

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/318652270>

# Color y sonido: Correlación sobre bases físicas y psicofísicas

Chapter · January 1994

---

CITATIONS

0

---

READS

8,778

1 author:



[Jose Luis Caivano](#)

Universidad de Buenos Aires

58 PUBLICATIONS 336 CITATIONS

SEE PROFILE

# **ARGENCOLOR 1992**

**ACTAS DEL PRIMER CONGRESO ARGENTINO DEL COLOR**

Editadas por

José Luis Caivano  
Gustavo A. Defeo  
Roberto Daniel Lozano

Publicadas por el

Grupo Argentino del Color

Buenos Aires  
1994

ArgenColor 1992  
Primer Congreso Argentino del Color  
20-22 de octubre de 1992  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de Buenos Aires  
Organizado por el Grupo Argentino del Color,  
con el apoyo de la Secretaría de Extensión Universitaria de la Facultad

Cubierta: Triángulo de colores CIE 1931

Clasificación Decimal Universal  
535.6:7  
535.6:159.937.51  
535.6:159.938

ISSN 0328-1345  
ISBN 950-99498-3-3

copyright 1994

Grupo Argentino del Color  
Sector de Física Industrial  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Casilla de Correo 157  
1650 San Martín  
Provincia de Buenos Aires  
Argentina

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Esta obra no puede ser reproducida por ningún medio sin la autorización de los  
titulares del copyright.  
El título de los congresos y de las actas es propiedad del Grupo Argentino del Color.

Impreso en Argentina  
Printed in Argentina  
Realizado en Ediciones INTI

## COLOR Y SONIDO: CORRELACIÓN SOBRE BASES FÍSICAS Y PSICOFÍSICAS<sup>5</sup>

José Luis CAIVANO

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA, y CONICET

### Introducción

La relación entre color y música ha interesado desde siempre a artistas y hombres de ciencia. Entre ellos se puede mencionar a Aristóteles, Newton, Goethe, Skryabin, Ostwald, Munsell, Kandinsky, por tomar los más conocidos. Existen muchos estudios sobre el tema. Hay tanto aproximaciones intuitivas como desde la psicología, la psicofísica, la física y la fisiología.

Aristóteles, en *Del sentido y lo sensible*, intuye que la estética en la agrupación de colores está regida por las mismas reglas que gobiernan las consonancias musicales.

Newton compara las vibraciones de los rayos de luz, que, según su longitud de onda, excitan las diferentes sensaciones de color, con las vibraciones del aire, que, también de acuerdo con su longitud, excitan las sensaciones de diferentes sonidos (1704 [1952: 345-346]). Especula con la idea de que las armonías o disarmonías de color dependen de las proporciones entre las vibraciones propagadas a través del nervio óptico, de la misma manera que la armonía o disarmonía del sonido se deriva de las proporciones de las vibraciones del aire (1704 [1952: 346]). En el espectro de la luz, define siete colores y marca la separación entre ellos, estableciendo entre los segmentos una serie de proporciones que coincide con las proporciones entre los intervalos de una escala diatónica musical (1704 [1952: 125-128, 154-155]) (Figura 1).

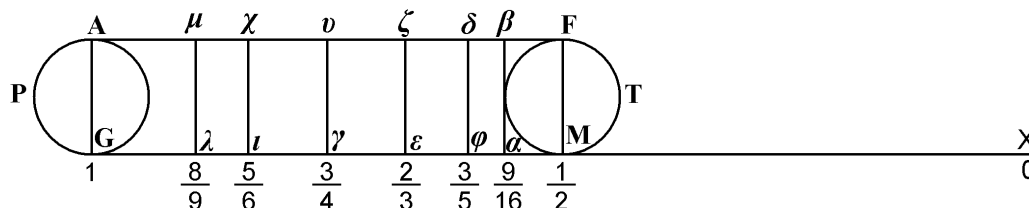


Figura 1. División del espectro de la radiación visible según Newton. El espectro está comprendido en AFGM. La línea MX tiene una longitud igual a GM. Las fracciones indican las proporciones de cada segmento medido a partir de X en relación al segmento GX que es la unidad. Dichas razones son las inversas de las que existen entre las frecuencias de los sonidos de una escala diatónica menor antigua con el sexto grado ascendido.

<sup>5</sup> Una versión inglesa de este trabajo ha sido publicada en *Color Research and Application* 19 (2), marzo, 1994.

Goethe (1808-1810 [1945: 201-202]), quien en todo momento expresa su desacuerdo con las teorías newtonianas, niega que exista alguna posible comparación entre el color y el sonido, pero sostiene que ambos pueden ser referidos a una fórmula superior (el texto es ambiguo, aparentemente se refiere a la física), de la cual se derivan por diferentes caminos.

Munsell (1905 [1946: 14]) entiende que así como la música está equipada con un sistema por medio del cual cada sonido es definido —según sus palabras— por su altura, intensidad y duración, también el color debería ser provisto con un sistema apropiado, tal como el que él mismo propone.

Egbert Jacobson (1948: v-vi), en los textos que acompañan la edición del atlas de Ostwald, considera que la base para poder crear armonía, tanto en música como en color, reside en la disposición de los estímulos según un cierto orden, como en la serie de octavas y en el teclado de un piano. Sostiene que la analogía entre color y música es accidental, pero que resulta sumamente útil el hecho de contar con un "teclado" de color, es decir con un sistema, como el de Ostwald, en el que los colores están definitivamente establecidos.

Arthur Pope (1949: 142), si bien reconoce cierta analogía entre color y música, destaca la diferencia que existe entre la combinación de sonidos, donde en un acorde con sonidos simultáneos cada uno de ellos mantiene su individualidad y puede ser distinguido, y la combinación de colores, donde los colores individuales son destruidos por la superposición y generan un nuevo color.

