarillo	2800	Lámpara incandescente tungsteno
	2500	30 min. después/antes de la salida/puesta del sol
Rojo	2000	Salida o puesta del sol
	1800	Luz de la llama de una vela



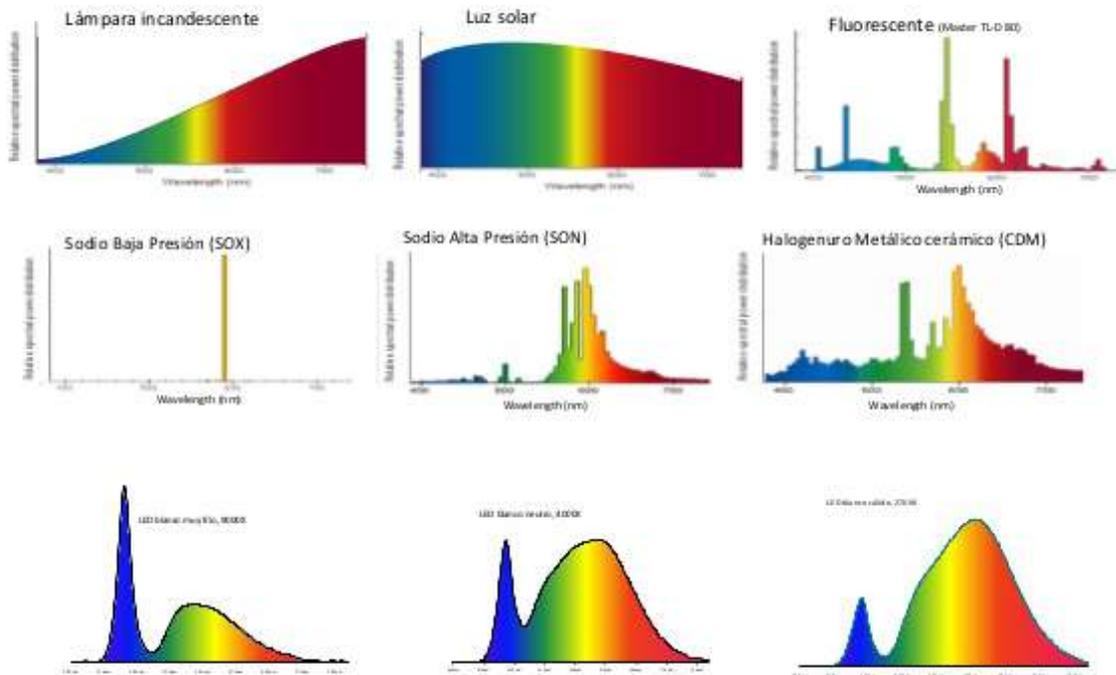
LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Reproducción cromática (Color rendering) (IRC, CRI o Ra)

Intentamos percibir los colores de manera natural, es decir, que se vean tal como los refleja el sol o una lámpara incandescente. Ambas fuentes de luz comparten la característica de formar un espectro continuo en el que en mayor o menor medida se reproducen todas las longitudes de onda visibles.

La luz solar tiene más intensidad en la gama de los azules y la incandescente en la de los amarillos, naranjas y rojos.



<https://www.youtube.com/watch?v=7FVG3tmnm>

La curva de distribución espectral nos da una indicación acerca de cómo va a mostrar los objetos una fuente de luz. Una fuente de espectro continuo produce menos distorsión de color que otra con espectro fragmentado (caso de las lámparas con emisión de descarga de gases).

Hay lámparas con espectro selectivo que intensifican ciertos colores y reducen otros.

Ya son clásicos los tubos fluorescentes que fueron «prohibidos» a los carniceros porque mostraban las carnes más rosadas y frescas que en su apariencia real a la luz del día (Osram Natura de Luxe/76).

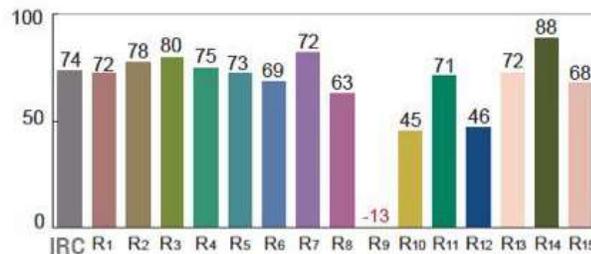
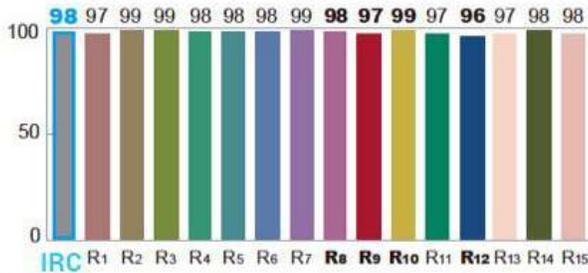
El índice de reproducción cromática (irc) indica el desplazamiento de percepción cromática que produce una fuente de luz comparada con una luz de referencia, que usualmente es la de día. Cuando la reproducción cromática de la fuente de luz es igual a la de referencia, se dice que su índice de reproducción cromática es igual a 100 ($R_a = 100$).

Ciertos tubos fluorescentes de igual temperatura color reflejan el blanco de manera similar y tienen a la vista un color similar. Sin embargo, colocando un elemento de color como modelo, varía sustancialmente su apariencia, según cuál lo ilumine. Dentro de la línea Osram, por ejemplo, el tubo fluorescente Lumilux de Luxe blanco/22, de 4000 °K, tiene un IRC mayor a 90, el Lumilux blanco/21, también de 4000°K de temperatura color, tiene un IRC mayor a 85. El L/20 blanco frío, de la misma temperatura color, tiene un IRC mayor a 76.

En valores mayores a 90 la reproducción cromática es muy buena, en valores mayores a 80 es buena y en los que están por debajo de 80 es pobre. Una tela color rojo oscuro va a mostrar su color casi perfecto iluminado con la primera lámpara, con la siguiente mostrará el color un poco amarronado respecto de su visualización con la otra fuente de luz y posiblemente con la tercera ya pierda sustancialmente su saturación o directamente se la vea marrón.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS
 Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Tipo de lámpara	IRC (en %)	T° color (en °K)
Incandescentes	100	2500 a 2900
Incandescentes de ciclo halógeno	100	2900 a 3100
Fluorescentes según tipos	51 a 95	2700 a 6500
Halogenuros metálicos	70 a 90	4000 a 5600
Sodio blanco	80	2500
Luz mezcla	50 a 60	3600 a 3800
Mercurio alta presión	40 a 60	3300 a 4500
Sodio alta presión	20 (60)	1900 a 2200
Sodio baja presión	0	1800



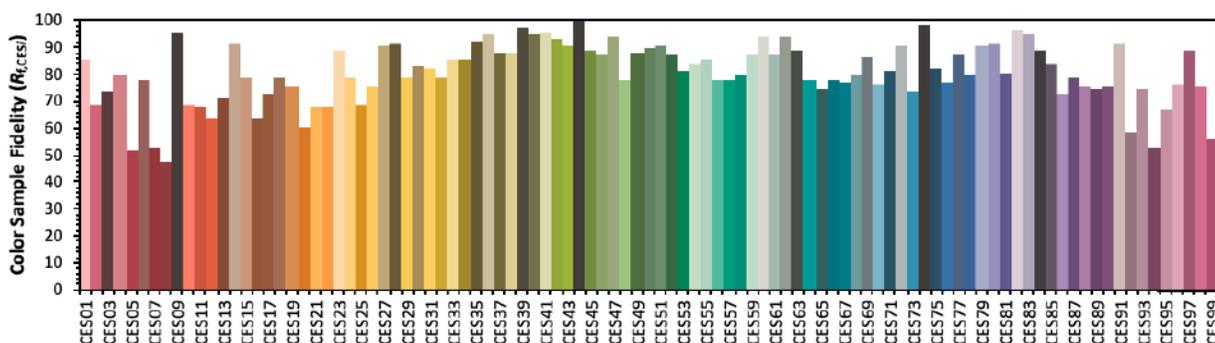
El Índice de Reproducción Cromatica general es la medida de la serie R1 a la R8

Izq: IRC alto. Der: IRC convencional

La tecnología IRC planteaba una serie de deficiencias relacionadas con tomar dos fuentes de referencia: el cuerpo negro, para temperaturas de color menores de 5000K y la luz del día, para temperaturas de color mayores a 5000K. Además utilizaba sólo 8 colores básicos poco saturados.

