

.....  
**Propuesta de modelo para colores de luces,  
preciso, digitalizable y útil al Diseño.  
Retomando a Munsell.**

*Proposal of a model for colored lights, precise, digitizer  
and useful for design. Returning to Munsell.*

.....

**MSC. MIRIAM ABREU ORAMAS**

.....  
Artículo original

## Propuesta de modelo para colores de luces, preciso, digitalizable y útil al Diseño. Retomando a Munsell.

*Proposal of a model for colored lights, precise, digitizer  
and useful for design. Returning to Munsell.*

### 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 para 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, reiteradamente 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 que tienen su explicación fundamental, en el condicionamiento del color, como fenómeno, a la morfología del modelo.

La propuesta es un modelo para colores de luces, digitalizable, en el que cada color ocupa un punto (X,Y,Z), pertinente con cada cualidad, y con el color en sí mismo, resultantes 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 correspondencia conceptual con la teoría de Hemholtz asumida e interpretada por Munsell en su “árbol de color”.

MsC. MIRIAM ABREU ORAMAS

### ABSTRACT

*Since 1905, Albert Munsell has unveiled a conceptually precise color pigment model called "tree of color". As of 1931, various color models for lights have been created, to be digitized, in which attempts have been made to reach the accuracy of the "tree", without success. This work investigates the causes that cause the imprecision of the current models for light colors, with a view to propose a model, digitized, precise and useful to the Design, with the Munsell as a paradigm.*

*Historical, logical, explanatory, comparative and deductive methods have been followed. The HSV, HLS and HSB models, repeatedly used in Design, after the "tree" and the RGB Cube for light colors were analyzed and compared. Specific and general inaccuracies were identified that have their fundamental explanation, in the conditioning of color, as a phenomenon, to the morphology of the model.*

*The proposal is a color-coded model of lights, in which each color occupies a point (X, Y, Z), pertinent with each quality, and with the color itself, resulting from the algorithmic interpretation of clarity, Saturation, and the formulation of a concept, Chromatic Reason (RC), whose functions are of dye nomination, control in the monochrome model and order in the search of color scales. The irregular morphology rigorously represents the color phenomenon and is a conceptual correspondence with the theory of Hemholtz assumed and interpreted by Munsell in his "tree of color".*

### Palabras Claves

física del color, modelos de colores, tinte, claridad, saturación, analogía, contraste

### Keywords

Physics of color, color models, hue, brightness, saturation, analogy, contrast

## 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. Un estudio del color, pasa por la independencia de las cualidades y a la vez por la integración de ellas. 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)<sup>1</sup>.

Desde la antigüedad han sido generados muchos y variados modelos para organizar el color, tanto bi como tridimensionales, siendo entre ellos 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 colo-

res 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 Helmholtz (López, 1982, p. 68)<sup>2</sup> a fines del siglo XVIII, así como las magistrales interpretaciones realizadas por Munsell, mediante modelos tridimensionales, a principios del siglo XIX (Homann, 2009)<sup>3</sup>. 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 visibilidad 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

No fue “el árbol” el primer modelo de color creado por Munsell, para su uso docente. En 1900 ya había creado y patentado un modelo de color, esférico (Red Gráfica Latinoamericana)<sup>4</sup>. 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)<sup>5</sup>.

En relación con el modelo, (Badillo, 2004, p. 303)<sup>6</sup> 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) y gracias a esa rigurosa precisión para describir cada color, los puntos que representaban a cada color, se relacionaron coherentemente. 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)<sup>7</sup>, 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 no todos los tintes resultaban totalmente puros, por lo que la distancia al lugar de los acromáticos se-

Figura 1. “Árbol de color” de Munsell. Nominación de tintes y estructura.



ría variable. El artista estimó que existían pigmentos, que aún no habían podido ser extraídos con su máxima pureza de las fuentes naturales (López, 1982, p. 73)<sup>8</sup> y así lo reflejó en su modelo, quedando más distantes de la escala de acromáticos aquellos que tenían una pureza mayor. Es por eso que él definió la saturación como: “la fuerza, brillantez, cromaticidad o distancia psicológica que separa al color del gris neutro de igual valor” (González, 1994, p. 211)<sup>9</sup>.

Es necesario aclarar, que quizás por problemas de traducción, se registran diferentes versiones terminológicas empleadas por Munsell para designar las cualidades de los colores. En la literatura sobre color 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 la etapa de digitalización de colores para pantallas que se avecinaba.

#### PRESENCIA DE LA TEORÍA DE MUNSELL EN MODELOS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN DISEÑO, A PARTIR DE 1931

Munsell fallece en 1918, a la temprana edad de 60 años y aunque deja su “Gramática del Color”, esa teoría 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).

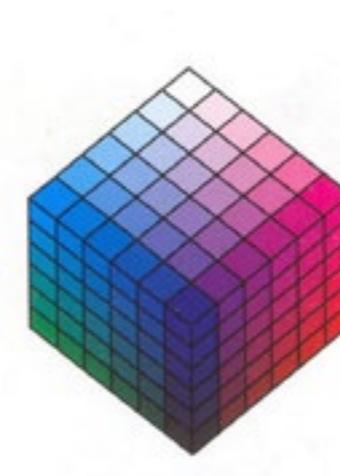
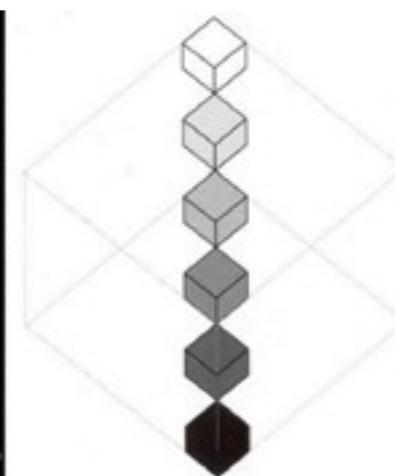
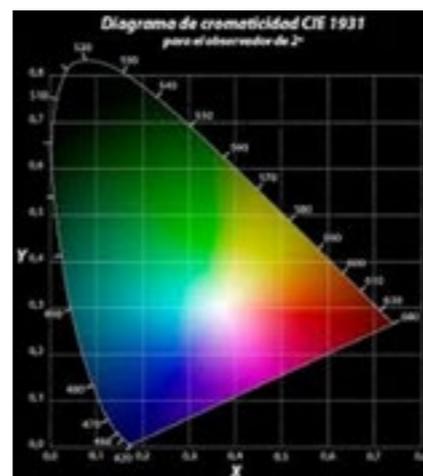
El cubo entra en contacto con el diagrama de cromaticidad en el punto en que confluyen todas las luces (color blanco). El punto blanco es extremo de un segmento de recta perpendicular al diagrama, correspondiente a la diagonal interior del cubo, cuyo extre-

mo contrario es el color 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. En la más cercana al negro, los tres colores primarios: rojo (R), verde (G) y azul (B) y en la más cercana al blanco, los tres secundarios: amarillo (Y), cian (C) y magenta (M). En la “línea quebrada”, formada por las seis aristas que van de “vértices primarios” a “vértices secundarios”, están localizados el resto de los colores puros.

