

Rescate y actualización de la “Gramática del Color” de Munsell, cien años después.

Autora

MSc. Miriam Abreu Oramas, miriama@isdi.co.cu / abreu.miriam@gmail.com
Instituto Superior de Diseño (ISDi) Cuba.

RESUMEN

Desde 1905 Albert Munsell dio a conocer un modelo para colores de pigmentos, conceptualmente preciso, denominado: “árbol de color”. A partir de 1931, han surgido diversos modelos de colores de luces, para ser digitalizados, en los que se ha intentado alcanzar la precisión del “árbol”, sin éxito. Este trabajo indaga en las causas que provocan la imprecisión de los modelos actuales para colores de luces, con vista a proponer un modelo, digitalizable, preciso y útil al Diseño, teniendo como paradigma el de Munsell.

Se han seguido los métodos histórico – lógico, explicativo, comparativo y deductivo. Fueron analizados y comparados los modelos HSV, HLS y HSB, utilizados en Diseño, surgidos con posterioridad al “árbol” y al Cubo RGB para colores de luces. Se identificaron imprecisiones específicas y generales de los mismos cuya causa principal es el condicionamiento del color a la morfología de cada modelo.

Ha sido propuesto un modelo para colores de luces, digitalizable, en el que cada color ocupa un punto (X,Y,Z), resultante de la interpretación algorítmica de la claridad, la saturación, y la composición de la croma a través del concepto Razón Cromática (RC), cuyas funciones son de nominación del tinte, de control en el modelo monocromático y de orden en la búsqueda de escalas de colores. La morfología irregular del mismo representa rigurosamente al fenómeno color y está en correspondencia conceptual con la teoría de Hemholtz asumida e interpretada por Munsell en su “árbol de color”.

Palabras claves: física del color, teoría del color, modelos de colores, tinte, claridad, saturación, analogía, contraste.

INTRODUCCIÓN

El color, como valioso recurso para la creación de formas, tiene la particularidad de multiplicarse por tres. Cada una de sus tres cualidades: tinte, claridad y saturación es un recurso en sí misma y las tres se integran en “el todo”, en el color. Comprender la física del color, desde las cualidades, independientes e integradas, es esencial para estudiar y transformar las formas y su posible percepción, entendiendo que a la forma percibida la antecede una forma física. Toda información, que posibilite, físicamente, la constatación de las analogías o contrastes de cada una de las cualidades del color, sería una valiosa contribución no solo para la modelación de armonías formales sino también en problemas funcionales como pudiera ser “alcanzar una legibilidad controlable de las palabras, así como regularidad en la oscuridad de los planos en los que se fuera a aplicar la tipografía” (Fontana, 2005, p.18)¹

Desde la antigüedad han sido generados muchos y variados modelos para organizar el color, siendo el modelo creado por Munsell, para la industria de las pinturas, en 1905, denominado “árbol de color”, el más reconocido para las artes y el diseño, por su rigurosidad y precisión.

Desde la primera mitad del siglo XIX, la física necesitó realizar la interpretación numérica de los colores de luces para referirse a ellos de forma más precisa. Este es el punto de partida de la información que nos muestran hoy los modelos para este tipo de colores. La interpretación matemática fue realizada por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) relacionadas con las definiciones teóricas sobre las cualidades de los colores enunciadas por Hemholtz (López, 1982, p. 68)² a fines del siglo XVIII, así como las magistrales interpretaciones realizadas por Munsell, mediante modelos tridimensionales, a principios del siglo XIX (Homann, 2009)³. Todo con la finalidad de que la información se ajustara a los requerimientos de los diseñadores y artistas.

Posteriormente surgen los modelos HSV, HLS y HSB. En este trabajo se realiza un análisis individual y comparativo de estos tres modelos, utilizados actualmente para estudios de colores de luces. El estudio arroja falta de concordancia entre la teoría, la visualidad de los colores, la interpretación numérica de las cualidades y la propia relación entre colores. Estas incongruencias se convierten en obstáculos, tanto para introducir a los alumnos en la física del color, como para aplicar rigurosamente los modelos, en el trabajo profesional.

Del resultado del análisis comparativo, se desarrolla una propuesta de modelo, al que se llega mediante la modelación matemática de las definiciones de Helmholtz sobre las cualidades del color, y teniendo como paradigma la interpretación que, de las mismas, hizo Munsell, en su "árbol de color".

Se exponen, además, algunas de las ventajas que el nuevo modelo proporcionaría, tanto para la docencia en Diseño, como para estudios profesionales de color.

DESARROLLO

Evolución de los modelos de Munsell, para colores de pigmentos, y el concepto de modelo.

Desde 1900, Munsell ya había creado y patentado un modelo de color, esférico (Red Gráfica Latinoamericana)⁴. Durante su uso comprendió que la esfera no le permitía la representación rigurosa de las tres cualidades del color. Cinco años después, dio a conocer el "árbol", con el que alcanzó reconocimiento internacional y fue invitado a dictar conferencias en varios países europeos, por la extraordinaria precisión de su modelo en el que interpretó el color, según la teoría enunciada por Hemholtz, en 1860.

¿Qué es un modelo?

Definición de modelo: "... formulación que imita un fenómeno del mundo real y por medio del cual podemos efectuar predicciones. Estos pueden ser verbales, gráficos y numéricos" (HispaNetwork, 2007)⁵.