Vernon (1962: 83-84) describe la relación como un fenómeno psicológico conocido con el nombre de sinestesia, por el cual estímulos de diferentes modos sensoriales, por ejemplo visual y auditivo, son asociados. Dice que, según varios estudios, se ha comprobado que entre el 20 y el 40 por ciento de las personas aseguran "ver" colores mientras escuchan música, con la característica de que generalmente existe una rígida asociación entre series específicas de notas o tonalidades musicales y determinadas imágenes de color.

Kandinsky (1912 [1947: 45]) asume una relación entre colores brillantes (como el amarillo) con sonidos agudos y colores oscuros con sonidos graves.

El caso de Alexander Skryabin, quien estableció un paralelo sobre bases espirituales entre sonidos y colores y lo aplicó a su música, especialmente en su Quinta Sinfonía *Prometeo*, es mencionado en casi toda la bibliografía sobre el tema.

Vayamos ahora a una correlación más específica entre ambos fenómenos, analizando cada una de sus variables y comparándolas entre sí.

### **Tinte del color y altura del sonido**

El tinte es el aspecto que distinguimos cuando diferenciamos los colores por los nombres rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, etc.

La altura es la variable del sonido que hace que diferenciamos sonidos graves de agudos. Depende de la frecuencia del movimiento ondulatorio pero, como Stevens y Davis han demostrado (1938), no hay una relación lineal entre frecuencia y sensación de altura. Si bien a mayor frecuencia se perciben sonidos más altos o agudos, el crecimiento de la sensación no está en relación lineal al aumento del estímulo.

Maitland Graves (1941: 173) cita a Sir James Jeans, quien se refiere a la relación física entre colores (dados por las longitudes de onda) y alturas del sonido (dados por las frecuencias). Así como un sonido en relación del doble de frecuencia con otro produce la misma nota pero en una octava más alta, también puede decirse que los extremos rojo y violeta del espectro de la radiación visible cubren una octava, ya que se encuentran en relación de dos a uno, entre 760 y 380 nanómetros de longitud de onda (Figura 2).

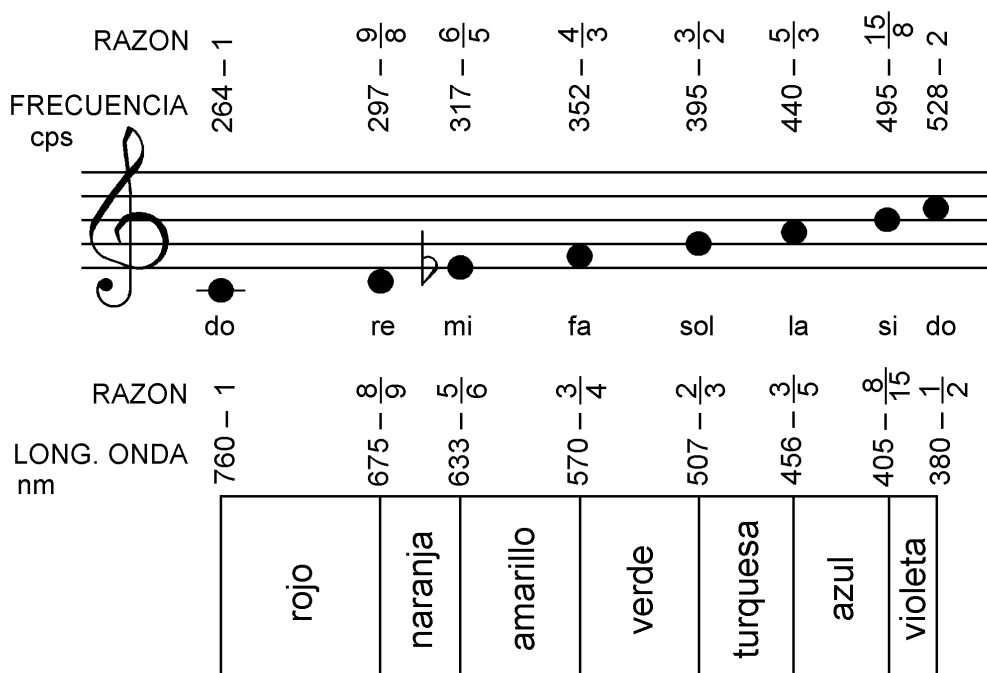


Figura 2. Comparación de una octava de sonido con una "octava" de luz (luego de Newton). Se indica la frecuencia de cada sonido y las razones de cada una respecto del primer grado de la escala. En el espectro se indica la longitud de onda (inversa de la frecuencia) que marca la separación de los colores y las razones respecto del extremo rojo (que resultan las inversas de las de los sonidos).

Esta misma observación es hecha por Garner (1978), quien concibe que el ojo trabaja en octavas como el oído y que es posible trasladar exactamente una octava de sonido en una octava de luz. Como demostración divide el espectro en 12 colores y lo hace corresponder con la escala cromática haciendo coincidir el extremo del rojo (800 nm) con un *do* de 125 ciclos por segundo (Figura 3).

Alan Wells (1980: 104) presenta una tabla (atribuida a R. Lang) comparando distintas propuestas históricas de correspondencias entre la escala musical y los colores del espectro. Se observa que, a excepción del solo caso del abate Castel, todos comienzan con la nota *do* en el extremo rojo (Figura 4).

Ralph Pridmore (1992) también intenta establecer una correspondencia exacta, pero va aún más allá, convirtiendo la frecuencia del sonido a longitud de onda (para lo cual utiliza la velocidad de la luz) y efectuando sucesivas divisiones por 2 hasta llegar al rango de longitudes de onda de la radiación visible, con lo cual determina una correspondencia entre un *do* de 261,6 ciclos por segundo y un verde de 521 nanómetros:

$$\text{Longitud de onda} = \frac{\text{Velocidad}}{\text{Frecuencia}} = \frac{299.699.947 \text{ m/seg}}{261,6 \text{ c/seg}} = 1.145.642 \text{ m,}$$

que luego de 41 divisiones por 2 da 0,000000521 m = 521 nm.