Son empleados tres colores primarios y tres secundarios, como consecuencia de trabajar con luces.

Aunque a los colores primarios les son asignadas claridades más bajas que a los secundarios, atendiendo a que en luces las mezclas son aditivas en cuanto a claridad, no es real que todos los colores primarios de luces tengan la misma claridad, tampoco la de los



**Figura 2. Cubo RGB.**

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

secundarios ni que las del resto de los colores puros varíen regularmente, describiendo una línea recta.

Para crear el “Cubo RGB” se ha elegido un cuerpo geométrico simple, poliédrico y se ha insertado en él el color, como lo hizo Munsell con su esfera, *la ubicación de los colores ha sido condicionada por la geometría del modelo*. 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 diversos modelos con la función de informar sobre el tinte, la claridad y la saturación. Tres de ellos han tenido una fuerte presencia en programas informáticos, utilizados actualmente por los diseñadores. Ellos son el HSV, el HLS y el HSB.

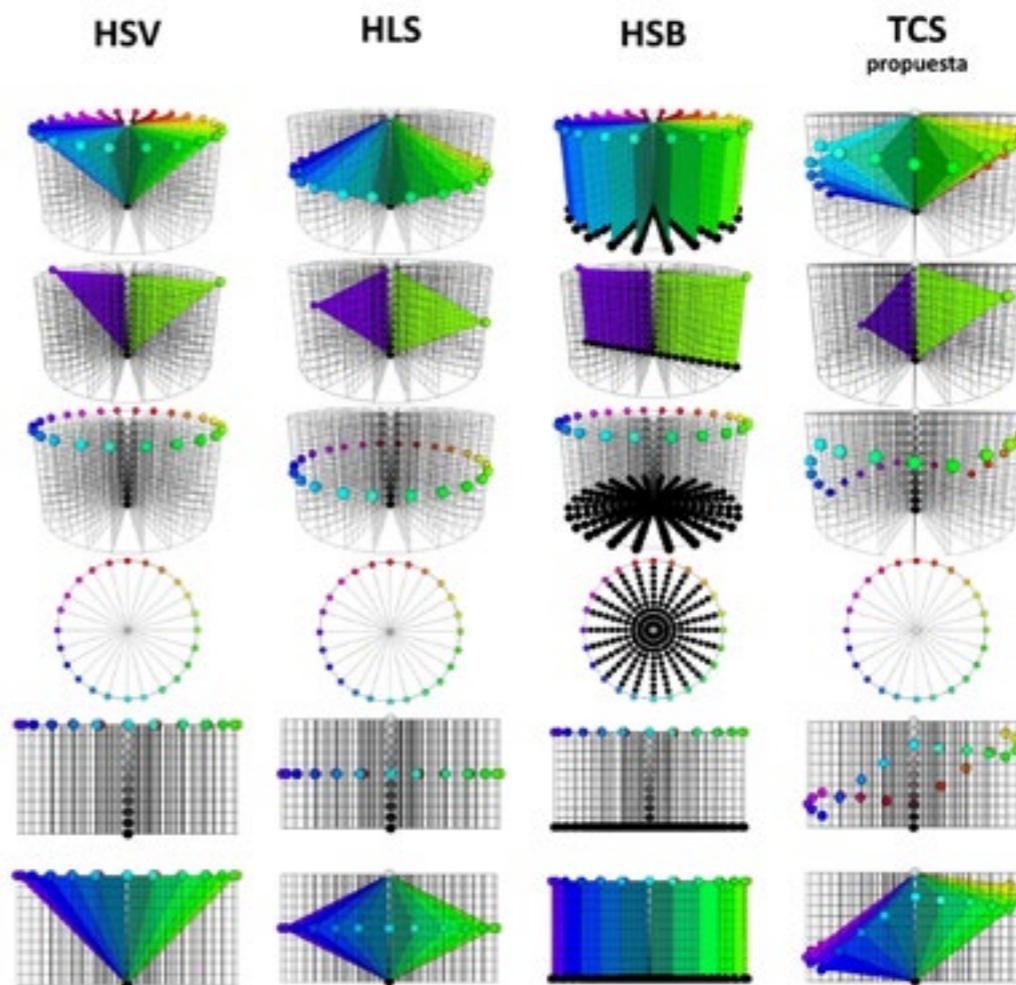
**ANÁLISIS INDEPENDIENTES Y COMPARATIVOS DE LOS MODELOS HSV, HLS, HSB.**

En estos modelos, lógicamente, ha sido desestimada, la consideración de Munsell en relación con la saturación, dado que no se trata de colores de pigmentos sino de luces. Cualquier color de luz puede ser logrado solo con tres luces (RGB), inclusive los puros.

Los análisis estarán centrados en las siguientes variables:

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

**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.



### 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; el negro es vértice del cono.

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

El tinte es nominado angularmente, partiendo del rojo ( $0^\circ$ ), 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.

En el espacio de color HSV, a cada tinte le corresponde un triángulo rectángulo, monocromático, vertical. El cateto vertical del triángulo 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 verda-

dera claridad de cada color puro. Eso equivale a decir que todos los colores puros tienen “la misma claridad del blanco”, así como que todos los colores “aclarados hacia el color blanco tienen la misma claridad del color 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.

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, ambos 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. En este caso el error presenta cierta compensación por tratarse de un valor intermedio, no obstante continúa siendo irreal la unificación del valor de la claridad para todos los colores puros.

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.*

*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, a diferencia de los anteriores, tiene

*dos lugares de acromáticos.* Un lugar es el eje vertical, que funciona como escala de claridades (presente y único en los modelos ya descritos), 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.*

*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 lado, coincidente con la generatriz del cilindro, contiene al color puro y a los oscurecidos hacia el negro. El lado superior contiene a los aclarados del puro al blanco y el lado inferior es negro, como generatriz de la base circular negra. *Todas las secciones monocromáticas son, morfológicamente, idénticas.*

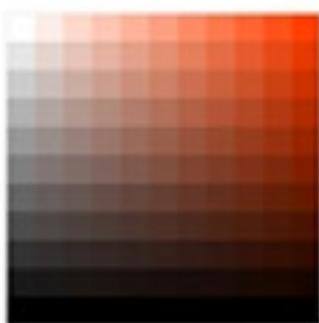
Para la asignación de valores de saturación se partió del concepto de Munsell cuando definió a la saturación como: “distancia psicológica que separa al color del gris neutro de igual valor”, refiriéndose a los colores en su modelo; el concepto fue descontextualizado y se asumió que *todos los colores 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. La mayor evidencia de

este error es el salto brusco que se produce (de 100% a 0%), en cada generatriz vertical de la superficie cilíndrica, específicamente entre la última muestra con “alguna cromaticidad” y el color negro, esto se puede apreciar en los gráficos de dispersión que aparecen en las figuras 7 y 8.