En relación con el modelo, (Badillo, 2004, p. 303)⁶ menciona que N. R. Hanson en 1958, alertó a los científicos sobre la posibilidad de que sus ideas emanaran de las propiedades lógicas del modelo en sí, sin relación alguna con los fenómenos investigados, pudiendo caer exclusivamente en el estudio del modelo.

De lo anterior se puede decir que, en "el árbol", el fenómeno es exactamente "el color", expresado con precisión a través de las tres cualidades, enunciadas por Hemholtz y adoptadas por Munsell.

¿Qué cambio evidente se operó entre ambos modelos de Munsell?

Para desarrollar “la esfera”, Munsell identificó un cuerpo geométrico simple, en el que trató de insertar toda la complejidad del color: sus cualidades independientes, la integración de las mismas en cada color y la relación entre colores.

Para desarrollar “el árbol” representó cada uno de los colores en su complejidad (tinte, claridad y saturación). Todo ello adquirió una geometría compleja, no condicionada previamente, el modelo se desarrolló con la libertad visual de “un árbol”.

Cuando Munsell eligió la esfera como contenedor del fenómeno color, supeditó el fenómeno al modelo, constató en la práctica que el modelo no representaba al fenómeno y decidió conceder al fenómeno el protagonismo que le correspondía en el modelo. El contenedor del nuevo modelo quedó supeditado a la complejidad del fenómeno. Había probado que el color “no cabía” en un cuerpo geométrico simple. Nació entonces “el árbol de color”.

Características del “árbol de color”.

El “árbol” cuenta con un eje central de 10 claridades, alrededor del cual hay 100 tintes, cinco de ellos, colores primarios y cinco secundarios (Silvestrini, 1994, p. 70)⁷, nominados con una alta visualidad, en los que se expresa, con letras y números, las cualidades de la mezcla. Los colores puros se encuentran organizados de manera que no forman una circunferencia cromática ni siquiera en la proyección horizontal del modelo, ver figura 1. La causa es que Munsell no solo tuvo en cuenta la diferencia de claridades de los colores puros, sino que también dejó abierta la saturación, considerando que existían pigmentos, que aún no habían podido ser extraídos con su máxima pureza de las fuentes naturales (López, 1982, p. 73)⁸ y lo reflejó en su modelo. Es por eso que él describió la saturación como: “...distancia psicológica que separa al color del gris neutro de igual valor” (González, 1994, p. 211)⁹

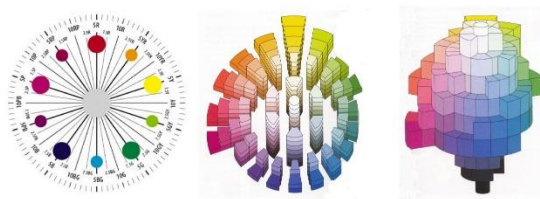


Figura 1. “Árbol de color” de Munsell.

Nominación de tintes y estructura.

Quizás por problemas de traducción, se registran diferentes versiones terminológicas empleadas por Munsell para designar las cualidades de los colores. Es común que sean tratados, como sinónimos, términos que en el modelo de Munsell, corresponden a conceptos diferentes. En este sentido, en opinión de la autora, destacan dos dúos terminológicos:

Croma y color. En el modelo *la croma* es el tinte, llamado por Munsell, tono; *el color* es la integración del tinte, la claridad y la saturación. En una sección monocromática del modelo, como indica su nombre, hay un solo *tinte o croma* y tantos *colores* como muestras haya.

Croma y cromaticidad. Si la *croma* es el tinte, la *cromaticidad* es la cantidad de *croma* que tiene el color, es decir la cantidad de tinte, la saturación.

Todos los colores puros tienen 100% de cromaticidad o saturación, con independencia de la croma que los distinga. Cuando la cromaticidad es 0%, el color es acromático, carece de croma o tinte.

La precisión de Munsell para describir los tintes, y colores derivados de ellos, en estructuras monocromáticas de contornos irregulares, hizo del “árbol” un modelo conceptualmente coherente, pero aparentemente complejo, para ser digitalizado.

Presencia de la teoría de Munsell en modelos comúnmente utilizados en diseño, a partir de 1931.

Munsell fallece en 1918, su “Gramática del Color”, debió ser reinterpretada, en ocasiones por especialistas ajenos a las artes y el diseño, lo que podría haber matizado la evolución posterior de los modelos, alejándolos algo de las necesidades de los diseñadores. A continuación, un análisis de algunos de los más utilizados para el diseño.

Modelo de partida para colores de luces, el Cubo de color CIE.

En 1931 se crea, por el Comité Internacional de la Iluminación (CIE), el “Cubo RGB”, espacio de color, especialmente concebido para colores de luces, vinculado al diagrama de cromaticidad CIE, *ver Figura 2.*

El cubo entra en contacto con el diagrama de cromaticidad en el punto en que confluyen todas las luces (color blanco). El punto blanco es extremo de un segmento de recta perpendicular al diagrama, diagonal interior del cubo, cuyo otro extremo es negro (ausencia de luz). La diagonal, colocada en posición vertical, es escala de claridades y lugar de acromáticos del modelo cúbico.