Esta idea se remonta a Thomas Young, quien dice:

*If a chord sounding the tenor C, could be continually bisected 40 times, and should then vibrate, it would afford a yellow green light: this being denoted by C<sub>41</sub>, the extreme red would be A<sub>40</sub>, and the blue D<sub>41</sub>. (1802: 38)*

[Si una cuerda que da el do del tenor pudiera ser bisectada 40 veces y todavía vibrase, produciría una luz verde amarillenta: esto estaría denotado por do<sub>41</sub>, el extremo rojo sería la<sub>40</sub> y el azul re<sub>41</sub>.]

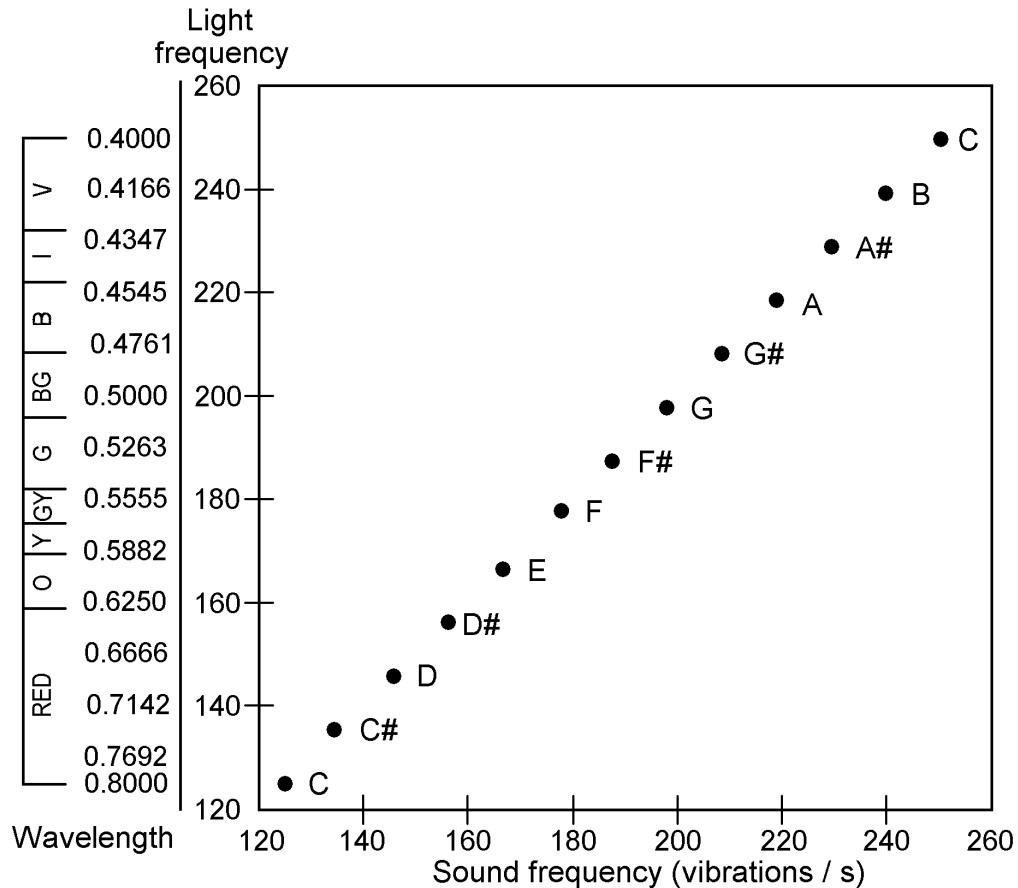


Figura 3. Relación entre las frecuencias de los sonidos (en ciclos por segundo) y de los colores (en unidades arbitrarias), propuesta por Garner (1978). Las notas musicales son nombradas, según la usanza anglosajona, por las letras del alfabeto: A-B-C-D-E-F-G = la-si-do-re-mi-fa-sol.

Note	Newton 1700	Castel 1720-1735	Finn 1881	Lind 1900	Maryon c. 1920
C	red	blue	red	259 Hz, red (476)	red
C#		sea green, blue-green	vermillion		red-orange
D	orange	green, bright green	orange	289 Hz, orange (511)	orange
D#		olive, yellow-green	yellow		orange-yellow
E	yellow	yellow	yellow-green	322 Hz, yellow (546)	yellow
F	green	apricot, yellow-orange, aurora	green	342 Hz, green (588)	yellow-green
F#		orange	blue-green		green
G	blue	red	turquoise blue	385 Hz, blue (630)	blue-green
G#		crimson	blue		blue
A	indigo	violet	indigo	427 Hz, indigo (665)	blue-violet
A#		agate, blue-violet, light purple	violet		violet
B	violet	indigo	purple	485 Hz, violet (721)	violet-red

Figura 4. Tabla comparativa de la correlación que varios autores, en distintas épocas, han hecho entre sonidos y colores (Wells 1980).

Personalmente no estoy convencido con el procedimiento de Pridmore para transponer tonos a tintes. Él descansa enteramente en el aspecto físico. Yo no creo que por el hecho de que la longitud de onda de un estímulo sea múltiplo de la longitud de onda del otro, esto sea una garantía para experimentar alguna relación, siendo que ambos estímulos están completamente alejados uno del otro, son fenómenos físicos de distinto orden —uno mecánico, el otro electromagnético— y son percibidos por distintos sentidos.

No obstante hay que destacar un aspecto en el trabajo de Pridmore. En su sistema, él respeta y da cabida a la diferencia que hay entre altura y tono del sonido. El tono es cíclico y se repite a intervalos de octava, es lo que identificamos con el nombre de las notas, mientras que la altura no, ya que varía de forma continua en una dirección. Un *do* sigue manteniendo su identidad de *do* en diferentes octavas, a pesar de que la altura ha cambiado. Esta característica es adecuadamente representada por medio de una espiral, donde en cada ciclo se vuelve al mismo lugar pero en una altura diferente.

Rachel Sebba (1991: 82) no admite que exista un paralelismo entre un tinte y un sonido determinados. No obstante, asume la hipótesis de que hay una correspondencia entre las razones de una escala musical y las razones de una escala de color, como en el caso de Newton.