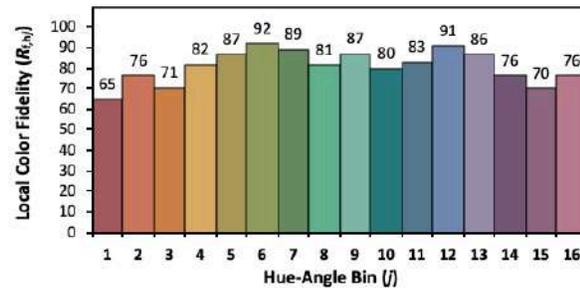
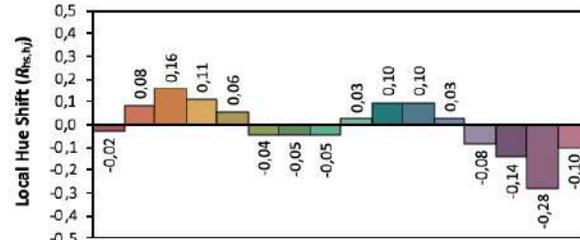
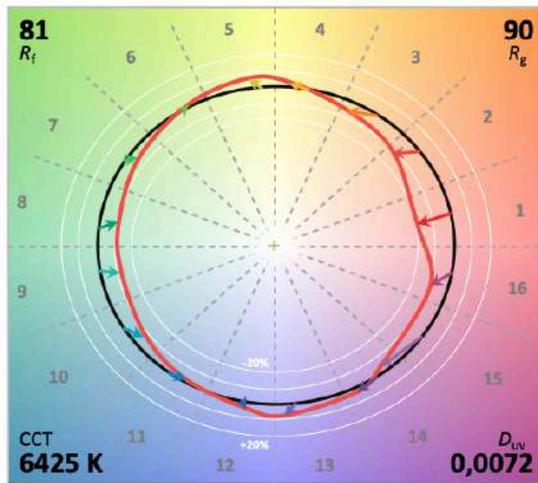
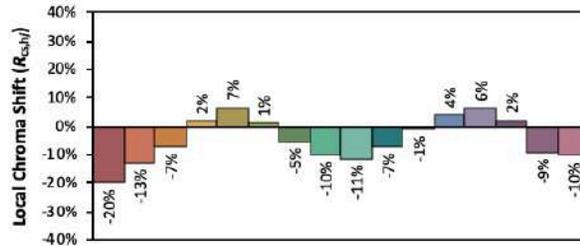
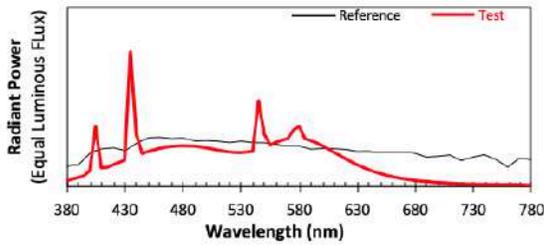
Dado el avance de las tecnologías de fabricación de lámparas y la particular construcción de la tecnología led se optimizó esta medición aumentando los 8 colores básicos a 16, contemplando en una medición las longitudes de onda cercanas al rojo (R9), donde en se aprecian distorsiones en la verificación y mostración de colores, y en algunos casos directamente no aparece, y un adicional de colores de mayor saturación.

Para optimizar estas mediciones y en línea con el sistema de generación de las nuevas fuentes de luz, la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IES) de Estados Unidos publicó una memoria técnica que presenta una nueva metodología para medir el rendimiento de color, llamada TM-30-15 y luego su actualización TM-30-18, utilizando 99 colores. El memorandum aclara que esta evaluación es una aproximación objetiva y estadística, calificando fidelidad de color y areas de gama, y propiedades específicas de matiz (fidelidad, variación de tono, variación de crom) de una fuente de luz utlizando técnicas gráfica y numéricas, no subjetivas.



LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin



Instrutivo de la IES para la medición de fidelidad de color de las fuentes de luz TM-30-18

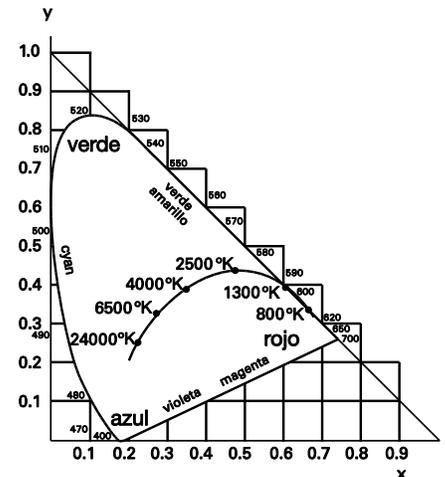
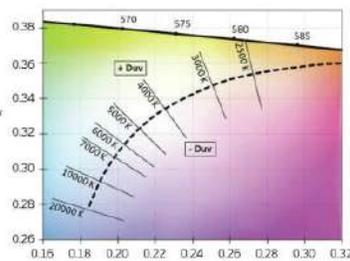
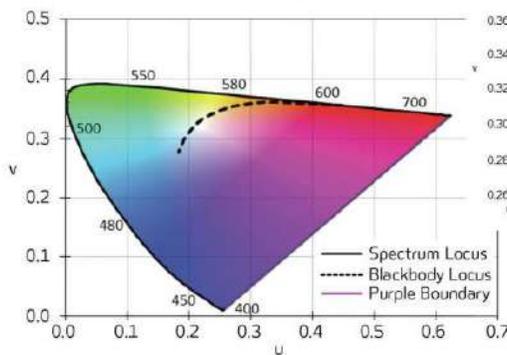
Cómo especificar el color de una lámpara

Hoy día hay dos medidas para describir el color de una fuente de luz: su temperatura color y/o sus coordenadas en el diagrama cie y su índice de reproducción cromática.

Esto se aplica sólo a lámparas de espectro continuo o a aquellas cuyas coordenadas sean cercanas a la curva que representa las mediciones del cuerpo negro. La curva que está indicada en la figura siguiente muestra las diversas temperaturas color que adquiere el blanco, desde el más cálido hasta el más frío.

Las lámparas de descarga de gases, que no poseen un espectro continuo, tienen una medición denominada «temperatura correlativa de color» (CCT por su sigla en inglés) que aproxima la apariencia del color a la referencia de valor absoluto de un espectro continuo.

CIE 1960 (u, v) Chromaticity Diagram



LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Efectos físicos y psíquicos condicionantes de la percepción del color

La adaptación cromática es un proceso en el cual las respuestas de color del sistema visual se modifican en el tiempo en busca de un equilibrio sensible en el campo de visión. La vista humana se adapta rápida y fuertemente a grandes cambios de estímulo. Por ejemplo, si estamos en una habitación con luz incandescente percibimos la luz como blanca. Al salir al exterior la luz del sol nos va a parecer fría (más azulada). Cuando nuestro ojo se adapta, volvemos a percibirla como blanca. Al entrar de nuevo a la habitación, la luz incandescente nos parecerá amarilla hasta que nuestro ojo esté completamente adaptado.

Cuando el ojo está al sol, la sensibilidad máxima es para la emisión de color correspondiente a la longitud de onda de los 555 nm (cerca del amarillo verdoso). La sensibilidad cae a cero en la región ultravioleta e infrarroja y, cuando la luz baja su umbral al mínimo, no se percibe color, ya que los conos requieren de una cantidad importante de emisión de luz para su labor.

Aun en esas circunstancias, transcurrido un lapso de tiempo el ojo, ya funcionando sólo con los bastones, puede percibir mínimas variaciones, pero pierde rápidamente su percepción del espectro hacia el rojo en materia de colores reflejados. En nuestra percepción tridimensional percibimos los colores cálidos más cercanos a nosotros que los fríos. Otro efecto de adaptación es el producido por un sobreestímulo, que consiste en ver una imagen de color sobre un fondo blanco cuando ese fondo reemplaza un color particular que ha sido visto durante un tiempo inmediatamente anterior. Ante el sobreestímulo de un sector del sistema visual, este responde en conjunto tratando de equilibrarse y produce visualmente colores no existentes, en general, el opuesto al percibido.