Los seis vértices restantes del cubo se encuentran en dos alturas diferentes. Aunque a los colores primarios les son asignadas claridades más bajas que a los secundarios, no es real que todos los colores primarios de luces tengan la misma claridad, tampoco la de los secundarios, ni que las del resto de los colores puros varíen regularmente, describiendo una línea recta.

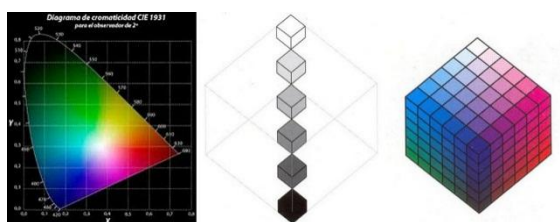


Figura 2. Cubo RGB. Tomada de:

**Digitales Color- Management. Jan- Peter Homann.
Springer- Verlag. 2000. pág. 24, 25. Berlín. Alemania**

En el “Cubo RGB” la ubicación de los colores ha sido condicionada por la geometría del modelo. No obstante, este modelo es un importante referente en cuanto a la composición por luces de cada color, pero no brinda información en relación con la claridad y la saturación de los colores.

El “Cubo RGB” se convirtió en un hito para la generación de modelos de luces. Después de él surgieron otros con la función de informar sobre el tinte, la claridad y la saturación. Tres de ellos, el HSV, el HLS y el HSB han tenido una fuerte presencia en programas informáticos, utilizados actualmente por los diseñadores.

Análisis independientes y comparativos de los modelos HSV, HLS, HSB.

En estos modelos la saturación de los colores puros es siempre 100% por tratarse de colores de luces, todos los colores puros pueden ser logrados con tres luces.

Los análisis estarán centrados en las siguientes variables:

Morfología del modelo, lugar de acromáticos, lugar de colores puros, visualidad en la descripción del tinte, morfología de la sección monocromática, concordancia conceptual entre valores de claridad y saturación en relación con la teoría asumida por Munsell, correspondencia entre el color, como fenómeno, y su ubicación en el modelo.

HSV (Hue, Saturation, Value)

Cono circular recto, insertado en una retícula cilíndrica, de referencia, ver figura 3.

Cuenta con un lugar de acromáticos, como eje central, que es escala de claridades y va del blanco al negro, vértice del cono.

El lugar de colores puros es una circunferencia al nivel del color blanco.

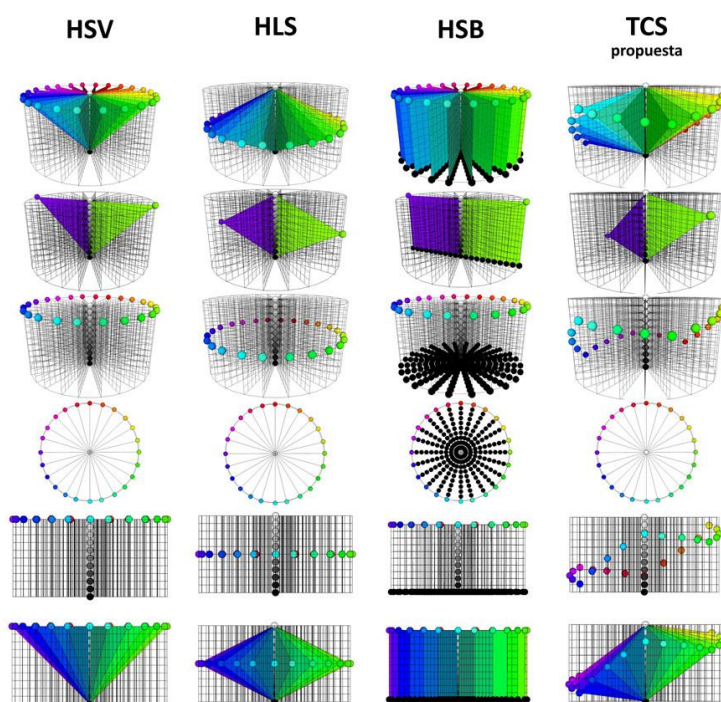


Figura 3. Características de HSV, HLS, HSB y “TCS” propuesta. En cada columna: Perspectivas, general del modelo, de secciones y de lugares de acromáticos y cromáticos. Vista Superior y Vista de Frente de lugares de acromáticos y cromáticos. Vista de Frente del modelo.

El tinte es nominado angularmente, partiendo del rojo (0°), aumenta en el sentido de las manecillas del reloj hasta completar la circunferencia. La nominación es poco visual, sobre todo para tintes no correspondientes con ángulos notables.

A cada tinte le corresponde un triángulo rectángulo, monocromático, vertical. El cateto vertical coincide con el lugar de acromáticos; en el horizontal, están los colores aclarados del puro al blanco y en la hipotenusa, los oscurecidos del puro al negro. *Todas las secciones monocromáticas son, morfológicamente, idénticas.*

Los colores puros tienen, como corresponde, 100% de saturación.

A todos los colores puros se les ha asignado 100% de claridad, por haber hecho coincidir la circunferencia cromática, en altura, con el color blanco, obviando la verdadera claridad de cada color puro. Eso equivale a decir que todos los colores puros tienen "la claridad del blanco".