En el libro de Villalobos-Domínguez (1947) aparece un ejemplo curioso de transporte de colores. Una composición determinada de colores es llevada, manteniendo las relaciones internas, a otras tonalidades con diferentes tintes. Esto es una idea claramente tomada de la música, donde un motivo musical puede ser ejecutado en distintas tonalidades —*do* mayor, *re* mayor, *mi* mayor, tonalidades menores, etc.— que si bien hacen que pueda variar el carácter del motivo no obstante no le quitan su identidad.

Existe una correspondencia entre las distintas escalas de tinte organizadas en forma circular y diferentes escalas musicales, respecto de las cantidades de tintes y de las cantidades de sonidos respectivamente. Así tenemos:



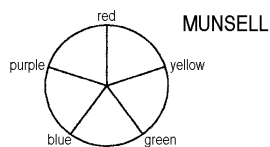
Círculos de color

Munsell	5 tintes
Küppers	6 tintes
Newton	7 tintes
Itten/Pope	12 tintes
Ostwald	24 tintes

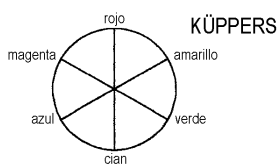
(ver también la Figura 5).

Escalas musicales

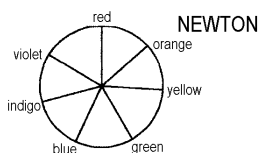
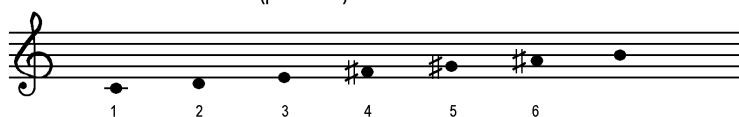
escala pentatónica, ej. música incaica
escala hexáfona, por tonos, ej. Debussy
escala diatónica, tonos y semitonos
escala cromática, ej. Bach, música temperada
escala de cuartos de tono, ej. música microtonal



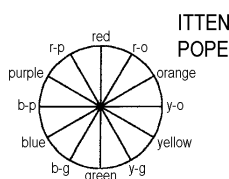
ESCALA PENTATÓNICA



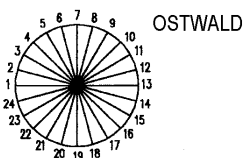
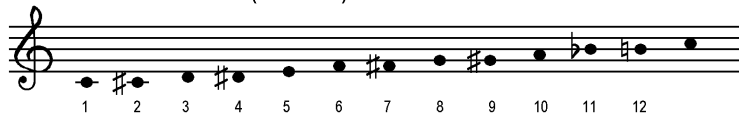
ESCALA HEXAFÓNICA (por tonos)



ESCALA DIATÓNICA (tonos y semitonos)



ESCALA CROMÁTICA (semitonos)



ESCALA MICROTONAL (cuartos de tonos)



Figura 5. Correspondencia entre algunos círculos cromáticos y algunas escalas musicales. Los 5 tintes principales de Munsell se corresponden con los 5 sonidos de una escala pentatónica, que se da en la música indígena americana. No obstante, habría una diferencia en cuanto que Munsell propone 5 intervalos iguales y la escala pentatónica tiene intervalos desiguales (intervalos en tonos: 1-1½-1-1-1½). Los 6 tintes de Küppers se corresponden perfectamente con la escala hexafónica, formada por 6 intervalos iguales (6 tonos), y que fuera muy utilizada por Debussy. Los 7 colores de Newton y su división proporcional del círculo cromático (con divisiones desiguales) se corresponden con una escala diatónica menor antigua con el sexto grado ascendido (con intervalos desiguales de tonos y semitonos). Los 12 tintes en que Itten y Pope dividen el círculo cromático en intervalos iguales se corresponden con los 12 sonidos de una escala cromática temperada, con intervalos de semitonos, que se ha venido utilizando desde la época de Bach. Los 24 tintes del círculo cromático de Ostwald se corresponden con los 24 sonidos de una escala de cuartos de tono, utilizada en el siglo XX en la música microtonal.

Al lado de estas analogías, existen también algunas diferencias notables entre el tinte y la altura. Quizás la más saliente es el hecho de que el rango auditivo comprende cerca de diez octavas mientras que el rango visible apenas cubre una "octava". Helmholtz (1866 [1962: 64, 76-77, 116-118]) señala otras diferencias entre la audición y la visión. Nota que, según las mediciones de Fraunhofer, el espectro visible es más corto que una octava. Estas observaciones y el hecho de que las divisiones de los colores en el espectro son más o menos arbitrarias, lo llevaron a la conclusión de que la comparación entre música y color debía ser abandonada. No obstante, una de las diferencias que Helmholtz señala parece no ser tal. Él se refiere a la sensibilidad diferencial del ojo y el oído cuando dice que

*at both ends of the spectrum the colours do not change noticeably for several half-tone intervals, whereas in the middle of the spectrum the numerous transition colours of yellow into green are all comprised in the width of a single half-tone. This implies that . . . the magnitudes of the colour intervals are not at all like the gradations of musical pitch . . .* (1866 [1962: 77])

[en ambos extremos del espectro los colores no cambian de manera notable por varios intervalos de semitonos, mientras que en el medio del espectro los numerosos colores de transición del amarillo al verde están todos comprendidos en el ancho de un solo semitono. Esto implica que ... las magnitudes de los intervalos de color no son en absoluto como las gradaciones de la altura musical ...]

Esto se debe al hecho de que Helmholtz está comparando la totalidad del rango visible con solamente una octava del rango audible. Si uno toma el rango auditivo completo, puede observarse que la sensibilidad del oído también disminuye al aproximarse a las frecuencias muy altas o muy bajas.

En algunos campos la comparación tiene consecuencia prácticas y no debería ser descartada como propone Helmholtz. Hüseyin Yilmaz (1967) encontró ciertas analogías entre el color y el habla susurrada —especialmente con respecto a la percepción de las vocales— y predijo la posibilidad de sustitución sensorial por la cual los sordos podrían ser enseñados a hablar y los ciegos a leer.