Cuando miramos largamente luces coloreadas intensas, al moverse nuestra mirada o al cesar el estímulo se genera en nuestro sistema una «imagen póstuma». Esta imagen es un positivo o negativo de la observada, según las condiciones de reactividad de la retina, y su duración depende de la intensidad y duración del estímulo, y del estado de adaptación del ojo.

Cuando en un espacio oscuro aparece de improviso una luz intensa verde que desaparece de inmediato, el sistema perceptivo visualiza alternativamente manchas azules y amarillas. Esta permanencia del fenómeno dada a nivel retinal, una vez que cesó el estímulo, se denomina «perseveración».

Además, el ojo responde de manera discriminada a la fatiga visual producida por sobreestímulo: el rojo es el color que más fatiga genera y el azul el que menos produce.

Sintaxis del color

–Relatividad del color de acuerdo a su sintaxis

La visión percibe por contraste diferencias de intervalos sensibles entre formas y colores. El mismo color en su valor absoluto (la cantidad de diferentes ondas electromagnéticas emitidas) varía su color aparente (el percibido) al estar yuxtapuesto a otro o con un background diferente.

Josef Albers (1888-1976), en su libro La interacción del color, muestra ejemplos de dos colores muy distintos que, situados en entornos particulares, resultan iguales para nuestro sistema perceptivo y el caso de un color que se manifiesta como distinto atravesando dos campos coloreados de forma diferente.

–Equilibrio cromático en la luz y en las superficies reflejantes

La percepción tiende a establecer lo que denominamos «equilibrio cromático». Este se logra cuando el aparato visual se encuentra estimulado en igualdad de condiciones: los conos retinianos son excitados en la misma intensidad. Esto se da sólo en la percepción del blanco y en valores de gris.

En las superficies reflejantes, el gris medio reviste extrema importancia en el equilibrio de los colores por su falta de reverberación cromática y sirve como comprobación del equilibrio cromático de una composición.

Se puede lograr por la misma presencia del gris o por la aparición de colores que estimulen equilibradamente al aparato visual. Poner juntos amarillo, rojo y azul del mismo valor y masa proporcional significa haber realizado una unión de colores equilibrada, en el sentido de que su efecto de conjunto da gris, es decir, no predomina un color sobre otro.

Un objeto de color expuesto en un fondo de su color complementario también produce equilibrio cromático. Las sensaciones de color son más vívidas durante la aparición y desaparición de una luz que cuando un estímulo es constante o uniforme y prolongado.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Si visualizamos durante un período largo un espacio coloreado, por ejemplo en verde, se produce un desequilibrio retiniano de sobreestimulación del sistema y aumenta la actividad nerviosa a causa de ese estímulo. Con el mantenimiento del estímulo, esta actividad nerviosa vuelve a sus valores normales. El ojo se adapta y con la normalización nerviosa ese espacio pierde su condición de color intenso. Una aparición de una luz blanca o un reflejo blanco parcial reestimulará el sistema. La superficie «blanca» se visualizará entonces rosa, para compensar el sobreestímulo verde que ha sufrido (ver abajo «Efecto de simultaneidad del color»). El sistema, entonces, se reequilibra y al verde se lo vuelve a percibir saturado.

Es interesante notar que el equilibrio visual es fundamental a la hora de considerar una composición con color, justamente por la valoración que hace el sistema perceptivo de los colores que están en equilibrio.

–Efecto de simultaneidad del color

Hacia 1840 Michel Eugène Chevreul (1786-1889) descubrió un fenómeno, que definió como «contraste simultáneo o recíproco», basado también en el principio de la complementariedad. Tras la observación prolongada de un color tendemos a ver, en las zonas inmediatamente adyacentes a este, su color complementario. Este fenómeno, denominado también «inducción cromática», se explica mediante el proceso fisiológico de la inhibición lateral: un área retinal, estimulada de algún modo inhibe las zonas adyacentes provocando una impresión complementaria o contraria.

Un actor visualizado sobre un fondo saturado de color, por ejemplo, rojo, tendrá un borde verdoso en todo el perímetro de su piel expuesta.

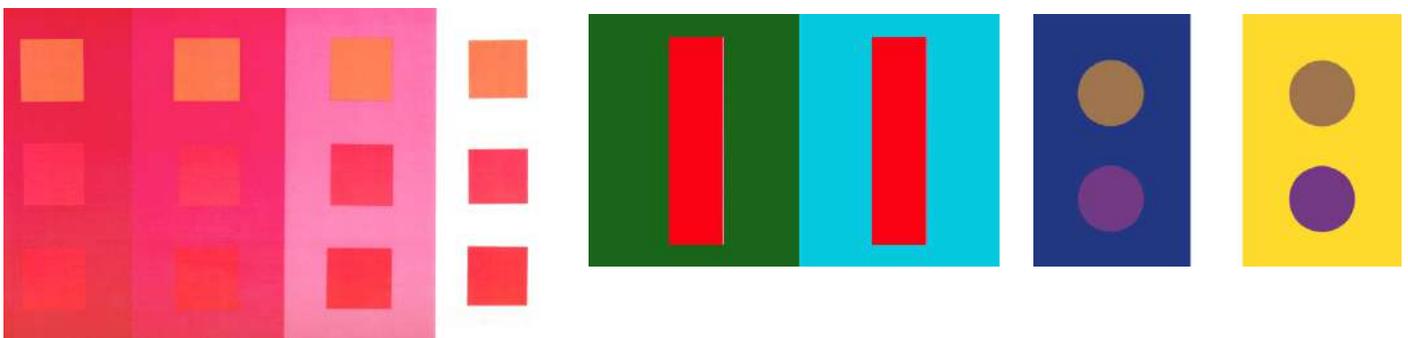
Nuestro ojo, sometido a un color, exige la presencia de otro (su complementario) y, al no recibirlo, lo representa por sí mismo. Por ejemplo, en una tela roja con franjas negras, nuestra visión nos hace ver las franjas negras con un tinte verdoso.

Cualquier diversidad entre colores en tonalidades o claroscuros puede ser visualmente disminuida si no eliminada, sobre fondos de cualidades iguales. La única manera de saber la diferencia entre dos colores es yuxtaponerlos.

Percibimos lo distinto, la diferencia, lo que es igual no interesa a nuestra percepción: esa yuxtaposición destaca las diferencias entre ambos colores. Así, percibiremos que una muestra tiene, por ejemplo, más azul que la otra, que es más clara o más saturada.

Si sobre fondo blanco se colocan tres muestras de rojo diferentes, estos tres colores se asociarán como rojos. Si las mismas muestras de color se colocan ahora sobre un fondo rojo diferente a las tres muestras, sus diferencias de tonalidad y luminosidad se harán más evidentes, mientras que si se las coloca sobre un fondo rojo igual al de una de las muestras, sólo se verán dos de ellas y la tercera quedará sustraída, absorbida por el fondo.

El efecto de simultaneidad es la consecuencia directa del contraste de complementarios que se produce por la necesidad del ojo de generar todo el conjunto de colores ausentes que le darían a la composición el equilibrio correspondiente al gris medio. Se lo puede utilizar para obtener efectos de vibración luminosa: si colocamos dos figuras pintadas de rojo, una sobre fondo verde y otra sobre fondo azul-verde, en el primer caso obtendremos una composición equilibrada pero estática en tanto que la segunda es más dinámica porque se produce un efecto de simultaneidad. El leve desbalanceo provocado por el corrimiento a un complementario «no exacto», como el amarillo del verde, produce una excitación retinal que hace vibrar más el tinte rojo.



LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

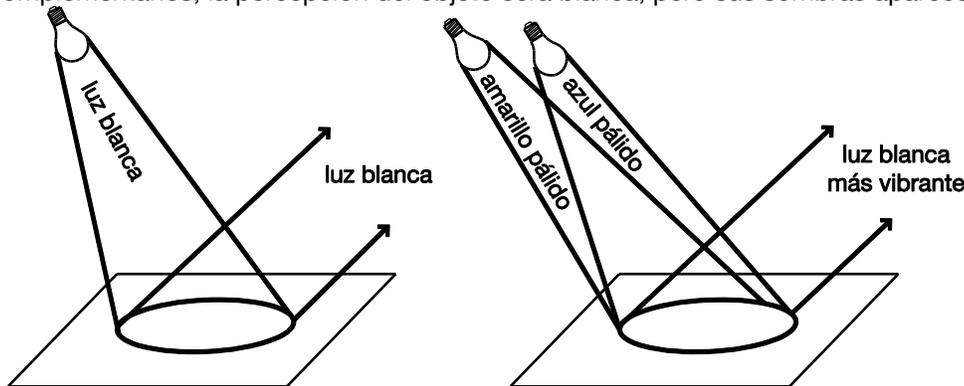
–Relaciones entre las posiciones de la luz y su percepción cromática: colores dominantes y colores recesivos

Para la sintaxis de color-luz, al color yuxtapuesto o adyacente hay que agregar además su posición y dirección. Existe una relación también relativa en la percepción de colores de acuerdo a la posición de una fuente de luz respecto del receptor y del objeto iluminado.