Los valores de las claridades entre matrices monocromáticas son iguales con independencia del color puro o tinte al que pertenezcan. *No es posible una comparación objetiva entre colores derivados de diferentes tintes a partir del modelo HSV.*

*Han sido supeditados los valores de la claridad de todos los colores a la geometría del modelo. **HLS (Hue, Lightness, Saturation) o HSL (Hue, Saturation, Lightness)***

Conos circulares rectos unidos por su base, insertado en una retícula cilíndrica, de referencia, **ver figura 3.**

Cuenta con un lugar de acromáticos como eje central, que va del blanco al negro, vértices superior e inferior del modelo, respectivamente.

Una circunferencia, como lugar de colores puros, al nivel del gris medio.

La nominación del tinte es poco visual, es angular.

A cada tinte le corresponde un triángulo isósceles, monocromático, vertical. El lado desigual y vertical es el lugar de acromáticos y los lados iguales contienen a los colores aclarados, del puro al blanco, y a los oscurecidos, del puro al negro. *Todas las secciones monocromáticas son, morfológicamente, idénticas.*

Los colores puros tienen, como corresponde, 100% de saturación.

A todos los colores puros les ha sido asignado 50% de claridad, por haber hecho coincidir la circunferencia cromática, en altura, con el gris medio. Eso equivale a decir que todos los colores puros tienen "la claridad del gris medio".

Los valores de las claridades entre matrices monocromáticas son iguales con independencia del color puro o tinte al que pertenezcan. *No es posible una comparación objetiva entre colores derivados de diferentes tintes a partir del modelo HLS.*

Han sido supeditados los valores de la claridad de todos los colores a la geometría del modelo, excepto los que tengan 50% de claridad.

HSB (Hue, Saturation, Brightness)

Cilindro circular recto, coincidente con una retícula cilíndrica, de referencia, ver Figura 3.

El modelo HSB, *tiene dos lugares de acromáticos.* El eje vertical, escala de claridades y el otro lugar ha sido localizado en la base. Lo que en los anteriores modelos fue un punto, en el HSB es un círculo de color negro, base del cilindro circular recto.

El lugar de colores puros es una *circunferencia al nivel del color blanco, igual que en el HSV.* La nominación del tinte es muy poco visual, es angular.

A cada tinte le corresponde un cuadrado, monocromático, vertical. Un lado vertical es el lugar de acromáticos; el otro coincide con la generatriz del cilindro, contiene al color puro y a los oscurecidos hacia el negro. En el lado superior los aclarados del puro al blanco y el lado inferior, es de color negro.

Todas las secciones monocromáticas son, morfológicamente, idénticas.

Los valores de saturación fueron asignados, se partió de la definición de Munsell: “distancia psicológica que separa al color del gris neutro de igual valor”, refiriéndose a su modelo; la definición fue descontextualizado y se asumió que *todos los colores que se encuentran en la superficie cilíndrica tienen 100% de saturación*, por estar ubicados a la mayor distancia posible de la escala de acromáticos, sin considerar que esos colores están siendo mezclados sistemáticamente con negro, en la vertical, hasta llegar a la base.

A todos los colores puros les ha sido asignado 100% de claridad, al igual que en el HSV. El modelo HSB presenta la particularidad de que tanto la claridad como la saturación varían en dos direcciones, en intervalos no regulares, precisamente por contar con dos lugares de acromáticos. En el HSB, *han sido supeditados, de forma extrema, los valores, de la claridad y de la saturación de los colores a la geometría del modelo*, sin embargo, es el modelo más utilizado actualmente para estudios de color, en Diseño.

Resumen del análisis entre los tres modelos HSV, HLS, HSB.

Aunque los tres modelos se fundamentan nominalmente en las tres cualidades de los colores, conceptualmente, se aprecian las modificaciones siguientes:

- En todos queda *supeditado el fenómeno (color) al contenedor geométrico seleccionado.*
- Los valores de claridad y saturación, para cada color, *han sido asignados, en correspondencia con la geometría del contenedor seleccionado.* Un mismo color podría tener diferentes valores, tanto para la claridad, como para la saturación, entre los tres modelos, a pesar de que en la teoría del color queda claro, que cuando varía al menos una de las tres cualidades, se produce un cambio de color (**ver Tabla 1**).

	HSV (modelo)	HLS (modelo) *	HLS/HSB (ajustado) *	HSB
claridad	80	30	40	80
saturación	75	80	100	100

Tabla 1. Valores de caridad y saturación de un mismo color en diferentes modelos.

Las columnas marcadas con (*) corresponden a los casos, en que el HLS, o está vinculado directamente al modelo que lo representa (ver en Figura 3), o es “ajustado” para compararlo con el HSB. En el “ajuste”, la sección del HLS ha sido transformada de triángulo isósceles a cuadrado, para igualarla geoméricamente con la sección del HSB. Al vértice superior derecho del cuadrado, para el HLS, se le asignado 50% de claridad (como en el verdadero modelo HLS), y a toda la columna derecha, 100% de saturación (como en el HSB). Este “ajuste” para la generación de un “híbrido” entre el HLS y el HSB, es un segundo condicionamiento, del fenómeno color, al modelo. Un ajuste semejante para el HSV, parece ser la causa para que se afirme que, el HSV es “idéntico” al HSB.

- La nominación del tinte, en los tres modelos, es poco visual.
- Ha sido obviada la diferencia física de la claridad entre colores puros.
- Queda inhabilitada la posibilidad de comparar colores derivados de diversos tintes, dada la igualdad entre las secciones de cada modelo.
-

Propuesta de un nuevo modelo.