Debemos concluir entonces que existe alguna clase de relación entre el tinte y la altura. No obstante, deberíamos considerar esto como una analogía general, sin intentar tomarla en todos los aspectos.

### **Luminosidad del color y sonoridad**

La magnitud física de intensidad lumínica tiene su correlato sensorial en la luminosidad o claridad, que es la variable que encontramos en la escala de grises en la mayoría de los sistemas de orden del color.

La magnitud física de intensidad sonora tiene su correlato sensorial en la sonoridad, aquello a que nos referimos cuando hablamos de sonidos fuertes o débiles. De todas maneras hay que aclarar, como demuestran Stevens y Davis (1938), que tal relación no es lineal. Un determinado incremento de la intensidad no se corresponde con un incremento igual en la sonoridad percibida.

Aquí se asume que la luminosidad del color tiene un fuerte correlato con la sonoridad. Ambas sensaciones se derivan de un mismo tipo de variable física: la intensidad. La lógica indica que colores claros se deben corresponder con sonidos fuertes, mientras que colores oscuros con sonidos débiles. En los extremos, el negro (la ausencia de luz) equivaldría al silencio (la ausencia de sonido) y el blanco (la máxima percepción de luminosidad) equivaldría al máximo volumen perceptible.

Algunas otras investigaciones pueden ser tomadas para dar sustento a esta relación: Stevens y Guirao (1963: 184-185) describen un experimento en el que hicieron que una serie de observadores utilizaran la longitud aparente de una línea como variable para representar la sonoridad y la luminosidad. Si bien los autores no lo establecen explícitamente, de hecho están reconociendo una cierta relación entre la sonoridad y la luminosidad. Por otro lado, los observadores representaron obviamente una mayor sonoridad y una mayor luminosidad con una mayor longitud de línea. De esto sencillamente se infiere que también se asocia un aumento de la sonoridad con un aumento de la luminosidad.

Ralph Pridmore (1992) construyó un transductor que transforma estímulos sonoros en estímulos lumínicos de color. En este aparato, la sonoridad es representada por medio de la luminosidad.

En resumen, para dar un ejemplo, podemos comparar una serie de sonidos donde varía la sonoridad, manteniéndose la altura constante, con la variación de valor en el atlas Munsell, manteniéndose constante el tinte (Figura 6).

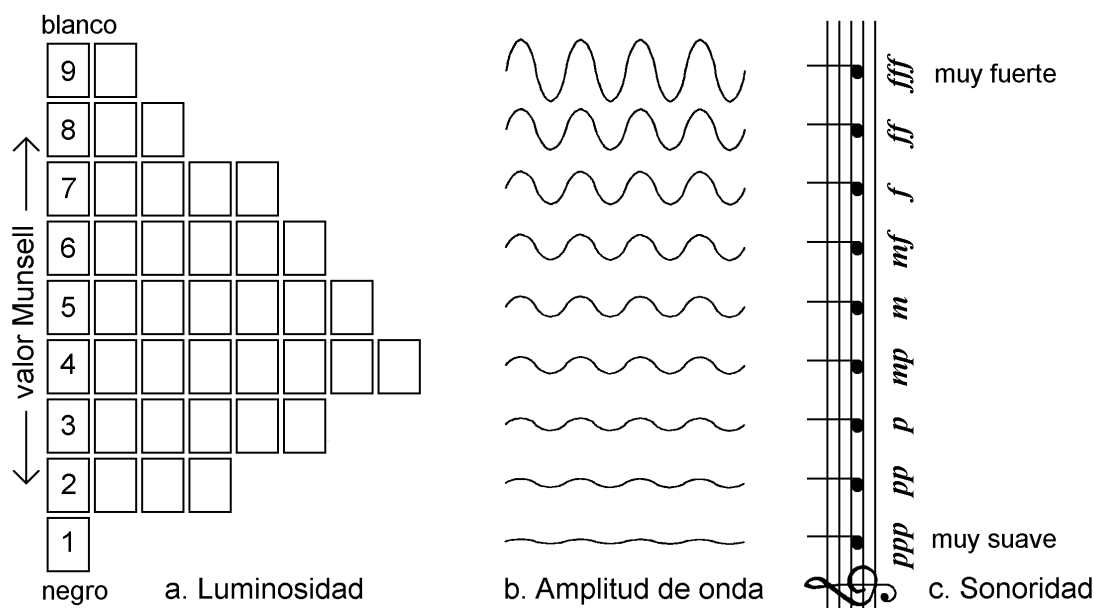


Figura 6. Comparación entre la luminosidad en color y la sonoridad en música. (a) Un plano de tinte constante del atlas Munsell con la variación de valor (o luminosidad) que aumenta hacia arriba en dirección vertical. (b) Representación del aumento de intensidad del sonido por medio de la amplitud de onda. (c) Notación musical tradicional de una escala de sonoridades.

## Saturación del color y timbre del sonido

Hasta donde tengo conocimiento, la correlación entre las variables saturación o croma en color y timbre en sonido, nunca ha sido profundizada. Tal relación me parece que es posible y ya había sido anticipada en un trabajo (Caivano 1989), donde se comparaba principalmente las organizaciones de forma con las organizaciones sonoras. Más tarde encontré que Woodworth y Schlosberg (1954: 364) habían propuesto el mismo correlato —saturación con timbre— además de los otros más usuales —tinte con altura y luminosidad con sonoridad. De todas maneras, dichos autores solo mencionan las correspondencias, sin proveer argumentos, referencias o fuentes que puedan ampliar o dar sustento a sus proposiciones.

El timbre es la variable del sonido que depende de la manera en que se agrupan los sonidos armónicos alrededor de un sonido fundamental; tiene que ver con la cantidad e intensidad relativa de estos armónicos; podríamos decir que es lo que hace a la "complejidad" del sonido.<sup>6</sup> Esta es la variable por la cual podemos distinguir los sonidos de los diferentes instrumentos o voces humanas aunque estén emitiendo la misma nota. Muchas veces se ha llamado al timbre el "color" del sonido (Miller 1939). Se habla de timbres puros, ásperos, suaves, aterciopelados, etc.