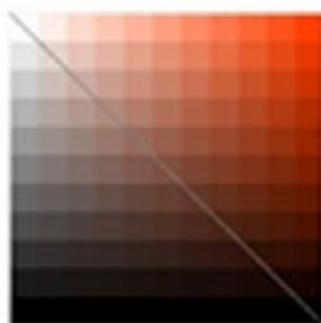
A todos los colores puros les ha sido asignado 100% de claridad, al igual que en el HSV.

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. Por esa causa, la zona triangular de cada cuadrado, limitada por los catetos acromáticos, es poco útil al diseño, los intervalos entre colores son poco perceptibles (ver figura 4). De esta zona podría decirse que está “de más” en el modelo monocromático. Una simple rotación del cuadrado muestra la semejanza de la zona útil con el modelo HLS.

**Figura 4. Modelo HSB.**  
Zona poco útil al diseño.



En el HSB, han sido supeditados, de forma extrema, los valores, de la claridad y de la saturación de los colores a la geo-



metría 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, asumidas por Munsell (tinte, claridad y saturación), conceptualmente, se aprecian las modificaciones siguientes:

- En todos queda supeditado el fenómeno (color) al contenedor geométrico seleccionado (cono, conos encontrados, cilindro).
- Los valores de claridad y saturación, para cada color, han sido asignados, en correspondencia con la geometría del contenedor seleccionado, no responde a una interpretación matemática de la definición del fenómeno color a través de sus cualidades. Un mismo color podría tener diferentes valores, tanto para la claridad, como para la saturación, entre los tres modelos, como se aprecia en la Tabla 1; 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. En la Tabla 1 aparece un color puro, un color derivado de ese puro y la imagen del gris que le corresponde por claridad al segundo color.

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, HLS), o es



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

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

“ajustado” para compararlo con el HSB. En el “ajuste”, la sección del HLS ha sido transformada de triángulo isósceles a cuadrado, para igualarla geométricamente 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; sin dudas con este segundo ajuste también se logra la igualdad entre HSV y HSB y constituye un segundo condicionamiento del fenómeno color al modelo.

Resulta inexplicable que tanto el HSV como el HLS hayan sido ajustados a la sección cuadrada del HSB porque, con independencia de que en ambos modelos los valores están condicionados por las geometrías correspondientes presentan intervalos regulares para la claridad y para la saturación, de forma independiente e interrelacionadas, característica ésta deseada para la utilización de escalas de colores en el trabajo de diseño.

- La nominación del tinte, en los tres modelos, es poco visual.

- Ha sido obviada la diferencia física de la claridad entre colores puros. Esto ha provocado que todos los colores puros se encuentren a la misma altura y que sean movidos en la vertical según el valor de claridad que les haya sido asignado, como se aprecia en las vistas de frente de la Figura 3.

- Queda inhabilitada la posibilidad de comparar colores derivados de diversos tintes, dada la igualdad entre las secciones de cada modelo, no obstante ser la comparación imprescindible durante el proceso de diseño tanto, para la selección de relaciones físicas, intencionalmente controladas, como para la depuración fina de dichas relaciones, desde un punto de vista perceptivo. Esto no es visible en la interfaz con los modelos actuales porque solo se muestra una matriz monocromática cada vez y se selecciona tinte a tinte.

#### 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 ser utilizado por diseñadores. Los fundamentales son:

- El modelo a proponer será para uso docente y profesional.
- El fenómeno a imitar en el modelo es: “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, además de ser esta una necesidad para el trabajo de diseño es una característica propia de diseñadores.

### 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, cuyas funciones de son: descriptiva, en la nominación de los colores puros; de control, pues garantiza la igualdad del tinte en un mismo modelo monocromático; y de orden porque se utiliza para controlar cualquier movimiento a través del espacio de color “TCS”. 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.

“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 y es escala de claridades.

Cada color puro se encuentra localizado, como un punto, sobre una generatriz vertical, de la superficie cilíndrica. El conjunto de ellos o *lugar de colores puros*, está organizado en una curva espacial, localizada en la superficie cilíndrica, percibida como una circunferencia, solamente, en la vista superior. El trazado de dicha curva está regulado

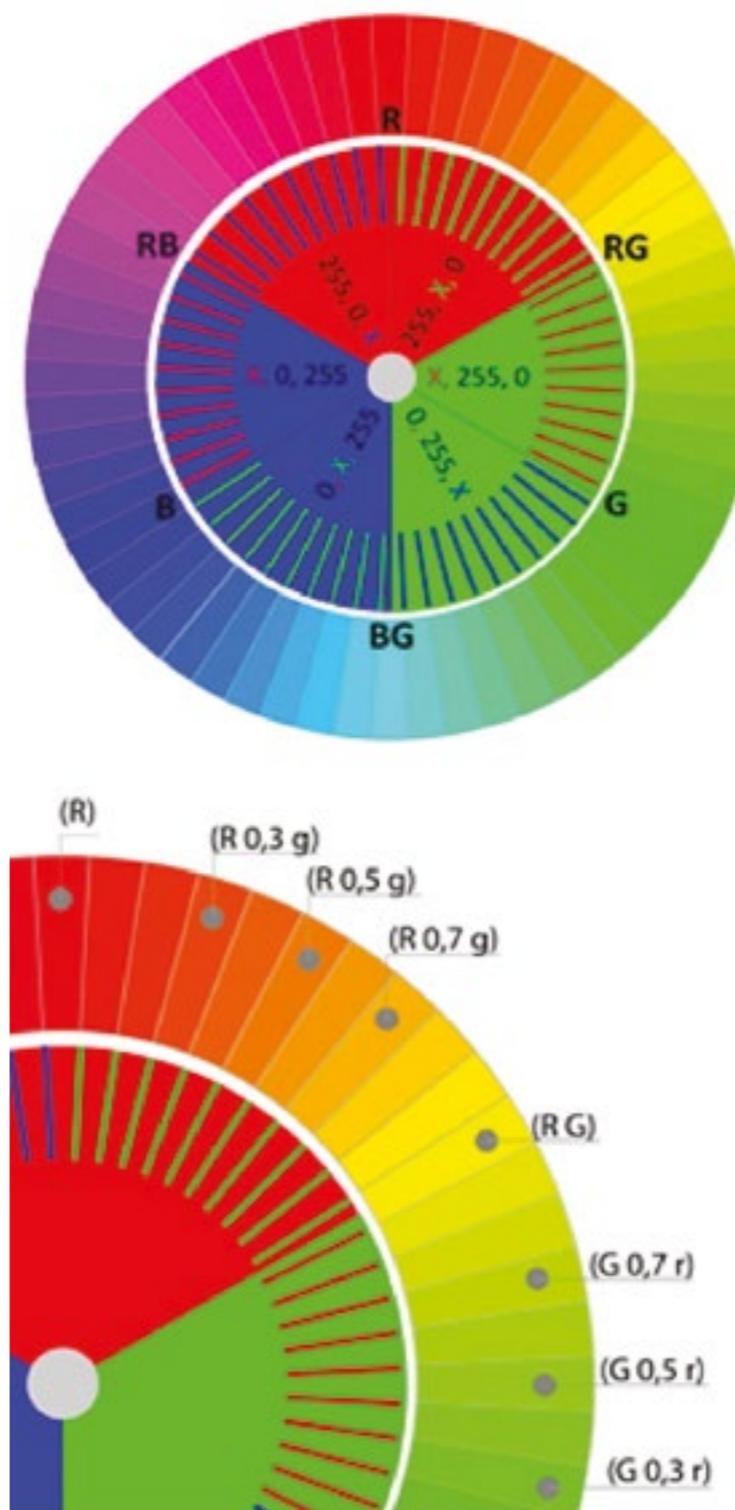
por la equidistancia al eje vertical, consecuencia de una saturación máxima (100%), propia de los colores puros, y las diferentes alturas, que resultan del cálculo del porcentaje de claridad de cada color puro. Cada color puro está a la altura del gris correspondiente por su claridad y ninguno está a la altura ni del blanco ni del negro.