Requisitos a considerar en la propuesta de modelo para propiciar una imitación rigurosa del fenómeno color.

De la comparación entre los tres modelos, y de la experimentación con los mismos, tanto en el proceso educativo de diseñadores, como en el ejercicio profesional, se identifican requisitos que podrían contribuir a elevar la precisión y consecuente utilidad de un modelo para el diseño. Los fundamentales son:

El modelo a proponer será para uso docente y profesional.

- El fenómeno a imitar en el modelo será: "el color".
- El contenedor del modelo será una consecuencia de la representación precisa del color.
- La precisión de la representación del color deberá ser lograda a través de las tres cualidades asumidas por Munsell, aunque con ajustes en cuanto a las denominaciones: Tinte, por tono; Claridad, por valor; y Saturación, por croma. Consecuentemente, la sigla para identificar provisionalmente la propuesta de modelo deberá ser: "TCS".
- Cada cualidad deberá responder a las siguientes definiciones:
 - Tinte. Croma del color
 - Claridad. Cantidad de luz que refleja el color.
 - Saturación. Cantidad de croma que contiene el color.
 - Color. Integración de un tinte, una claridad y una saturación.
- La descripción del tinte deberá tener alta visualidad.
-

TCS (Tinte, Claridad, Saturación)

Se ha llegado a una propuesta de modelo en el que la localización de cada color en el espacio "TCS" responde a un sistema de coordenadas "x,y,z" cuyos valores no son "asignados" al color, sino calculados, tomando como base la interpretación algorítmica de los conceptos de claridad y saturación a partir de la concentración por luces (RGB) para cada color; además se utiliza el concepto de Razón Cromática (RC), como controlador del tinte. Los algoritmos y el concepto son aportes de una investigación previa, probados en la docencia de pre y postgrado, con resultados satisfactorios. El modelo propuesto es una salida de la investigación.

El modelo "TCS" *tiene una estructura irregular* insertada en una retícula de referencia cilíndrica, ver Figura 3.

Cuenta con *un lugar de acromáticos* como eje central, que va del blanco al negro, escala de claridades.

Cada color puro se encuentra localizado, como un punto, sobre una generatriz vertical, de la superficie cilíndrica. El *lugar de colores puros*, es una *curva espacial, percibida como circunferencia, solamente en vista superior*. El trazado de dicha curva está regulado por la equidistancia al eje vertical y las diferentes alturas correspondientes al porcentaje de claridad calculado para color puro.

La nominación del tinte en el espacio “TCS” brinda información para contribuir a “imaginar la croma”, con cierta aproximación a la realidad, aun cuando la referencia visual no esté presente. Para ello ha sido utilizada la relación de dominancia y subordinación entre luces en la generación de la croma.

En los modelos de colores de luces hay tres espacios de dominancia, que se aprecian en vista superior como tres zonas de dominancia, cada una con una abertura angular de 120°, distribuidos a ambos lados de un color primario, extendiéndose hasta los secundarios, adjuntos a ese primario, ver Figura 4.

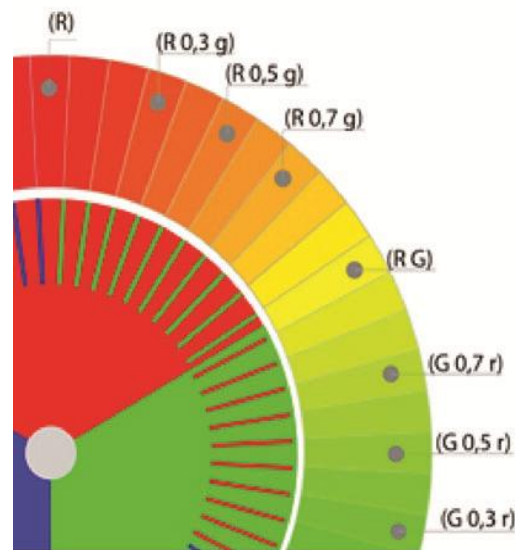


Figura 4. Nominación de tintes

En el espacio “TCS”, las luces dominantes son descritas con mayúsculas y las subordinadas con minúsculas. El número, indica la relación entre la luz dominante y la subordinada en la formación del tinte o croma, es la RC. A partir de la RC son hechas las siguientes generalizaciones:

El tinte o croma de un color primario, solo está formado por una luz dominante, la $RC=0$; la nominación es R, G o B.

En los tres secundarios, dominan por igual dos luces, la $RC=1$ y la nominación: RG, GB o BR, queda claro que los secundarios son frontera entre zonas de dominancia.

Para el resto de los tintes o croma, se sigue la misma estrategia. R 0,5 g, es un tinte en el que están mezcladas las luces Roja (R) y Verde (G), la roja domina, por cada parte de rojo hay 0,5 de verde, es posible identificar que no se ha llegado aún al secundario RG, es el punto medio justo entre el rojo (R) y el secundario (RG) por lo tanto R 0,5 g es un naranja. *La nominación alfanumérica del tinte, en el TCS, proporciona una “síntesis visual” de la mezcla entre las luces que forman la croma.*

Cada sección monocromática del modelo “TCS” es una superficie triangular vertical y única, limitada por un segmento de recta vertical (lugar de acromáticos) y un punto (color puro), la altura del punto con respecto a la base es la claridad propia de cada color y la distancia al eje vertical corresponde a la máxima saturación (ver Figura 3).