Un sonido puro es aquel que no posee armónicos, tal como el sonido que produce un diapason de horquilla. En términos físicos es un movimiento ondulatorio simple y se representa por una senoide (Figura 7b, sector derecho). Todos los instrumentos musicales tradicionales producen sonidos con armónicos, es decir, sonidos relativamente complejos donde al movimiento ondulatorio del sonido fundamental se le superpone la vibración de los sonidos armónicos. La representación de esto es una onda de forma compleja pero cíclica, es decir que la forma compleja se repite con ciertos períodos (Figura 7b, sector central). Si la complejidad es tal que no existe un patrón que se repita, entonces lo que percibimos es un ruido (Figura 7b, sector izquierdo). Lo que marca la diferencia entre un sonido y un ruido es que las vibraciones del sonido son periódicas mientras que las del ruido son aperiódicas. Ahora bien, esta es una división que en los casos límite no puede hacerse tan taxativamente; sería más correcto entenderlo como un fenómeno con distintos grados de complejidad en la periodicidad. Simplificando, podríamos decir que en una escala de timbres tenemos un sonido puro en un extremo y un ruido en el otro.

La saturación, por su parte, es la variable del color que hace que diferenciamos un tono puro de uno grisáceo, aunque ambos posean el mismo tinte. La saturación también suele ser llamada pureza del color o grado de croma. El término "pureza" describe un aspecto físico objetivo y se aplica a las fuentes o estímulos lumínicos. La luz monocromática —es decir, la luz tomada de una porción muy angosta del espectro, con una longitud de onda específica— posee un 100 % de pureza, mientras que la luz blanca —compuesta por todas las longitudes de onda del espectro— tiene un 0 % de pureza. La saturación es el correlato subjetivo de la pureza; la palabra "saturación" se aplica a las

---

<sup>6</sup> Cualquier persona puede hacer el siguiente experimento sencillo en un piano. Manteniendo apretado el pedal modal (el pedal del medio en los pianos de cola), se bajan, cuidando de no producir sonido, las teclas correspondientes a las notas *do*<sub>2</sub>, *sol*<sub>2</sub>, *do*<sub>3</sub>, *mi*<sub>3</sub>, *sol*<sub>3</sub>, *si bemol*<sub>3</sub>, que son los primeros de la serie de armónicos. Luego se toca con fuerza el *do* más grave (*do*<sub>1</sub>) y al momento se comenzará a escuchar sucesivamente, superpuestos a ese *do* grave, la serie de sonidos armónicos.

sensaciones. En una escala de saturación tenemos un color intenso o puro en un extremo y un gris en el otro (Figura 7a).

Kandinsky (1912 [1947: 45]) menciona que muchos colores son descritos, en sentido táctil, como ásperos o espinosos, mientras que otros como suaves y aterciopelados. Vimos que estos adjetivos son también aplicados a los timbres de los instrumentos musicales.

Como dijimos, un sonido complejo es un compuesto de varias vibraciones relacionadas que corresponden a los diferentes armónicos y un sonido puro está hecho de una única vibración. De la misma manera, el blanco o cualquier color acromático es el resultado de varias longitudes de onda combinadas (una porción amplia del espectro) y un color puro está hecho de una única longitud de onda (una porción muy angosta del espectro). Entonces, desde el punto de vista físico, los correlatos son: un ruido con un color acromático, un sonido complejo intermedio —típico de los instrumentos tradicionales— con un color desaturado intermedio, y un sonido puro —el del diapasón— con un color puro o saturado.

Podemos comparar una escala de saturación (o croma) del atlas Munsell con una serie de sonidos: uno puro, algunos de cierta complejidad y un ruido (Figura 7).

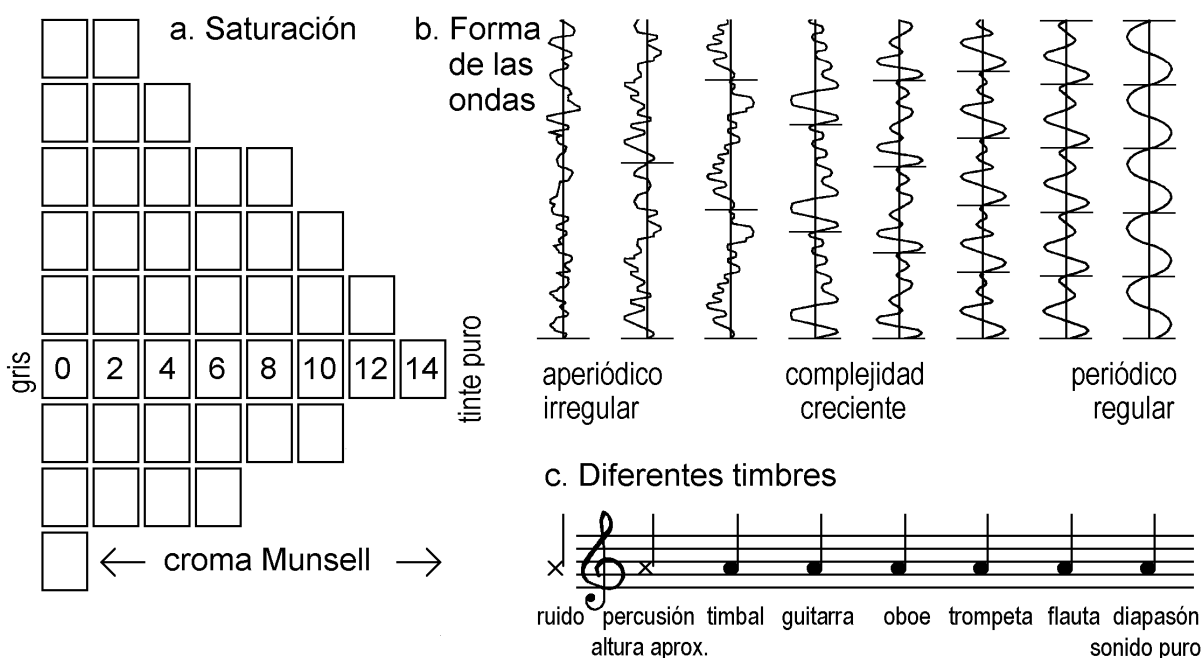


Figura 7. Comparación entre la saturación en color y el timbre en música. (a) Un plano de tinte constante del atlas Munsell con la variación de croma (o saturación), que aumenta de izquierda a derecha en dirección horizontal. (b) Representación de distintos timbres por medio de oscilogramas; la diferencia está dada por la complejidad y periodicidad de las ondas. (c) Diferentes instrumentos musicales, que producen distintos timbres, ubicados en correspondencia con los oscilogramas.