Considerando el uso de dos o más fuentes de luz de color, la posición relativa entre ellas hace variar la percepción del color de cada una. Si se invierten las posiciones relativas de dos colores, su combinación parece ser otra e incrementa o disminuye perceptivamente sus propiedades de brillo y saturación.

Un color es dominante cuando mantiene su apariencia y recesivo cuando modifica de manera sustancial su carácter ante la presencia de un color dominante.

Esto depende mucho de la gama de colores seleccionada: un color más saturado que otro gana efectividad situado a contraluz en relación con uno menos saturado frontal. Si invertimos las posiciones, el saturado ubicado de modo frontal pierde su condición dominante y se «lava». Así, un rosa cálido (con más amarillo) y un rosa frío (con más azul) de igual saturación y valor variarán su apariencia a más fría o cálida según se manifiesten en posición frontal o a contraluz. Cuando colocamos dos colores distintos en laterales, ambos no se combinan y se discriminan como cuando yuxtaponemos dos colores. Esto hace que se refuercen sus diferencias y la más mínima variación entre ellos será notoria. Cuando dos colores se encuentran posicionados en un ángulo menor a 90º, se suman parcialmente y se combinan. Si son complementarios, la percepción del objeto será blanca, pero sus sombras aparecerán coloreadas.



Contrastes de color

Johannes Itten (1888-1967), en su libro El arte del color, estudia los modos de acción característicos del color y define siete contrastes diferentes (uno de ellos, el de simultaneidad, lo definimos recién como un efecto) en los que se pueden reconocer las posibilidades fundamentales de la composición de color. Estos contrastes en general los encontramos combinados, y a veces superpuestos en una composición con color, y surgen de analizar las condiciones de las cualidades básicas de tinte, valor y saturación presentes en una composición.

–Contraste de luminosidad o contraste de valor

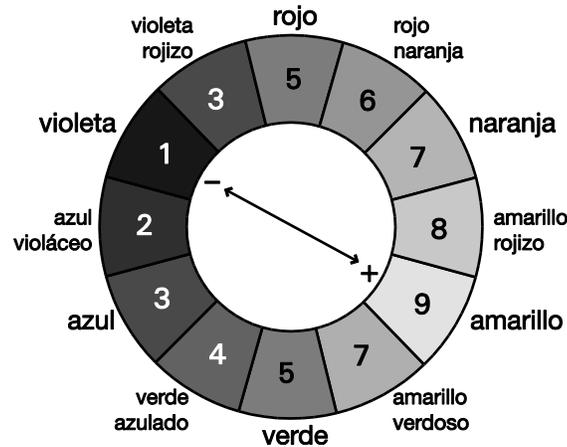
Si trazamos un diámetro horizontal en el círculo cromático que va del amarillo al violeta, nos encontramos con la polaridad claro/oscuro. El amarillo es el color más luminoso dentro del espectro de colores puros, el violeta el más oscuro y a cada color le corresponde un valor de gris equivalente.

Se dice que hay contraste de valor cuanto mayor diferencia de luminosidad exista entre colores yuxtapuestos.

Dos fuentes de luz filtradas con el mismo color si son de diferente intensidad se visualizan como dos colores diferentes: una puede parecer de un azul brillante mientras que la otra, por tener menor intensidad, se ve más oscura y opaca aunque en ambos casos se trate del mismo azul.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

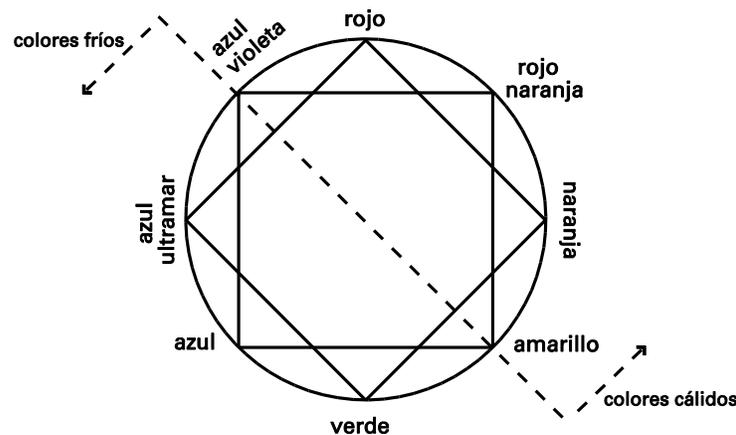
Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin



—Contraste de temperatura (contraste cálido/frío)

Si trazamos un eje vertical del rojo naranja al verde azulado, nos encontramos con la polaridad frío/cálido o contraste de temperatura. Los demás colores del espectro, de acuerdo a su proximidad a estos colores polares, se asocian al cálido y al frío. Si observamos el círculo cromático, veremos que un verde puede ser frío o cálido según la cantidad de azul que contenga. La denominación «cálido» y «frío» surge de la mera sensación psicológica que los percibe como generadores de calor o de frío.

En un laboratorio se pintaron dos habitaciones, una del polar frío (azul verdoso) y otra del polar cálido (rojo-naranja). Descendiendo la temperatura gradualmente en ambas, los que estaban en la habitación verde-azulada percibieron frío 5 minutos antes que los de la otra. Los colores fríos se asocian con sensaciones como las de sombra, sedativo, transparente, aéreo, disperso, húmedo, lejano y liviano. Los cálidos brindan las sensaciones opuestas: sol, seco, estimulante, opaco denso terrestre, cercano y pesado.



—Contraste de complementarios

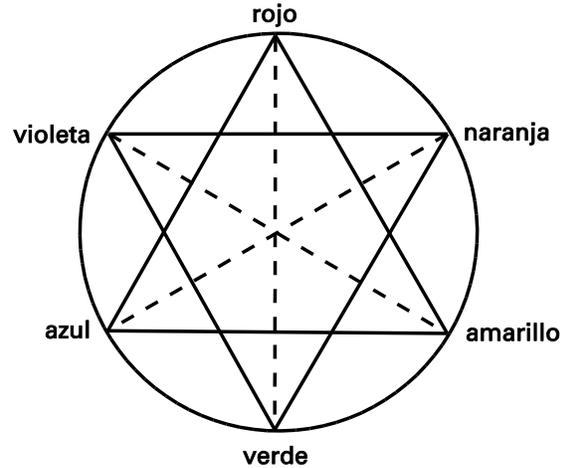
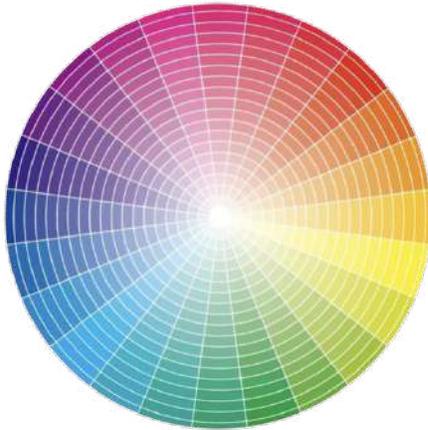
El contraste parte de la base del color exigido porque el ojo demanda la presencia de un tono que reconstituya cromáticamente la sensación de equilibrio. A este color se lo denomina «complementario».

En lo que se refiere al color-luz, ante un estímulo cromático muy fuerte se produce la visualización del color exigido para reconstruir el blanco, ya que la sumatoria de los tres colores primarios de la luz (rojo, verde y azul) da blanco.

Algunos ejemplos de pares complementarios de la luz son amarillo y azul; cian y rojo, y magenta y verde.