La nominación del tinte en el espacio “TCS” tiene como objetivo brindar la información suficiente 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  $120^\circ$ , distribuidos a ambos lados de un color primario, extendiéndose hasta los secundarios, adjuntos a ese primario (ver Figura 5). Los secundarios son frontera de las zonas de dominancia.

En la generación de los colores puros, al menos una de las tres luces es cero; las dos restantes son las integrantes del tinte o croma, una de ellas es dominante; la otra tiene tres alternativas: será cero, si el color es primario; dominante, si el color es secundario, o subordinada, si el color no es ni primario ni secundario.

En la Figura 5 están representadas las tres zonas de dominancia, la parte rayada indica las luces subor-



**Figura 5.** Generación de colores puros y nominación de tintes

dinadas en cada zona de dominancia para formar el tinte o croma y se corresponden con las “x” que aparecen en las descripciones por luces RGB. En cada zona de dominancia hay dos zonas de subordinación pertenecientes a las dos luces que restan al quitar la dominante de la descripción del color. Por ejemplo: en la zona de dominancia R, a la derecha está la zona de subordinación verde (G) y a la izquierda, la zona de subordinación azul (B).

En la propuesta para la nominación del tinte 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 del mismo son hechas las siguientes generalizaciones:

El tinte o croma de un color primario, solo está formado por una luz dominante; no existe una “razón”, de ahí que la nominación sea R, G o B.

En los tres secundarios, dominan por igual dos luces, la RC=1 y la nominación: RG, GB o BR, visualmente queda claro que los secundarios son frontera entre dominantes, ambas luces son representadas con mayúsculas.

Para el resto de los tintes o croma, se sigue la misma estrategia.

Ejemplos: 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, precisamente se está en la mitad de la cantidad necesaria de verde, en el punto medio justo entre el rojo (R) y el secundario (RG) por lo tanto R 0,5 g es un naranja, por demás, terciario. Si se tratara de un R 0,2 g la descripción sería: rojo amarillento y si por el contrario fuera un R 0,8 g podría ser descrito como un amarillo rojizo. En los modelos analizados anteriormente, estos dos últimos tintes, son descritos como: 11º y 48º respectivamente. *La nominación del tinte, en el TCS, aunque alfanumérica, 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).*

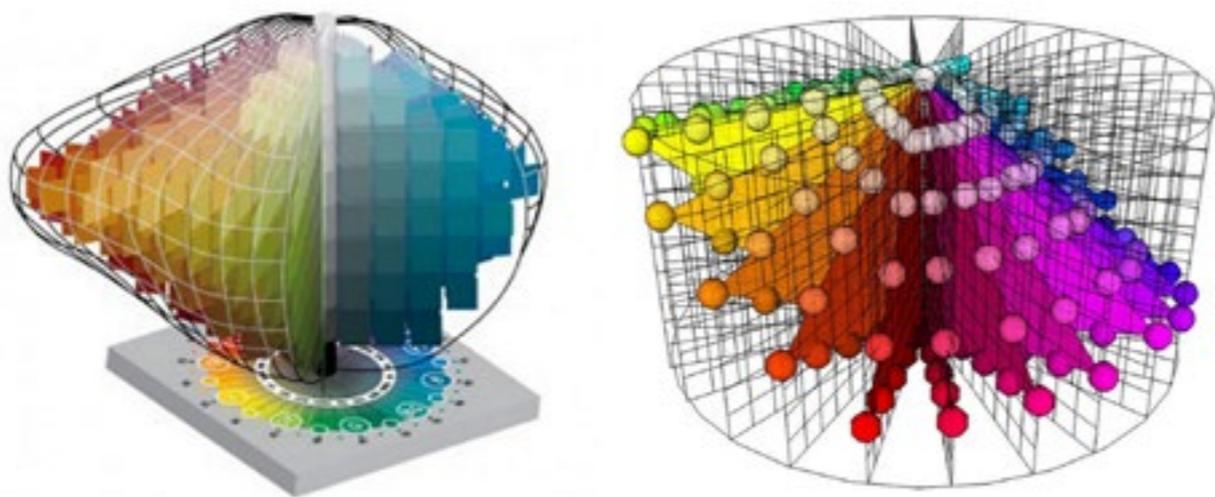
En las secciones monocromáticas, cada color es un punto perteneciente a la superficie triangular, su tinte o croma es el propio de la agrupación monocromática. La claridad, es descrita geoméricamente como la altura o cota con respecto a la base del cilindro de referencia. La saturación, es la distancia a la que se encuentra el color del “gris correspondiente por claridad”. Ambas cualidades son calculadas matemáticamente a partir de las luces que componen cada color. 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 del triángulo.