En las secciones monocromáticas, cada color es un punto perteneciente a la superficie triangular, su tinte o croma es el propio de la agrupación monocromática. Todos los colores pertenecientes a un mismo triángulo *monocromático tienen la misma RC, igual claridad si coinciden en una misma recta horizontal e igual saturación si pertenecen a una misma recta vertical.*

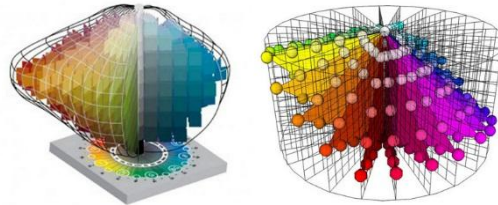


Figura 5. Modelo de Munsell y propuesta de Modelo “TCS”

Por ser, las secciones monocromáticas, triángulos diferentes; el “TCS” clasifica como irregular, al igual que el “árbol” de Munsell, diferenciándose del “árbol”, solamente, en que todas las saturaciones se igualan, en tanto que pertenecen a colores de luces, en el “TCS” las “ramas” tienen iguales longitudes, ver **Figura 5**.

Posibilidades prácticas del modelo “TCS” para la utilización eficiente en estudios profesionales de color:

Control del intervalo o distancia entre colores. El intervalo puede ser controlado de forma intencionada y sistemática, en atención a cada cualidad, independientes o integradas; en una sección monocromática o entre secciones monocromáticas.

A continuación, se muestran dos relaciones, de frecuente uso en estudios de color para diseño. Los resultados de las relaciones son contrastados, críticamente, con lo que ocurre en el HSB.

Relación 1. Del color puro al gris correspondiente por su claridad. Tinte y claridad constantes. Saturación variable, de 100% a 0%. Abarca la horizontal mayor de cada triángulo monocromático y por horizontal, todos los puntos tienen la misma claridad, es visible en la versión a grises de la Figura 6. En la versión cromática se aprecia la pérdida gradual de cromaticidad en la medida que los puntos se aproximan “al gris correspondiente”.

En el modelo HSB, por ser el blanco el nivel de claridad “asignado” a cualquier color puro, la “Relación 1” se transformaría en: “colores aclarados hacia el blanco”. La nueva descripción es evidencia de que la claridad no permanecería constante.

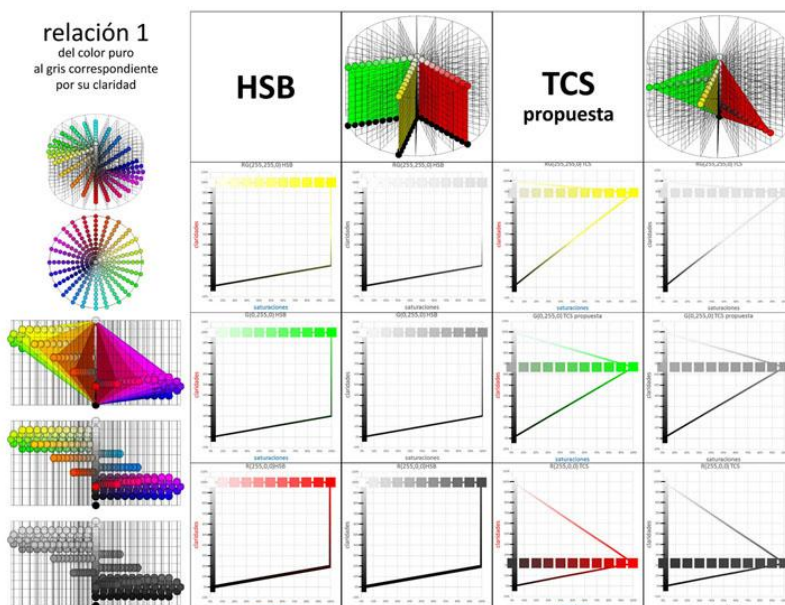


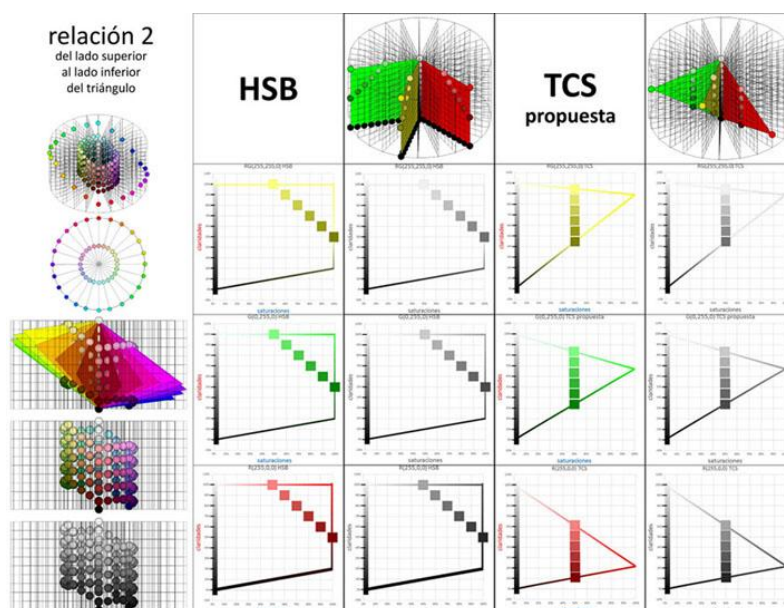
Figura 6. Relación 1. Modelo "TCS".
Gráficos de dispersión claridad / saturación para HSB y "TCS".