Psicológicamente, el sonido puro es percibido como "límpido", mientras que el ruido como "sucio". Podemos decir que el sonido puro es saturado mientras que el ruido es

desaturado. El sonido puro se experimenta como "suave" al igual que el tinte puro, mientras que el ruido como "áspero" al igual que el color grisáceo.

Es importante notar aquí que algunas personas sienten al sonido producido por un instrumento como más "colorido" que el sonido de un diapasón, haciendo la analogía en la dirección opuesta a la que hemos planteado. Estas opiniones deben ser tenidas en cuenta, ya que no hay ninguna garantía de que la analogía física deba coincidir con la psicológica. En algunos experimentos parciales, donde presenté a diversas personas series de sonidos de distinto timbre y colores de distinta saturación, aproximadamente el ochenta por ciento de las personas relacionaron los sonidos puros con los colores saturados y el ruido con los grises o acromáticos —resultados que concuerdan con el correlato físico— mientras que solo el 20 por ciento de la gente hizo la elección contraria.

El trabajo de Yilmaz (1967) puede también ser citado para dar sustento a las correlaciones que hemos propuesto hasta este punto. Este autor describe un espacio tridimensional en forma de cono que representa la organización de los sonidos del habla. Este modelo tiene la misma clase de organización que posee un sistema de orden o un espacio de color.

### **Tamaño del color y duración del sonido**

Existe, tanto para el color como para el sonido, una cuarta variable o dimensión, sin la cual ninguno de los dos fenómenos podría existir para la percepción. Para el color, esta dimensión es el tamaño, sea un área o un volumen, que ocupa el estímulo de color; para el sonido es la extensión temporal o duración del estímulo auditivo.

El color es un signo espacial, sin un cierto desarrollo en el espacio no puede ser percibido. Ya sea que se trate de color-pigmento o de color-luz, el estímulo necesita darse en una cierta superficie en relación a la distancia del observador para que éste pueda percibirlo como tal y pueda discriminar las otras variables de tinte, luminosidad y saturación.

El sonido es un signo temporal, sin un cierto desarrollo en el tiempo no puede ser percibido. El estímulo sonoro necesita tener una duración determinada para que un oyente pueda percibirlo como tal y pueda discriminar las otras variables de altura, sonoridad y timbre. En general, con una duración de 1/20 de segundo ya puede tenerse una sensación clara de altura. De todas maneras el tema no es simple ya que la mínima duración necesaria puede variar entre 1/20 y 1/100 de segundo según la frecuencia del sonido. Este y otros aspectos de la duración en relación a la altura del sonido es tratado en Stevens y Davis (1938: 100-106).

A partir de lo dicho, resulta evidente que pueda proponerse, con cierta lógica, una correlación entre el tamaño del color y la duración del sonido.

### **Comentarios finales y aplicaciones**

Junto con todas estas correlaciones, debemos también reconocer una diferencia importante entre color y sonido, diferencia que es más general que las planteadas para el tinte y la altura. La misma aparece en la relación entre estímulos y sensaciones. Los estímulos de color pueden diferir en su composición espectral y no obstante suscitar sensaciones

de color idénticas, constituyendo lo que se conoce como el fenómeno de metamerismo. Por ejemplo, el color amarillo producido por una luz homogénea puede ser igualado mediante varios compuestos de distintas luces rojas y verdes a diferentes intensidades. Este fenómeno, que aparece en la base de la ciencia colorimétrica desde sus comienzos,<sup>7</sup> no ocurre con los estímulos acústicos y las sensaciones sonoras.

Más que establecer conclusiones sobre el tema, esta ponencia ofrece líneas a ser investigadas. Por ejemplo, podrían diseñarse experimentos para verificar las correlaciones psicológicas y ver en qué casos coinciden con las físicas. Las correlaciones psicológicas pueden o no coincidir con las físicas, y pueden incluso ser diferentes para grupos culturales distintos. En este sentido, no hay correlaciones universales, de la misma manera que no hay significados universales para ninguna clase de signo. Siendo conscientes de esto, podemos utilizar las correlaciones de acuerdo con propósitos específicos. Un compositor que apunta a afectar los sentimientos de su audiencia puede dirigirse a las asociaciones psicológicas, pero un ingeniero que intenta hacer que un artefacto convierta estímulos luminosos en estímulos sonoros, o viceversa, tendrá que pensar sobre la base de correlaciones físicas.

En un próximo estudio, las correlaciones planteadas serán contrastadas mediante experimentación con un cierto número de observadores que evalúen y relacionen subjetivamente, sonidos de diferente altura, sonoridad, timbre y duración con colores de distinto tinte, luminosidad, saturación y tamaño. Es probable que las elecciones de cada observador varíen según su grado de conocimiento, entorno cultural y modo de abordar la experiencia (si lo hacen atendiendo exclusivamente a su sensibilidad o primera reacción o empleando alguna dosis de elaboración conceptual). No obstante, para un determinado grupo cultural, debería esperarse una cierta consistencia entre todos los resultados individuales, así como una concordancia, al menos en los aspectos generales, entre los resultados y las hipótesis asumidas.