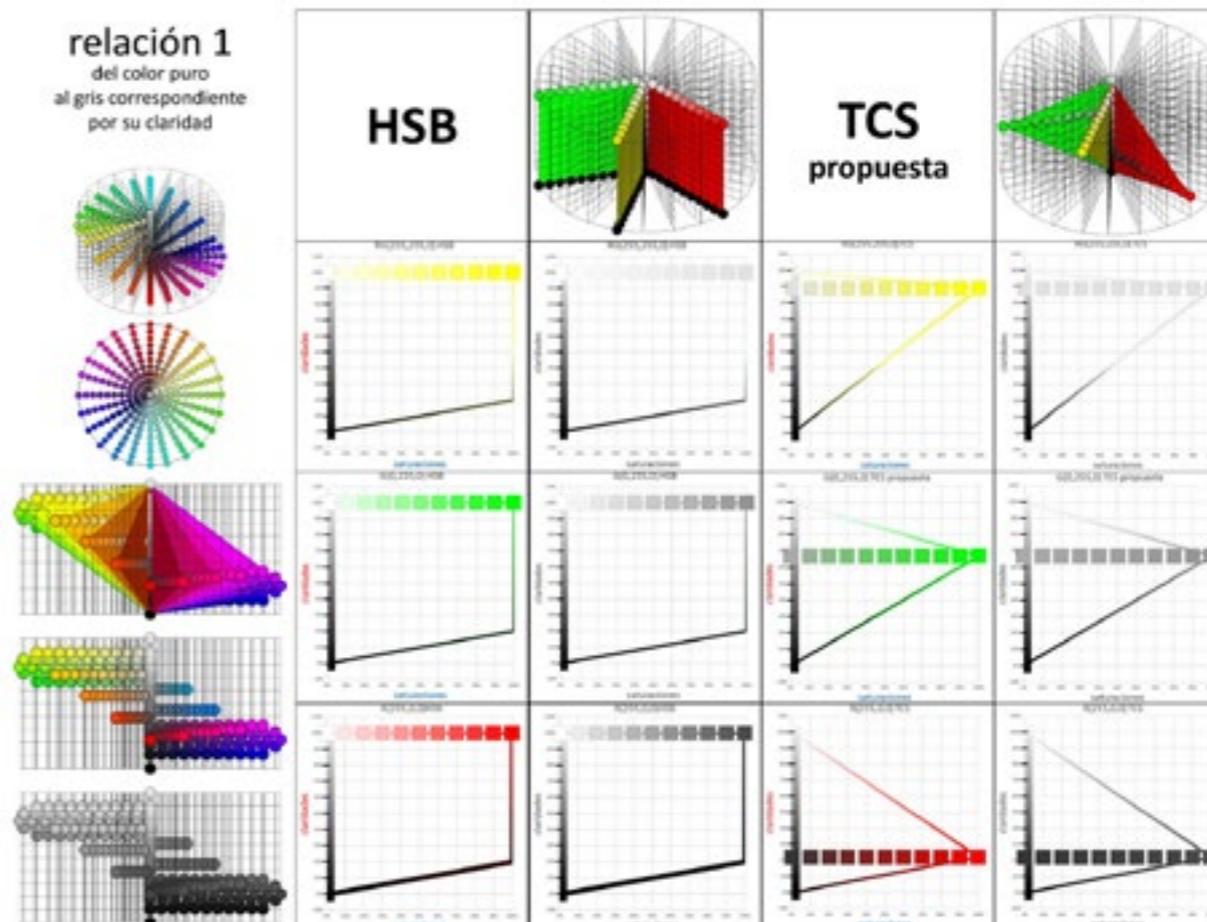
Por ser, regularmente, las secciones monocromáticas, triángulos diferentes y escalenos; el "TCS" clasifica como irregular, al igual que el "árbol" de Munsell, diferenciándose del "árbol", solamente, en que todas las saturaciones se igualan, en tanto que pertenecen a colores de luces. Podría decirse que las "ramas del árbol", en el "TCS", tienen igual longitud, (ver Figura 6).

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.

Figura 6. Modelo de Munsell y Modelo "TCS" propuesto



A continuación se muestran cuatro relaciones, las tres primeras de frecuente uso en estudios de color



para diseño. Los resultados para cada una de las relaciones son contrastados, críticamente, con lo que ocurre en el HSB, considerando que es el modelo más utilizado hoy día, así como que, tanto el HSV como el HLS, en un segundo condicionamiento del color al modelo, han sido ajustados a las características geométricas del HSB, justamente a la que distancian conceptualmente al HSB de la teoría de Hemholtz y del "árbol" de Munsell.

**Relación 1.** Del color puro al gris correspondiente por su claridad. Tinte y claridad constantes. Saturación variable,

Figura 7. Relación 1. Modelo "TCS". Gráficos de dispersión claridad / saturación para HSB y "TCS".

de 100% a 0%. Abarca la horizontal mayor de cada triángulo monocromático, en ella se apoyó Munsell para definir la saturación del color puro, (ver Figura 7).

Dado que en “TCS” se parte de la verdadera claridad de cada color puro, es factible la homologación con el gris correspondiente, según un segmento de línea cuya dirección es horizontal. Todos los “puntos de color” contenidos en cada segmento de línea horizontal, tienen la misma altura y consecuentemente, la misma claridad. La identidad de la claridad en cada nivel es visible en la versión a grises de la Figura 7.

En la horizontal también 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.

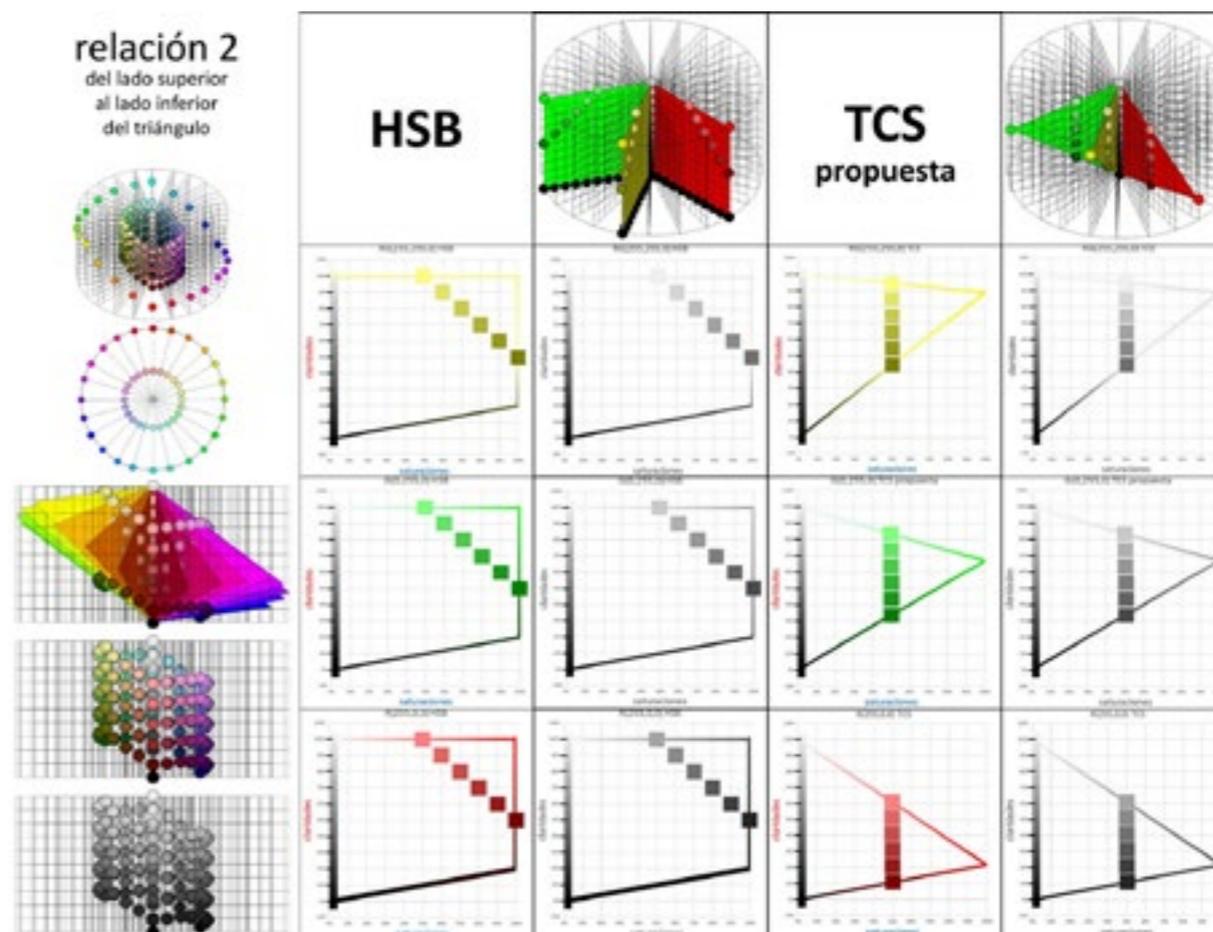
Para visualizar lo planteado, en la Figura 7 se muestran los gráficos de dispersión, de la claridad y la saturación, para ambos modelos. Se ha realizado una intencional selección de colores puros, con diferentes claridades propias, para brindar diversidad en la información. Es de interés observar tres 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 y controlada del triángulo “TCS”.