En la **Figura 6**, se muestran los gráficos de dispersión, de la claridad y la saturación, para ambos modelos. Se han elegido tres colores puros, con diferentes claridades propias, para diversificar la información. Es de interés observar tres detalles en ambos modelos.

- Deformación del cuadrado HSB en la fila próxima al borde inferior por salto brusco en saturación, de 100% a 0%, contrastando con la variación sistemática en el "TCS".
- Cambio de claridad en la versión a grises del HSB, en el "TCS" es constante.
- Correspondencia de todos los colores puros con el acromático blanco, en el HSB; y con el gris que le corresponde de acuerdo a su claridad en el "TCS".

Relación 2. Del lado superior al lado inferior del triángulo monocromático. Tinte y saturación constantes. Claridad regularmente variable, de aclarados hacia el blanco a oscurecidos hacia el negro, en dirección vertical, ver Figura 7. Se aprecia el cambio de claridad y la analogía de saturación en el "TCS".

La dirección seguida por la "Relación 2" para cualquier tinte, en el modelo HSB, es una recta inclinada, en la que el "valor" de la saturación varía, desde la saturación correspondiente al color de partida, hasta 100%, que es la saturación "asignada" a todos los colores que se encuentran en la superficie cilíndrica del modelo.

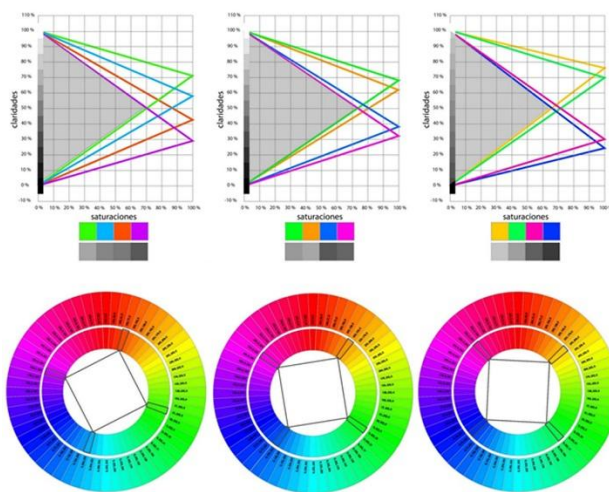


**Figura 7. Relación 2. Modelo "TCS".
Gráficos de dispersión claridad / saturación para HSB y "TCS"**

Se sugiere observar, especialmente, las muestras que se acercan al lado vertical del cuadrado. Por la visualidad, dichas muestras, son poco saturadas, no obstante, por valor tienen 100% de saturación. Ha sido obviado el hecho de que hay dos lugares de acromáticos; las muestras que están equidistantes del color puro, en las direcciones horizontal y vertical, deberían tener iguales valores de saturación. Esto es prueba de la incoherencia entre visualidad y valor numérico, para la saturación, en el HSB.

Selección de paletas de colores sobre la representación tridimensional del modelo. Es posible realizar la selección de colores en la representación tridimensional del modelo "TCS", inclusive trazar cortes intencionados al modelo para igualar o simplemente regularizar los valores de una o varias cualidades a la vez, todo ello con una interfaz amigable, pues la geometría, además de representar fielmente "al color". Las limitantes serían de carácter profesional en relación con utilización de la teoría del color para resolver, con rigurosidad, problemas de diseño.

Comparación de las matrices monocromáticas elegidas. Además de estudiar las relaciones sobre la superficie monocromática de cada uno de los tintes seleccionados y entre tintes, pueden ser estudiados y relacionados los contornos de dichas superficies.



Depuración de la
Con la selección del
elegido un color
propia. La
contornos
visualizar la
claridad entre los
elegidos,

**Figura 8. Zonas de máxima analogía (ZMA) o
contraste (ZMC) por claridad y saturación.**

selección de tintes.
tinte, está siendo
puro con su claridad
superposición de
contribuiría a
distancia por
colores puros
información ésta de

utilidad para la depuración de la selección de tintes, inclusive, para esquemas de selección, igualmente distantes desde el punto de vista cromático, como aparece en la **Figura 8.**

Identificación de zonas de máxima analogía entre diferentes tintes. Con independencia de la cantidad y variedad de tintes seleccionados, siempre existirá una zona de identidad, por claridades y saturaciones, entre las matrices, una zona de máxima analogía (ZMA), ver zonas grises en **Figura 8.**

Identificación de zonas de máximo contraste entre diferentes tintes. Entendido el contraste como el par opuesto de la analogía, las zonas de máximo contraste por claridades y saturaciones (ZMC) son aquellas en que no hay superposición entre contornos.