En materia de colores pigmentarios, la mezcla de colores complementarios da el equilibrio correspondiente al gris medio. En este caso, la suma de los tres pigmentarios (rojo, amarillo, azul) da gris. Algunos ejemplos de pares complementarios pigmentarios son naranja y azul; amarillo y violeta; rojo y verde, y rojo, naranja-azul y verdoso.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS
 Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

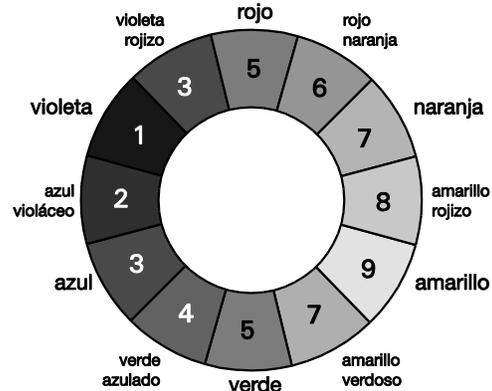
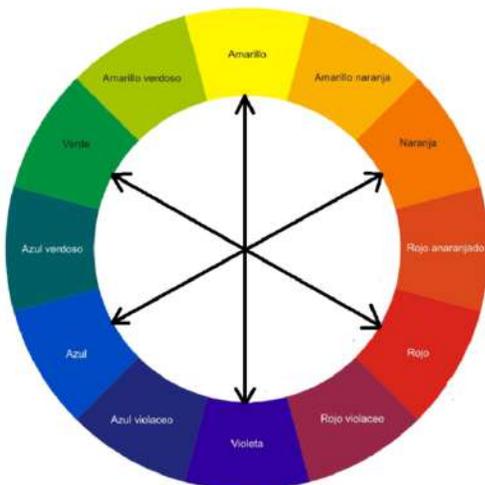
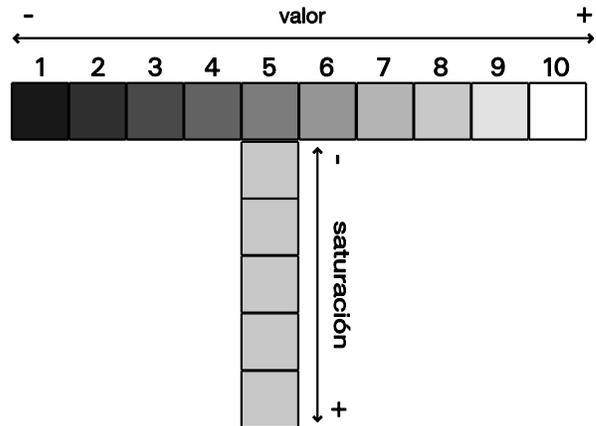


Todo color tiñe de su complementario la superficie que lo rodea, lo que trae tres consecuencias:

1. Si yuxtaponemos un color cálido y un color frío, ambos se exaltan mutuamente.
2. Dos cálidos yuxtapuestos tienden a verse más fríos.
3. Dos fríos yuxtapuestos tienden a verse más cálidos.

—Contraste de saturación o calidad

Es el contraste en el grado de saturación de un tono. El par polar sería en este caso un color saturado y su equivalente de gris. Las mezclas para desaturar un color se pueden producir con blanco, con negro, con el gris de valor correspondiente o por la mezcla con su complementario.



LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

—Contraste de cantidad o superficie

Aquí se comparan superficies cromáticas, es decir, las relaciones de tamaño o área ocupada por el color. En este contraste se consideran dos factores para determinar el impacto visual de un color: su brillo o luminosidad y su extensión (superficie que ocupa).

Goethe comparó el poder expansivo de los colores y su luminosidad, y determinó las relaciones que siguen:

	Luminosidad	Extensión cromática
Amarillo	9	3
Naranja	8	4
Rojo	6	6
Verde	6	6
Azul	4	8
Violeta	3	9

Estos valores indican la cantidad de superficie necesaria de un color para equilibrar en fuerza a su complementario. Allí observamos que el amarillo tiene tres veces mayor poder expansivo que su complementario, el violeta; que el naranja tiene el doble de poder expansivo que el azul, y que el rojo y el verde son equivalentes en su poder de expansión.

Efecto Bezold

Consiste en la llamada «mezcla óptica»: dos colores (o más) percibidos simultáneamente se ven combinados y fundidos en un color nuevo que es una mezcla de ambos. En este proceso, los dos colores originales primero son eliminados y vuelven invisibles y, después, se los reemplaza por un sustituto, llamado «mezcla óptica».

Los pintores impresionistas (sobre todo los divisionistas o puntillistas) producían un verde aplicando puntos azules y amarillos yuxtapuestos de modo que sólo se mezclaran en nuestra percepción, reemplazando el verde resultante de la mezcla mecánica de amarillo y azul. Este verde «óptico» resultaba más brillante que el de cualquier mezcla mecánica. Las técnicas de reproducción fotomecánica de color se basan en este sistema para reproducir innumerables matices a partir de tres o cuatro colores (tricromía o cuatricromía). También en la luz es interesante a veces trabajar con varias fuentes de luz superpuestas para lograr un efecto de blanco, dado que las sombras coloreadas que produce cada fuente de luz dan una vibración especial a la superficie iluminada.

Las armonías del color

Las aproximaciones cromáticas son utilizadas para reforzar la idea de visibilidad permitiendo que los estímulos que van del objeto al sistema perceptivo tengan la suficiente pregnancia visual como para conferir calidad de figura a las áreas que interesan.

La utilización consciente de las cualidades del color le da al diseñador la posibilidad de dar unidad a los conjuntos policromáticos, coordinando la forma con el color e impidiendo así su desintegración mimética.

El uso del color, además, puede ayudar a distinguir entre objetos y entre objeto y fondo: ya vimos que la yuxtaposición de colores provoca tensiones entre ellos que modifican y alteran su carácter cambiando su aspecto visible.

—Las mezclas no equilibradas

Las teorías tradicionales de los colores, en lo que se refiere a la composición cromática, se centran en los primarios fundamentales (amarillo, rojo y azul), en las mezclas equilibradas entre dos de ellos (secundarios: verde, violeta y naranja) y en los tres pares de complementarios terciarios: 1 amarillo rojizo, 2 rojo amarillento, 3 rojo azulado, 4 azul rojizo, 5 azul amarillento y 6 amarillo azulado.

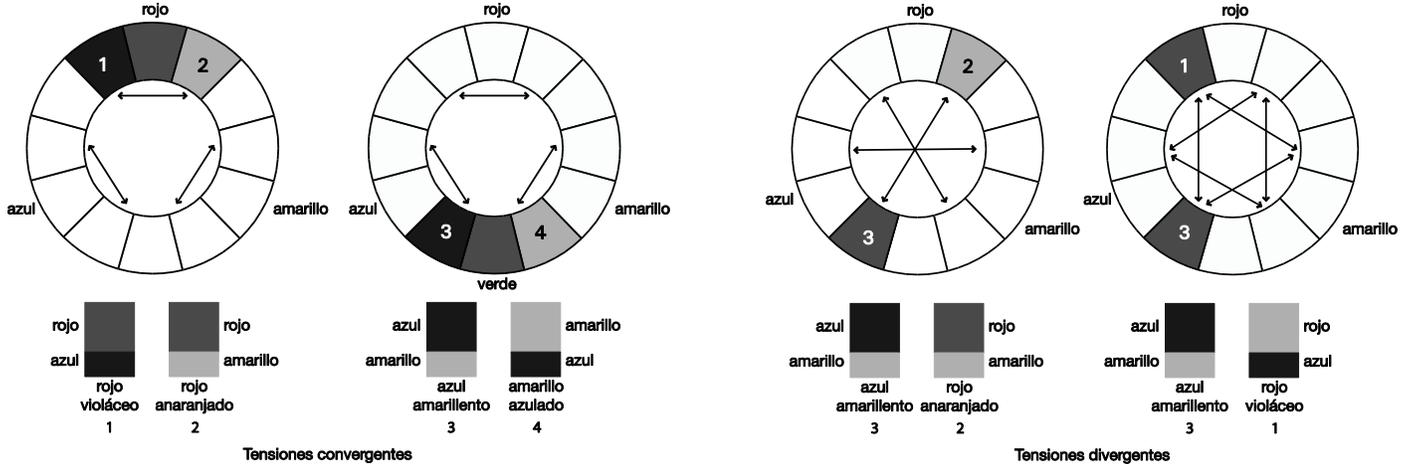
Cuando nombramos los pares terciarios, el primer color es el dominante (mayoritario) de la mezcla y su cualidad el color recesivo (de menor cantidad) que lo tonaliza.