- Cambio de claridad en la versión a grises del HSB, a pesar de que es objetivo de la “Relación 1”, igualar la claridad, como se aprecia en el “TCS”.
- Correspondencia del color puro con el acromático blanco, en el HSB; y con el gris que le corresponde de acuerdo a su claridad en el “TCS”, esta última concuerda exactamente con la descripción de la Relación 1.

**Figura 8. Relación 2. Modelo “TCS”.**  
Gráficos de dispersión claridad / saturación para HSB y “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 8.

Esta relación es muy importante en el trabajo de diseño sobre todo cuando se requiere diferencia gradual de claridad sin que se produzca un fraccionamiento perceptible del conjunto, para lo que se iguala por saturación. En la Figura 8 se aprecia el cambio de claridad y la analogía de saturación en el “TCS”.

Antes de hacer cualquier análisis, relacionado con el comportamiento de esta relación en el modelo HSB, hay que interpretar cuál sería la verdadera dirección de la misma en dicho modelo. En el lado superior y horizontal del cuadrado, están los colores aclarados al blanco y en el lado vertical, paralelo a la escala de claridades, los oscurecidos hacia el negro; la dirección seguida por la “Relación 2” para cualquier tinte, en el modelo HSB, es una recta inclinada, en la que la saturación variaría, 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.

En los gráficos de dispersión se puede apreciar lo planteado con respecto a la dirección de la “Relación 2” en el HSB (ver Figura 8). Se sugiere observar, especialmente, las muestras que se acercan al lado vertical del cuadrado, por la visualidad son poco saturadas,

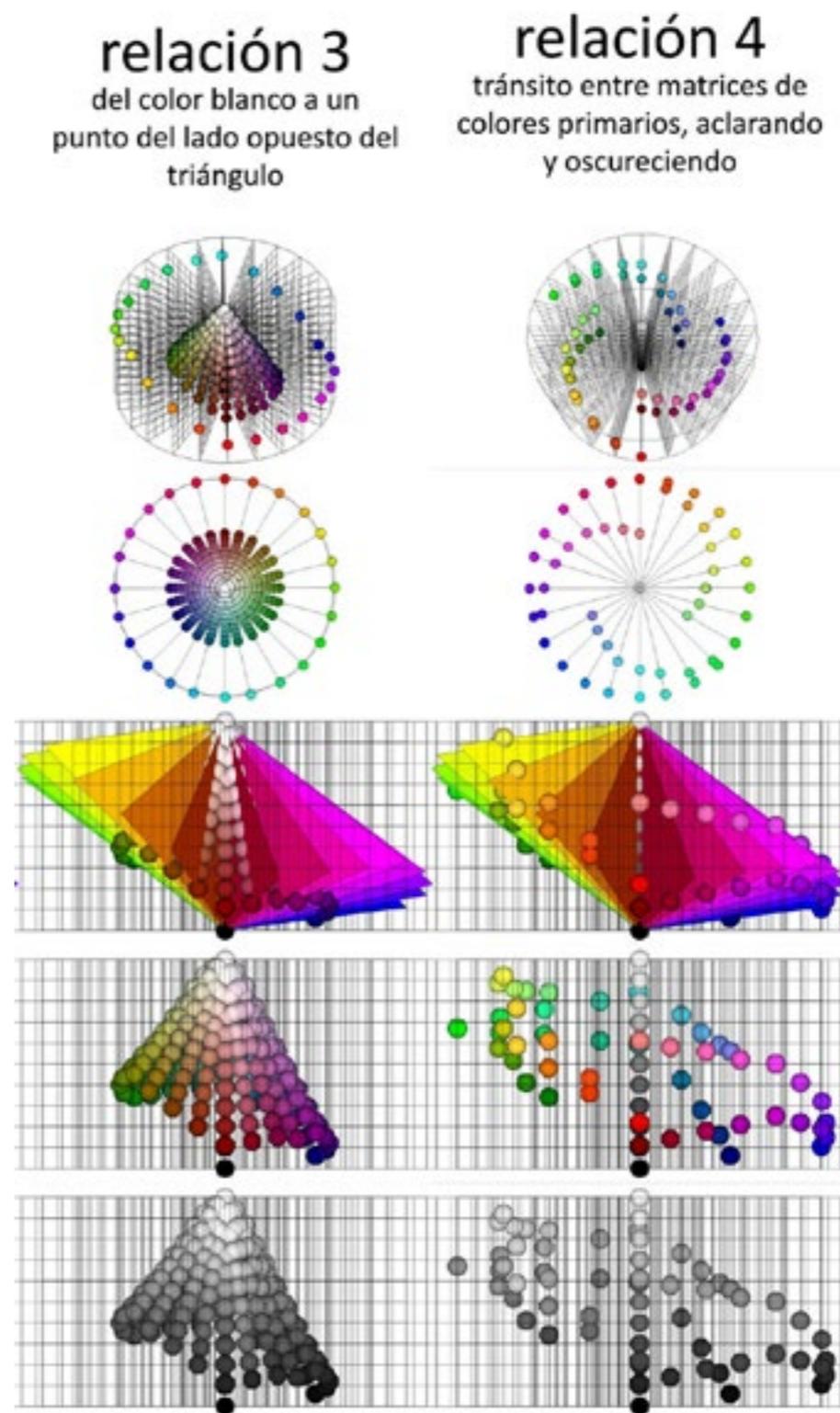


Figura 9. Relaciones 3 y 4. Modelo “TCS”.

no obstante, el valor de la saturación de las mismas va en aumento hasta llegar a 100% que corresponde al máximo de saturación. Ha sido obviado el hecho de que el lado vertical (escala de claridades) y el inferior (base negra) son dos lugares de acromáticos; las muestras que están equidistantes del color puro, en las direcciones horizontal y vertical, deberían tener iguales valores de saturación, como lo tienen visualmente y como ocurre en el “TCS”. Esto es prueba de la incoherencia entre visualidad y valor numérico, para la saturación, en el HSB.

**Relación 3.** *Del color blanco a un punto del lado opuesto del triángulo. Tinte constante. Claridad y saturación variables, de 100% de claridad y 0% de saturación a los porcentajes correspondientes a estas cualidades en el punto de destino, ver Figura 9.*

En esta relación varían, a la vez, de forma controlada y sistemática, la claridad y la saturación. En la misma se puede abarcar una amplia cantidad de muestras, físicamente diferentes.

No será analizada esta relación para el HSB pues se repetirían los mismos problemas que en la Relación 2.