Contar con programas precisos para la selección de colores, como el que puede derivarse del modelo propuesto, tiene que ser interés, en primer lugar, de los diseñadores. “El programa y lo que significa y aporta para el proceso de diseño, apenas ha sido tema de reflexión entre los diseñadores, pese a su importancia y su valor formativo en el plano educativo. El programa como sistema de producción de soluciones contribuiría a la “desmistificación” del “acto creativo” del diseñador, que algunos siguen confundiendo con el acto creativo del artista” (Zimmermann, 2006)¹⁰

CONCLUSIONES

- El condicionamiento de la representación e interpretación “del color” a la geometría del modelo, es la causa fundamental de las incongruencias de los modelos HSV, HLS y HSB con la teoría de Hemholtz y el modelo de Munsell.
- La morfología del modelo “TCS” ha sido condicionada por la modelación matemática del “color”, a través de la interpretación de las definiciones de cada una de las cualidades, enunciadas por Hemholtz y asumidas por Munsell en su “árbol”, de ahí que la geometría del modelo “TCS” sea irregular, no obstante, digitalizable.
- “TCS” es un modelo útil al Diseño, tanto para la selección fundamentada de paletas de colores, desde el propio modelo tridimensional, como para la depuración física de analogías o contrastes, entre matrices monocromáticas, durante la modelación de armonías formales.
- El análisis comparativo entre modelos, teniendo como paradigma una sólida y probada teoría, ha sido eficaz para educar a los alumnos en el empleo crítico de la tecnología.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Fontana, R. (2005). El color como programa. (F. SA, Ed.) *Tipográfica*(1), 16 -23. Recuperado el noviembre de 2007

López, E. (1982). Diseño Básico. Capítulo 5. El color. En E. López, & J. Sánchez, *Diseño Básico* (1ra ed., Vol. 1, pág. 220). La Habana, La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" ISPJAE.

Homann, J. P. (2009). *Digital Color Management. Principles and Strategies for the Standardized Print Production*. (Vol. 1). (Heidelberg, Ed.) Berlin, Berlin, Alemania: Springer Verlag Berlin.

Red Gráfica Latinoamericana. (s.f.). *Color. Albert Munsell en la historia del color. parte 1*. Recuperado el 15 de marzo de 2017, de <http://redgrafica.com/Albert-Munsell-en-la-historia-del>

© 2003 - 2017 HispaNetwork Publicidad y Servicios, S. (Ed.). (2007). *HispaNetwork* . Recuperado el 1ro de abril de 2017, de www.glosario.net - © 2003 - 2017- diccionario

Badillo, R. G. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 301- 319. Recuperado el diciembre de 2007

Silvestrini, N. (1994). *Idee Farbe. Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft*. (Vol. 1). (B. u. Stromer, Ed.) Zürich: Baumann und Stromer Verlag. Recuperado el 10 de abril de 2017

López, E. (1982). Diseño Básico. Capítulo 5. El color. En E. López, & J. Sánchez, *Diseño Básico* (1ra ed., Vol. 1, pág. 220). La Habana, La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" ISPJAE.

González, G. (1994). *Estudio de Diseño. Sobre la construcción de las ideas y su aplicación a la realidad*. (primera ed., Vol. 1). Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: Emecé Editores S. A.

Zimmermann, I. (Buenos Aires de abril, mayo de 2006). Programas para diseñar. (F. S.A., Ed.) *Tipográfica*(70), 23-25.

BIBLIOGRAFÍA:

Abreu, M. (2007). *Colores para pantallas. Conceptos vs herramientas*. Instituto Superior de Diseño ISDi, Formación Básica. La Habana: FORMA.

_____. (2007). *Contribución al proceso de selección de colores cuya Interfaz es la pantalla*. Maestría, Instituto Superior de Diseño (ISDi), Ciclo Básico, Ciudad de la Habana.

_____. (2011). *Aproximación crítica al color en Adobe, desde una visión profesional*. CITMATEL. La Habana: CITMATEL.

_____. (2013). *La importancia del control del intervalo de las cualidades de los colores, para diseñar. Una fisura de Adobe*. La Habana: CITMATEL.

Albers, J. (2013). *Interacción del Color. Edición revisada y ampliada*. (Segunda ed., Vol. 1). (M. L. Fernández, Trad.) Madrid, Madrid, España: Alianza Editorial S. A. Recuperado el enero de 2016

Caivano, J. L., & López, M. A. (2004). Color: ciencia, artes, proyecto y enseñanza. *ArgenColor 2004. Séptimo Congreso Argentino del Color* (pág. 486). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires (UBA). Recuperado el 16 de abril de 2017, de <http://aike.fadu.uba.ar/sitios/sicyt/color/2004GACr>

Calvo, I. (s.f.). *Proyectacolor*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de <http://www.proyectacolor.cl/aplicacion-del-color/modelos-de-color>

FotoNostra. *Modelos color*. (s.f.). Recuperado el 17 de abril de 2017, de <http://www.fotonostra.com/grafico/modeloscolor.htm>

Red Gráfica Latinoamericana. (s.f.). *Color. Albert Munsell y el atlas de color. parte 2*. (R. G. Latinoamericana, Ed.) Recuperado el 15 de marzo de 2017, de <http://redgrafica.com>

RIT Rochester Institute of Technology. (s.f.). *Program of Colors Science/ Munsell Color Science Laboratory*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de https://www.rit.edu/cos/colorscience/ab_munsell_diaries.php

Wong, W. P. (1988). *Principios del Diseño en Color. Diseñar con colores electrónicos*. (5ta ed., Vol. 1). (G. G. 1999, Trad.) Barcelona, España: Gustavo Gili SA (GG).