Las interacciones físicas entre la luz y el sonido han encontrado aplicaciones prácticas en distintas épocas, yendo desde inventos tales como el fonógrafo construido por Graham Bell y Tainter (Hutt, Snell y Bélanger 1993) —aparato que modulaba la intensidad de la luz en respuesta a las vibraciones de la voz de un hablante y podía enviar estas señales a un lugar distante donde la luz era nuevamente convertida en sonido de tal manera que una persona podía escuchar la voz del hablante— al campo un poco más reciente de la acusto-óptica basada en el láser y técnicas de alta frecuencia acústica (Adler 1967).

También pueden concebirse aplicaciones con propósitos artísticos o educativos (Mossi 1993), por ejemplo sistemas para aprender música mediante la ayuda de colores o métodos para enriquecer la notación musical. Es evidente que todo esto puede tener aplicaciones en cine y video, donde se trabaja con la imagen y con el sonido y se puede armonizar o crear contrastes entre los dos factores.

---

<sup>7</sup> Ver Maxwell (1860: 57-58, 60, 77-78); ver también Zaidi (1993: 270). La importancia del metamerismo como piedra fundacional para la ciencia de la colorimetría ha sido destacada por Evans (1974: 6, 25-31, 48, 83).

## Referencias

- ADLER, Robert. 1967. "Interaction between light and sound", *IEEE Spectrum* **4**, mayo, 42-54.
- ARISTÓTELES. i.384-322 AC. *De sensu et sensibilia*.
- CAIVANO, José Luis. 1989. "Coincidences in the syntactics of diverse systems of signs used in architecture, visual arts, and music", en *Semiotics 1989, Proceedings of the 14th Meeting of the Semiotic Society of America*, Indianapolis, julio, ed. J. Deely, K. Haworth y T. Prewitt (Lanham, Maryland: University Press of America, 1990), 175-184.
- EVANS, Ralph M. 1974. *The perception of color* (Nueva York: John Wiley & Sons).
- GARNER, W. 1978. "The relationship between colour and music", *Leonardo* **2**, 225-226.
- GOETHE, Johann Wolfgang von. 1808-1810. *Materialien zur Geschichte der Farbenlehre, Zur Farbenlehre* (Tubingen: Cotta). Trad. española, *Teoría de los colores* (Buenos Aires: Poseidón, 1945).
- GRAVES, Maitland. 1941. *The art of color and design* (Nueva York: McGraw-Hill).
- HELMHOLTZ, Hermann L. F. 1866. *Handbuch der Physiologischen Optik* (Hamburgo: Verlag von Leopold Voss). Trad. inglesa de la 3ra ed. alemana (1909) *Treatise on physiological optics*, ed. por James P. C. Southall (Nueva York: Dover, 1962).
- HUTT, D. L., K. J. SNELL y P. A. BÉLANGER. 1993. "Alexander Graham Bell's photophone", *Optics & Photonics News*, junio, 20-25.
- JACOBSON, Egbert, Walter C. GRANVILLE y Carl E. FOSS. 1948. *Color harmony manual* (Chicago: Container Corporation of America).
- KANDINSKY, Vassily. 1912. *Über das Geistige in der Kunst* (Munich: R. Piper). Traducción inglesa por Michael Sadleir, *The art of spiritual harmony* (Londres: Constable 1914). Retraducción por F. Golffing, M. Harrison y F. Ostertag, *Concerning the spiritual in art* (Nueva York: Wittenborn, Schultz, 1947).
- 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** (parte I), 57-84.
- MILLER, Dayton C. 1939. "Musical tone-color", en *Papers read at the International Congress of Musicology*, Nueva York, ed. S. Mendel, G. Reese y G. Chase, publ. por la Music Educators National Conference for the American Musicological Society (Richmond, Virginia: The William Byrd Press, 1944).
- MOSSI, Alberto Facundo. 1993. "La couleur synesthésique à l'enseignement —la couleur des instruments musicaux— système empirique", en *AIC Colour 93, Proceedings of the 7th Congress of the International Colour Association*, vol. C, ed. A. Nemcsics y J. Schanda (Budapest: Hungarian National Colour Committee), 42-47.
- MUNSELL, Albert H. 1905. *A color notation*, 1ra-4ta ed. (Boston: Ellis), 5ta ed. en adelante (Baltimore, Maryland: Munsell Color Company, 1946).
- NEWTON, Isaac. 1704. *Opticks, or a treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light* (Londres: Smith and Walford). Se ha utilizado una edición basada en la 4ta edición de 1730 (Nueva York: Dover, 1952).
- POPE, Arthur. 1949. *The language of drawing and painting* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).



- PRIDMORE, Ralph W. 1992. "Music and color: Relations in the psychophysical perspective", *Color Research and Application* **17** (4), febrero, 57-61.
- SEBBA, Rachel. 1991. "Structural correspondence between music and color", *Color Research and Application* **16** (2), 81-88.
- STEVENS, Stanley Smith, y Hallowell DAVIS. 1938. *Hearing. Its psychology and physiology* (Nueva York: John Wiley & Sons).
- STEVENS, Stanley Smith, y Miguelina GUIRAO. 1963. "Subjective scaling of length and area and the matching of length to loudness and brightness", *Journal of Experimental Psychology* **66**, 177-186.
- VERNON, M. D. 1962. *The psychology of perception* (Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra: Penguin Books).
- VILLALOBOS-DOMÍNGUEZ, C., y Julio VILLALOBOS. 1947. *Atlas de los colores* (Buenos Aires: El Ateneo).
- WELLS, Alan. 1980. "Music and visual color: A proposed correlation", *Leonardo* **13**, 101-107.
- WOODWORTH, Robert S., y Harold SCHLOSBERG. 1954. *Experimental psychology* (Nueva York: Holt, Rinehart and Winston).
- YILMAZ, Hüseyin. 1967. "A theory of speech perception", *Bulletin of Mathematical Biophysics* **29**, 793-825.
- YOUNG, Thomas. 1802. "On the theory of light and colours", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 12-48.
- ZAIDI, Quasim. 1993. Comentario a la republicación de Maxwell (1860), *Color Research and Application* **18** (4), 270-271.