**Relación 4.** *Entre matrices de colores puros, con dos ramas, partiendo ambas de un color puro, aclarándose y oscureciéndose hacia los lados superior e inferior del triángulo de destino, respectivamente. Cambian el tinte, la claridad y la saturación, a la vez. El tinte varía de forma gradual, de dominante a subordinado hasta llegar a un nue-*

vo dominante. La claridad de las dos ramas cambia a la vez, en la rama superior, de la del color primario inicial, a la del aclarado hacia el blanco del color primario de destino y en la otra rama parte de la misma claridad del color primario inicial, a la del oscurecido hacia el negro del color primario de destino. La saturación también cambia, de máxima en el color puro, disminuyendo, hasta los dos colores de destino. Las muestras de ambas ramas en cada triángulo tienen idéntica saturación, (ver Figura 9).

Resulta evidente que la búsqueda de relaciones entre colores, sobre un modelo tridimensional preciso, brinda muchas más posibilidades que la visualización de las matrices monocromáticas de forma independiente, agravada la información por valores numéricos no concordantes, conceptualmente, con la teoría del color.

**SELECCIÓN DE PALETAS DE COLORES SOBRE LA REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL DEL MODELO.** Es posible realizar la selección de colores en el modelo tridimensional “TCS”, inclusive realizar 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”, lo posibilita. 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.

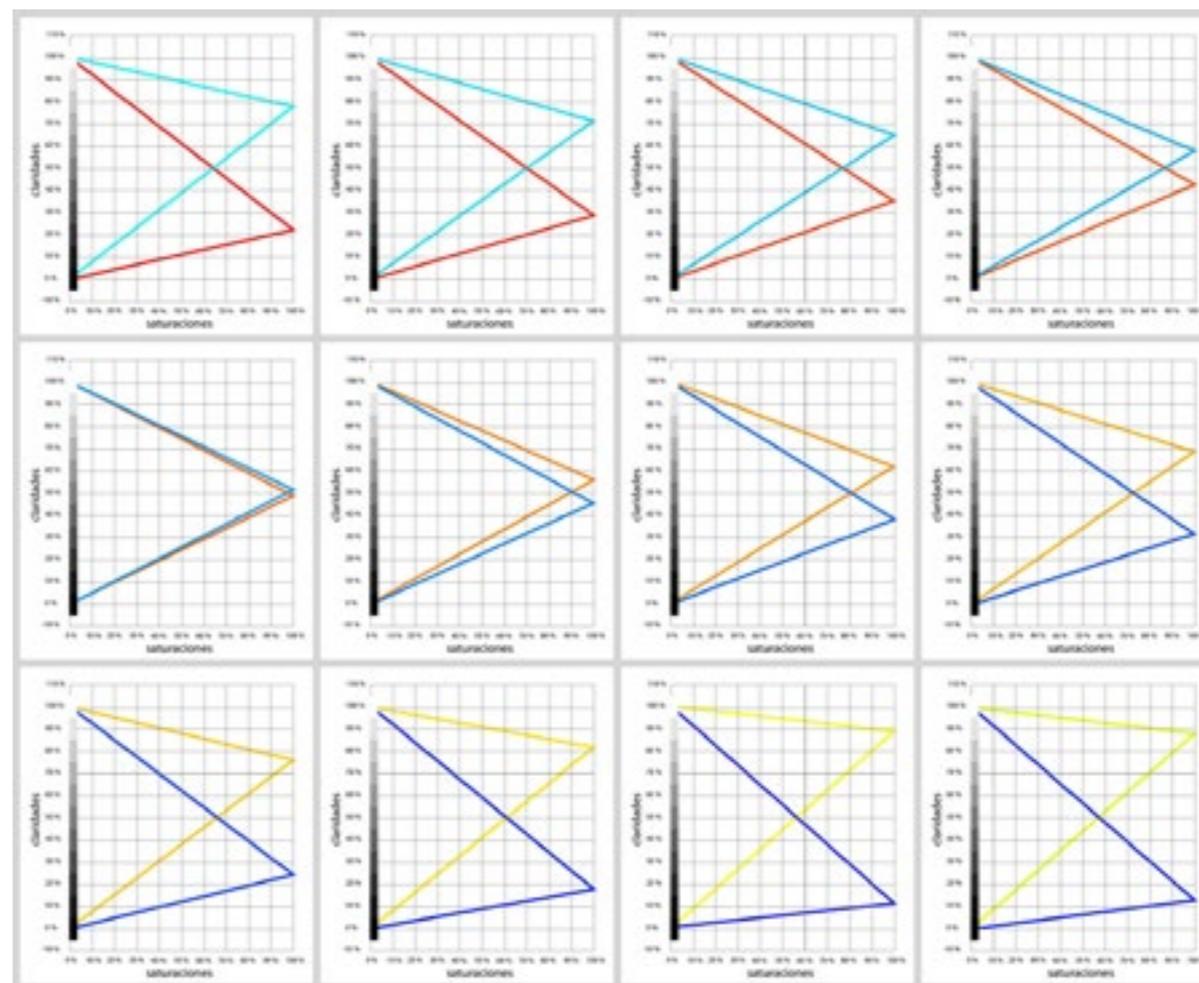
### SUPERPOSICIÓN DE CONTORNOS.

*Depuración de la selección de tintes.* Cuando se seleccionan los tintes, están siendo elegidos colores puros con sus claridades propias, con el fin de relacionarlos. Visualmente se brinda información de la distancia cromática pero no de las claridades. La superposición de contornos, cuando se parte del verdadero valor de claridad del color puro, posibilita la integración visual de distancia cromática con claridad propia, esa fusión es un paso de la física a la percepción de los colores seleccionados, sin asociación aún al entorno en que los mismos deben convivir. En la Figura 10 han sido elegidos 12 tintes, entre el rojo (255, 0, 0) y el amarillo (255, 255, 0) y sus 12 complementarios, del cyan (0, 255, 255) al azul (0, 0, 255), respectivamente. Los esquemas muestran la fluctuación de relaciones de claridades entre pares. Sin embargo todos los pares se separan igual distancia según la croma.