El ojo elige espontáneamente y relaciona entre sí los colores complementarios, estableciendo conexiones entre zonas de una composición distantes entre sí.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

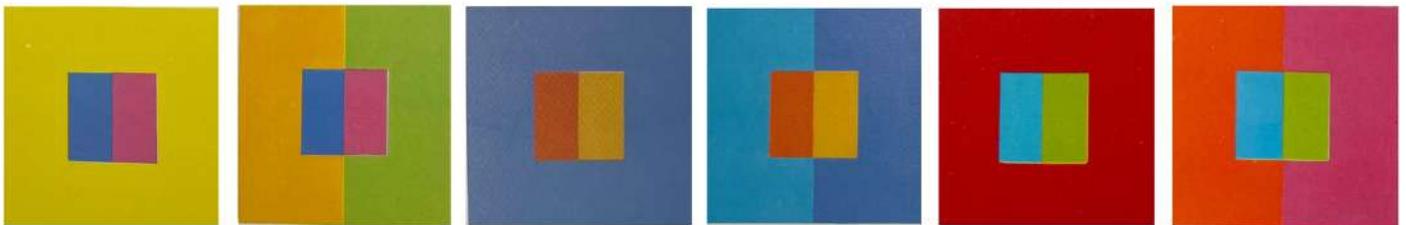
Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

En las tonalidades terciarias (mezclas no equilibradas de dos primarios) es posible activar las tensiones producidas por el desequilibrio. Estas pueden ser de tipo divergente (separan) o de tipo convergente (unen). Los colores cercanos en el espectro cromático se «unen» y los distantes se «separan».



—Unidad figurar

Si en un objeto articulado en varios colores la cohesión entre ellos no es buena, puede llegar a unirse a los colores próximos de otro objeto y constituir unidades visuales diferentes inspiradas por la ley de armonía de los colores y la fuerza cohesiva que sigue sus leyes que es indiferente a nuestra lógica. De esta forma, corremos el riesgo de romper la unidad figurar del objeto diseñado. También podemos armar vínculos utilizando colores adyacentes que presenten uniones de tipo convergente. Por ejemplo, si yuxtaponemos un rojo azulado a un azul rojizo, ambos se visualizarán muy



unidos, aun en un entorno rojo o azul. Si, en cambio, sobre un fondo rojo yuxtaponemos el mismo rojo azulado a un amarillo rojizo (que representa un vínculo divergente), este último tenderá a aislarse: el rojo azulado se vinculará con el fondo rojo y se separará de su color yuxtapuesto. A la hora de valorar una composición de conjunto es muy conveniente atender a estas conexiones para evitar vínculos o rupturas cromáticas indeseadas.

Color sobre color

Cuando iluminamos objetos de color con fuentes de luz de color, el producto obtenido es muy curioso y variado, según las características particulares de interacción entre ambos.

Partimos de la base de que no se ve lo que no está. Lo que ocurre es una doble sustracción: la primera se realiza sobre la fuente de luz base blanca y permite el paso de determinadas longitudes de onda; la segunda corresponde a qué puede reflejar la superficie de lo emitido.

Incluso a veces el uso del mismo color como fuente de luz y como emisión lumínica, en caso de colores saturados, no aumenta su poder cromático.

El color se anula totalmente cuando la fuente de luz y la superficie reflejante tienen colores complementarios.

En su libro Stage Lighting, Theodore Fuchs (1904-1995) arma la tabla que sigue, en la que muestra las relaciones entre superficies de color iluminadas mediante una fuente de luz de color e indica la visualización de colores.

En el Taller Proyectual de la carrera Diseño de Iluminación de la Universidad Nacional de las Artes organizamos ejercicios de observación de color que nos dan una pauta aún más acabada del comportamiento de las superficies coloreadas. Allí, los estudiantes elaboraron las tablas comparativas de la página siguiente.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

COLOR PIGMENTO	COLOR DE LA LUZ							
	violeta	azul	cian	verde	amarillo	naranja	rojo	magenta
violeta	violeta puro	violeta oscuro	violeta oscuro	violeta	marrón oscuro	marrón oscuro	gris oscuro	violeta oscuro
azul	azul claro	azul oscuro	gris claro azulado	azul claro	gris oscuro azulado	negro	gris	azul
cian	azul oscuro	azul muy oscuro	gris oscuro azulado	verde oscuro	azul verdoso	marrón oscuro verdoso	negro	azul oscuro
verde	marrón azulado	verde oliva claro	gris claro verdoso	verde puro	verde brillante	verde oscuro	gris oscuro	marrón oscuro verdoso
amarillo	rojo anaranjado	amarillo verdoso	amarillo verdoso	amarillo verdoso	amarillo puro	amarillo anaranjado	rojo	naranja
naranja	rojo anaranjado	marrón claro	marrón claro	marrón claro	naranja	naranja puro	naranja rojizo	rojo anaranjado
rojo	rojo anaranjado	bordó	marrón oscuro	marrón	rojo brillante	rojo anaranjado	rojo puro	rojo
magenta	magenta rojizo	violeta oscuro	marrón	violeta rojizo	marrón claro	marrón	marrón rojizo	magenta puro

SUPERFICIE DE INCIDENCIA	COMPORTAMIENTO R59	COMPORTAMIENTO L181
SACO DE JEAN AZUL	Vira hacia el violeta	Adquiere brillo
FORRO INTERIOR ROJO	Vira hacia el magenta	Vira hacia el magenta
PAPEL METALIZADO PLATEADO	Vira hacia el violeta	Pierde saturación
PAPEL METALIZADO VERDE	Vira hacia el azul	Adquiere brillo
PAPEL METALIZADO DORADO	Vira hacia el marrón-cobre	Adquiere brillo
PAPEL METALIZADO ROJO	Vira hacia el bordó	Adquiere brillo
PAPEL METALIZADO AZUL	Vira hacia el violeta	Vira hacia el cian
PAPEL METALIZADO AMARILLO	Vira hacia el peltre	Pierde vibración
PAPEL METALIZADO MAGENTA	Cobra intensidad	Adquiere brillo
PAPEL AFICHE PASTEL LILA	Conserva su identidad	Pierde vibración
PAPEL AFICHE PASTEL ROJO	Vira hacia el magenta	Adquiere brillo
PAPEL AFICHE PASTEL VIOLETA	Cobra intensidad	Adquiere brillo
PAPEL AFICHE PASTEL NARANJA	Vira hacia rojos y magenta	Vira hacia el rojo
PAPEL AFICHE PASTEL ROSA	Vira hacia el lila	Conserva su identidad
PAPEL AFICHE PASTEL AMARILLO	Vira hacia el naranja	Vira hacia el rosa
PAPEL AFICHE PASTEL FUCSIA	Conserva su identidad	Adquiere brillo
PIEL HUMANA TEZ LATINA	Vira hacia el violeta	Vira hacia el azul

El color en la sombra

Leonardo da Vinci, en su Tratado de la pintura dice de las sombras: Nunca será propio ni verdadero el color de la sombra de cualquier cuerpo, si el objeto que le oscurece no tiene el mismo color que el cuerpo a quien oscurece. Por ejemplo: si en una pieza, cuyas paredes sean verdes se pone un objeto azul, entonces la parte iluminada de éste tendrá un bellissimo color azul, y la parte oscura será de un color desagradable, y no como debería ser la sombra de un azul tan bello; porque se altera la reverberación del verde que hiera en él: y si las paredes fuesen de un amarillo anteado (con manchas oscuras del mismo color), sería mucho peor. cxlvii: «Del color de la sombra de cualquier cuerpo»

La sombra, al manifestarse, adquiere también propiedades de color en parte independientes de la luz que incide en el objeto y relacionadas con otras fuentes de luz en el espacio. El hecho de asociar la sombra a un color ya indica que en el espacio hay más de una fuente de luz.

Una sombra también puede ser «coloreada». De hecho, en un día soleado son de color azul por estar iluminadas por la atmósfera. Una sombra de color indica una operación de adición (la luz que ilumina el objeto se suma a la incidente en el fondo que no afecta al objeto) y otra de sustracción: a esa luz, producto de la suma, se le sustrae la luz que ilumina al objeto y que produce la sombra.

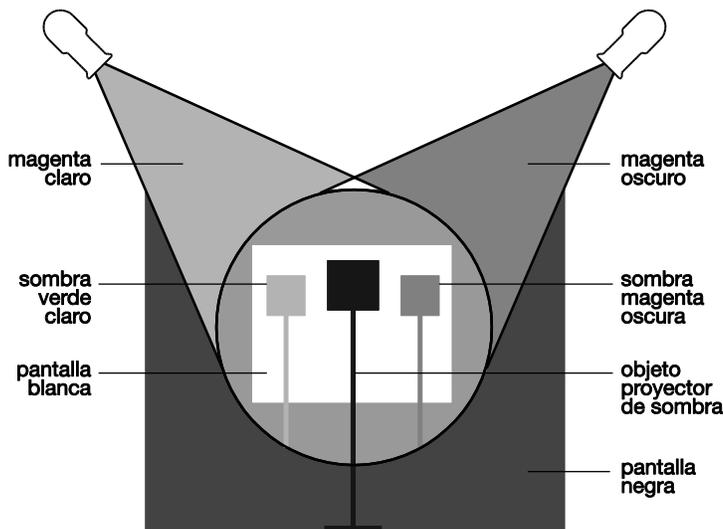
Es importante plantearlo así para comprender el proceso visual que se genera: el contorno de la sombra y su interacción con la luz suma y modifica sustancialmente la percepción de color de la sombra; para compensar, aparecen allí efectos de complementariedad del color.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Lo mismo sucede cuando dos fuentes de luz de distinto color iluminan un objeto, por ejemplo, cuando iluminamos un objeto con una fuente de luz de color magenta saturado y otra del mismo color, pero de menor saturación. Las sombras (en este caso en realidad penumbras, pero las llamaremos «sombras» por conven- ción) producidas por ambas se proyectan en un fondo blanco. Una sombra se percibe magenta (la producida por el magenta claro) y la otra verde claro (la producida por el magenta oscuro). El ojo sale a equilibrar su desbalanceo cromático y por ello surge el verde compensatorio.

Cuando colocamos tres fuentes de luz primarias (rojo, verde, azul) iluminando un objeto sobre un fondo blanco, las sombras proyectadas nos darán, por adición y sustracción entre ellos, los tres colores primarios y los tres secundarios muy saturados. Tendremos blanco donde inciden los tres y negro donde convergen las sombras.



El significado del color

Los colores desencadenan intensas emociones en el ser humano. Al igual que los sonidos y las melodías, son capaces de iluminar o ensombrecer nuestro estado de ánimo y de afectar nuestra subjetividad de maneras muy diversas. En un experimento relativamente reciente realizado en Estado Unidos por un grupo de investigadores de mercado, un grupo de doscientas personas personas fue invitado a degustar café. La primera taza que les ofrecieron la calificaron como demasiado fuerte y amarga; a la segunda, en cambio, les resultó demasiado floja, y la tercera fue plenamente satisfactoria. El 84% de los participantes consideró que la tercera taza presentaba un café aromá- tico y de excelente sabor. Lo que los participantes no sabían era que les habían servido siempre el mismo producto, primero en una cafetera marrón, luego en una amarilla y finalmente en una de color rojo. Bastó con modificar el color del envase para convencer a la mayoría de que se trataba de diferentes clases de café. Este es un ejemplo más de la paradoja señalada por Brusatin (1867-1943): «Los colores son el engaño más serio».

El color tiene un lugar relevante en nuestras vidas por su inmediatez comunicacional. Es un elemento protagónico en la configuración de la imagen misma que siempre está en relación con un contexto cultural determinado y un portador de múltiples significaciones (históricas, socia- les, estéticas y religiosas). Un ojo bien entrenado puede llegar a reconocer alrededor de doscientos cincuenta colores que le provocan atracción o rechazo, despiertan su apetito, estimulan su erotismo y hasta son capaces de alterar su pulso y respiración, tal como lo han demostrado diversos experimentos asistidos por médicos.

Como consecuencia de estas investigaciones, se ha comenzado a considerar que los colores son auténticos instrumentos terapéuticos (cromoterapia).

Johannes Itten, en El arte del color, escribió: «Los colores son radiaciones, energías que operan sobre nosotros positiva y negativamente, aunque nosotros no tengamos conciencia de ello».

También la cultura india, a través del yoga, ha elaborado una compleja y fascinante teoría del color en relación con la salud. Se trata de la representación de las energías vitales que circulan dentro del cuerpo humano, los chacras, y a cada uno de ellos le corresponde un color del espectro luminoso (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta).

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

Su escala cromática se corresponde con la del arco iris; por lo tanto, una persona perfectamente equilibrada debería contener todos estos colores.

La experiencia constituye un factor fundamental en la percepción de los colores, pero aun así nos sigue pareciendo más ligero un objeto pintado de blanco que el mismo objeto pintado de negro.

El semiólogo checo Ivan Bystrina (1924-2004) señaló que la estructura fundamental de los códigos culturales es binaria y asimétrica y que está organizada en polaridades. No se trata sólo de una simple necesidad técnica de nuestra percepción (por ejemplo, la oposición entre claro y oscuro o la contraposición fondo/figura), sino que también compromete un eje cultural-paradigmático que refleja estructuras muy profundas y ancestrales traducidas en pares antinómicos.

Así, en el par blanco/negro se le atribuye un valor positivo al blanco (albus en latín, leukos en griego) y uno negativo al negro (niger en latín). El blanco se considera luz y origen de todas las cosas (y las formas) y el negro fin y destrucción (carbón, cenizas, muerte, la nada). Este par de opuestos puede estar relacionado con el bien y el mal, el cielo y el infierno, la vida y la muerte o el yin y el yang (según la filosofía china).

El blanco higiénico que se impone a partir del siglo XVIII lleva una marca moral celebrada por la burguesía como victoria del espíritu. Como señala Brusatin en su Historia de los colores, esto se ve reflejado en una clara conciencia civilizadora, que considera cualquier otro color como una segunda piel y extiende una acción dominante de limpieza sobre las áreas de sombra. En este caso, el negro quedaría ligado a la suciedad y la pobreza.

La polaridad que presentan los pares de complementarios (rojo/verde, azul/naranja y amarillo/violeta) también se hace extensiva a los códigos culturales. Así, en la señalización de tránsito el rojo tiene una valoración negativa de peligro y un significado de prohibición (pare), mientras que el verde recibe una valoración positiva y un significado de permiso y seguridad (avance). Son, por lo tanto, valores asimétricos en los que generalmente el signo de valor negativo es el más fuerte.

Cuando hablamos del significado del color estamos involucrando dos niveles, uno psicofisiológico y otro simbólico-cultural, imposibles de disociar. El color como signo, en su capacidad para transmitir información, representar conceptos y establecer asociaciones, ejerce una enorme influencia en la regulación de nuestro comportamiento social. También el consumo está tiranizado por el color. Los diseñadores de envases tienen muy en cuenta las «emociones cromáticas»; por eso no es casual que los productos de limpieza o de lavado de ropa se presenten en recipientes que van desde el blanco y celeste al azul verdoso.

Existe un proceso de identificación fluctuante y elocuente que hace que un determinado color transmita a los objetos ciertas cualidades y poderes. Las religiones y las civilizaciones han hecho un uso intencional del color y, en definitiva, toda sociedad pacta acuerdos que vinculan los colores con determinadas conductas, costumbres y rituales. Si, por ejemplo, consideramos la relación del rojo, el verde y el azul con elementos naturales y emociones, obtenemos las siguientes equivalencias:

Color/estímulo	Significado asociativo
Rojo	sangre/fuego/furia
Verde	árbol/hierba/tranquilidad
Azul	agua/frescura/reposo

Varios estudios lingüísticos han puesto de relieve que, aunque el número de palabras utilizadas para nombrar los colores varía de una lengua a otra, algunos pueblos parecen reconocer únicamente dos colores; otros al parecer identifican con términos sólo tres, hasta llegar a la amplia gama de palabras que existen en las lenguas de raíz indoeuropea para designar- los. Pero lo realmente curioso es que la secuencia de identificación de los colores es siempre la misma: en primer lugar, se identifica el blanco, en segundo lugar el negro (limitados a veces a las nociones «claro» y «oscuro») y en tercer lugar, y ya como verdadero color, el rojo.

En su dependencia de factores culturales y ambientales, la lectura de los colores se vuelve mucho más compleja, contradictoria y cambiante.