En los esquemas de la Figura 11 se aprecia un proceso de depuración de la distancia de la entre tintes y consecuentemente entre colores puros, fusionando visualmente croma con claridad. Los tres casos responden a iguales distancias cromáticas: cuatro tintes equidistantes en esquema cuadrado de selección. Al superponer contornos se aprecian tres nue-

vas posibilidades de distancias entre colores puros: regularización de la distancia por croma y por claridad; asociación por croma y claridad dos a dos, con discreta distancia entre ambos dúos; y asociación por croma y claridad dos a dos, con marcada distancia entre ambos dúos; respectivamente. Surge la pregunta: ¿Cuál sería el mejor de estos esquemas? El mejor de estos esquemas será el que se ajuste coherentemente a una morfología específica para dar respuesta a una necesidad de diseño, solo entonces

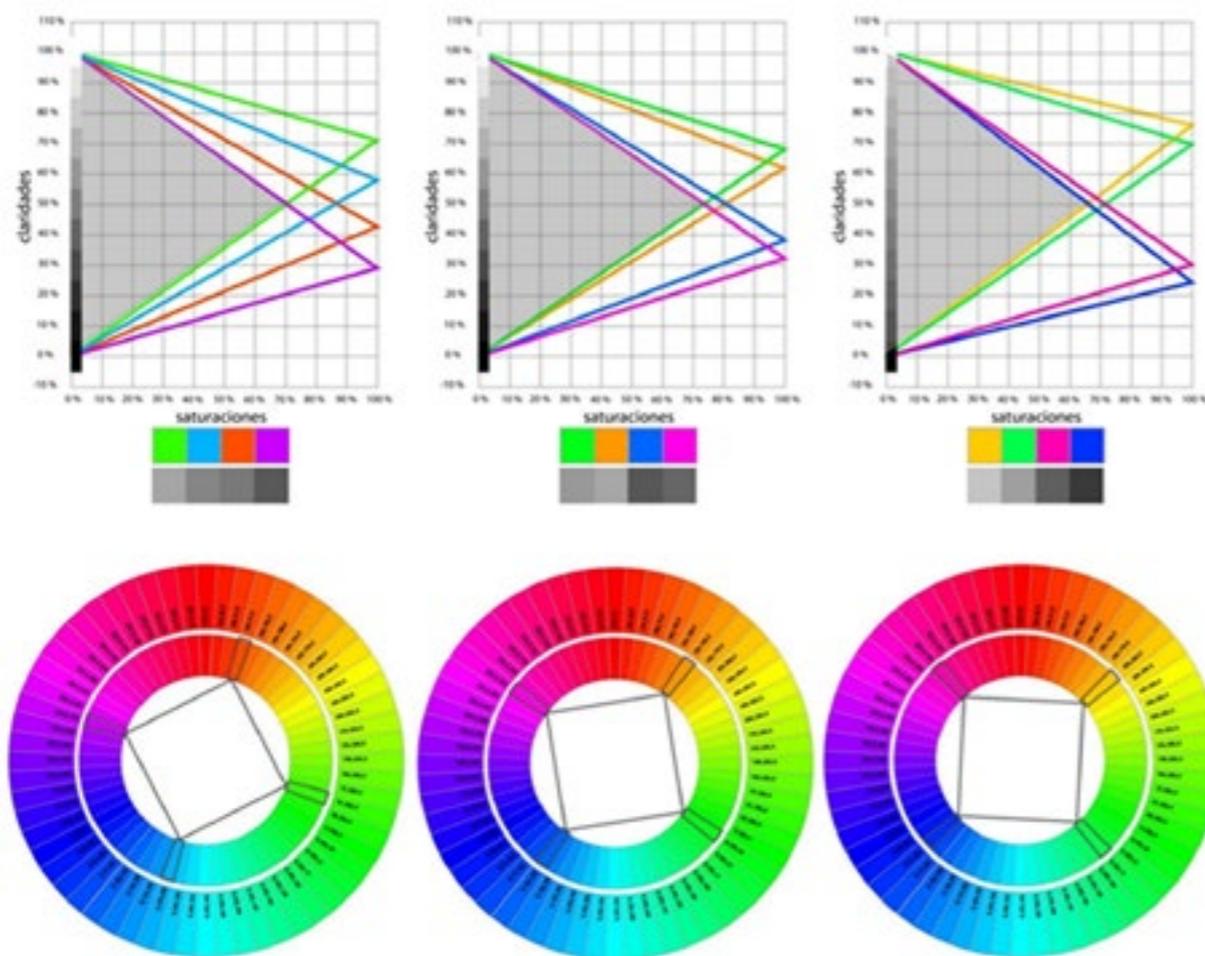
**Figura 10.** Relaciones por claridades entre colores complementarios.



se podrá hablar de armonía formal, color incluido. Los esquemas son solo parte de modelos y tendrán mayor o menor valor en la medida que los modelos sean más o menos precisos.

*Identificación de zonas de máxima analogía entre diferentes tintes.* Después de seleccionados los tintes con independencia de la cantidad y variedad de los mismos, siempre existirá una zona de identidad, por claridades y saturaciones, entre las matrices de todos los tintes. Esa zona de máxima analogía (ZMA)

**Figura 11.** Zonas de máxima analogía (ZMA) o contraste (ZMC) por claridad y saturación.



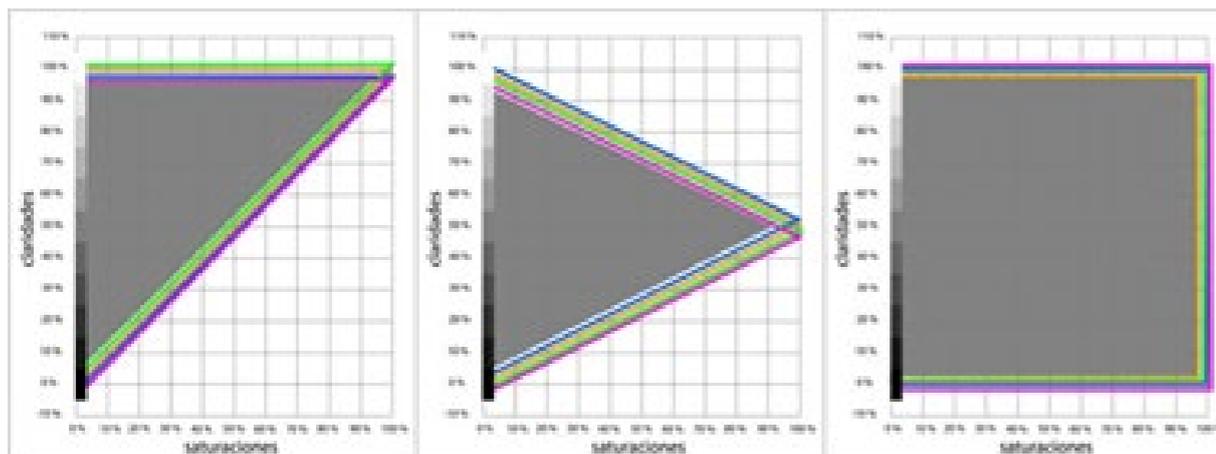
para tintes diversos, resulta de la superposición de los contornos de los modelos monocromáticos y sus límites son: la escala de claridades, la línea de contorno superior del tinte más claro y la línea de contorno inferior del tinte más oscuro, como se aprecia en las zonas grises de la Figura 11.

Esta consideración es extrapolable para relacionar subgrupos dentro del grupo de tintes seleccionados.

*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.

Cuando todas las matrices monocromáticas son idénticas no se cuenta con información para hacer estos análisis, la ZMA no es real es solo teórica, (ver Figura 12).

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)<sup>10</sup>



**Figura 12.** Zonas de analogía máxima, teórica, en modelos HSV, HLS y HSB

## 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

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](http://www.glosario.net) - © 2003 - 2017- diccionario

Badillo, R. G. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimen-

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

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

Abreu, M. (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](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).

RECIBIDO: 12 mayo 2017

ACEPTADO: 20 junio 2017