Veamos algunos ejemplos.

El rojo (del latín ruber, erythros en griego) representa el coraje, la guerra y la revolución. También es el símbolo de la pasión amorosa, la sexualidad ardiente, el peligro, la avidez y la acción violenta. En China, en cambio, es el color elegido para las ceremonias nupciales, ya que lo consideran un signo de buena suerte y prosperidad.

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

En nuestro país, por herencia italiana, es el principal amuleto contra la mala suerte (y el mal de ojo). Kandinsky (1866-1944) lo asoció con el ángulo recto y el cuadrado, aunque el movimiento que generalmente se le atribuye no parece corresponderse muy bien con el carácter equilibrado de esta figura.

El naranja está asociado al calor y a la luz. Su nombre deriva del sánscrito *nārangáh* que luego pasa al persa y al árabe. Tiene un carácter acogedor y estimulante, y un dinamismo muy positivo y energético. Representa la alegría, la juventud y el calor del verano. Es el color de la piel y el de la amistad junto al fuego. También se lo relaciona con el exotismo de las frutas tropicales, las playas soleadas y las naranjas jugosas, lo que subraya aún más su aire de informalidad y aventura.

Para los monjes budistas y otras religiones orientales, es un color que propicia la concentración mental y la percepción de otros estados de conciencia, por eso lo utilizan en sus túnicas.

El color rosa (del latín *rosa*), en cambio, sugiere calma, romanticismo e ingenuidad. Asociado al sexo femenino en nuestra cultura, puede llegar a interpretarse como debilidad en ciertos entornos.

El amarillo, el más luminoso y expansivo de los colores, tiene una cualidad optimista y moderna que denota alegría y entusiasmo. También se lo utiliza para expresar un estado de alerta y precaución. Su nombre procede del latín *amarus* (amargo). Es el color del sol, de la luz y del oro (*aureus* en latín designaba al amarillo oro) y, como tal, es intenso, punzante y agudo: si se lo observa durante un tiempo prolongado, puede molestar con su estridencia.

Para los yoguis, representa un estado de ánimo vigilante y atento dispuesto a percibir y a sacar ventaja de la realidad que lo rodea. Kandinsky lo asoció con el ángulo agudo y la forma triangular («los colores hirientes resuenan mejor en su cualidad cuando se dan en formas agudas»).

El concepto que el ser humano posee de los tonos de color presenta, como es lógico, multitud de facetas ligadas a factores políticos y culturales. En Europa, por ejemplo, el amarillo fue el color del desprecio y la denuncia hacia prostitutas y herejes y, durante el nazismo, se condenó a los judíos a llevar prendida en su ropa una estrella de David de ese color. Todo lo contrario de lo que ocurría en China, donde era el color del emperador y simbolizaba la felicidad, la armonía y la sabiduría.

El azul es el color del cielo, el mar y el espacio. Es el símbolo de la profundidad y el infinito. La sensación de placidez que provoca es distinta de la calma o reposo terrestres, propios del verde. Desde hace no muchos años (gracias a las imágenes tomadas desde el espacio) también es el color de la tierra, nuestro bello planeta azul. Kandinsky lo asocia con el ángulo obtuso y el círculo («los colores profundos se refuerzan con las formas redondas»).

Picasso (1881-1973) vio el azul como el color de la distancia, el dolor y el sentimiento de pérdida. En su famoso período azul, pintó cuadros dominados por la soledad y la carencia.

Pero el pintor más famoso por su dominio del azul fue Yves Klein (1928-1962), quien explotó como nadie el carácter inmaterial de este color. Luego de pintar durante años el cielo azul de su querida Niza, empezó a trabajar sólo con ese color en pinturas abstractas. Más tarde, con la ayuda de un químico, logró desarrollar su propio pigmento azul, el famoso *International Klein Blue* (ikb). Klein imaginó su color como una «revolución azul» que renovara al mundo a través de una mutación de la conciencia. Justamente el azul representa la añoranza de una realidad distante e imposible de ser asida, o bien la conciencia de una existencia más profunda que se esconde detrás de los hechos de la vida.

El verde es considerado el color más tranquilo y sedante de todos. Es el de la calma indiferente: no transmite alegría, tristeza o pasión, pero está asociado a la primavera, la ecología, la fertilidad y la fuerza revitalizante de la naturaleza. Su nombre deriva del latín *viridis* (que tiene savia). Se dice que es el color más descansado para el ojo humano. También es un color muy importante allí donde no abunda, por eso en el Islam se lo considera el color sagrado del Profeta.

El violeta (del latín, *viola* o *violeus*) es el color de la ensoñación y la magia. Es el símbolo de la unión mística de la materia con el espíritu. Asociado a los frutos del bosque, los reflejos del vino y las sombras, también se lo vincula a la privación, temporal o duradera, de la pertenencia a una comunidad. Para la Iglesia católica, es el color del ayuno y la penitencia, y marca la muerte temporal a la espera del resurgimiento tras la purgación de los pecados.

El nombre púrpura proviene de un caracol marino explotado por los fenicios, cuya tinta se utilizaba para teñir prendas de un color rojo más o menos oscuro o violáceo con el que se coloreaban las vestiduras de sumos sacerdotes, reyes y emperadores. Era muy costoso porque se requería millares de múrices y caracoles marinos para elaborarlo. Por este motivo, en la Antigüedad era considerado el más bello, estable y precioso de los colores. Más tarde, el púrpura quedó relacionado con la alta jerarquía eclesiástica (el obispado católico).

El marrón (*brunus*, en latín) es un color masculino y confortable que evoca el ambiente otoñal y da la impresión de gravedad y equilibrio. Es el color de la tierra que pisamos. Su nombre procede del francés *marron* (castaña comestible de ese color) y evoca lo añejo, las cosas viejas, la solidez del hogar y los materiales nobles como la madera y el cuero. El gris (en latín *cinereus*, de *cinis*, *eris*: ‘ceniza’) aporta una información visual muy pobre debido a su apariencia neutra y decididamente pasiva. Es el color del cielo cubierto, del metal, la duda y la melancolía. Su falta de energía le da un

LA LUZ Y LA ARQUITECTURA – TEXTOS TEORICOS

Extractos del libro “La luz en las artes escénicas” de Eli Sirlin

carácter indeciso; por eso, frecuentemente se lo relaciona con las cosas y personas carentes de atractivo o singularidad.

Kandinsky habla de un gris inmóvil y privado de resonancia: «Pero esta inmovilidad es de diferente naturaleza que la quietud del verde, que se encuentra entre dos colores activos de los cuales es el producto. El gris es, entonces, la inmovilidad, que es inconsolable».

En relación con la valoración emocional de los colores, el director de cine Peter Greenaway (1942) hizo una interesante observación al referirse a su película *El cocinero, el ladrón, su mujer y su amante*:

El color puede ser una acción de químicos, también de luz, pero tiene que ver mucho con la valoración emocional. Al mundo exterior lo hago azul; si quiero reproducir el ámbito de la vida, uso tonos ligados con la clorofila. En las partes centrales del restaurante, donde están las escenas carnívoras, usé el rojo, y en las de los baños, la suma de todos, el blanco, que utilicé también para el personaje central, que es femenino, porque es el color del paraíso celestial».

Cuando en la misma entrevista se le preguntó por su habitual uso de los colores, respondió: «Tiene que ver con la subjetividad; si yo fuera chino mi trabajo sería muy diferente. El negro es predominantemente el del luto occidental; pero, para los orientales, el blanco es el color más importante de los funerales y ritos. Los colores no tienen las mismas resonancias en cada cultura.

William Smith (1769-1839), el padre británico de la geología, introdujo la idea de falso color en la ciencia del siglo XIX. Como quería dibujar un mapa de Gran Bretaña mostrando los distintos tipos de rocas existentes, diseñó un código de color para las rocas que, aunque no representaban su color real, le resultaba útil como clave identificatoria.

En las imágenes astronómicas también se utiliza el falso color, dado que las tomas son muchas veces con película infrarroja o por transcripción de ondas o rayos. En verdad, no conocemos el color de Saturno y, si llamamos a Marte «el planeta rojo», no es porque estemos considerando que su superficie tiende al amarillo anaranjado, sino debido a que a Marte, el dios romano de la guerra, se lo asocia con ese color.

Todo esto resulta aún más paradójico teniendo en cuenta que en realidad el color sólo existe en nuestra mente.