



entretejidos

Revista de Transdisciplina y Cultura Digital

Identificación de variables en la percepción cromática
En estudiantes de una universidad
de la Ciudad de México

Identificación de variables en la percepción cromática

En estudiantes de una universidad de la Ciudad de México

Alma Olivia León Valle

Identificación de variables en la percepción cromática

En estudiantes de una universidad de la Ciudad de México

Resumen

El nivel de discriminación tonal en los individuos con visión tricromata dentro del rango considerado normal, puede variar en relación a los fotorreceptores Largos, Medios y Cortos (L, M, S) alojados en el glóbulo ocular y al óptimo funcionamiento de éstos. Para determinar si la visión está dentro de los estándares y a que nivel funciona se realizan pruebas de discriminación cromática. Con este estudio se busca identificar si los estudiantes de diseño poseen alguna deficiencia y/o defecto de percepción cromática que pueda llegar a afectar su desempeño profesional y que deba tomarse en cuenta, así como, encontrar factores que puedan mejorar esas condiciones.

Palabras clave:

Visión cromática, discriminación tonal, percepción de color, pruebas de color.

Identification of variables in color perception

In students of a university in Mexico City

Abstract

The tonal discrimination level in people with normal trichromacy view can vary in relation with the optimum functioning of photoreceptors Large, Medium and Short (L, M, S) hosted in the ocular globe. To determine if color vision is within normal parameters and determine its functioning level, there are special chromatic discrimination tests that can be applied. This study pursuit identify if design students have a chromatic perception deficiency or a color vision defect that can affect his professional performance and what should be consider as well to find factors that can improve these conditions

Keywords:

Chromatic vision, Tonal discrimination, Color perception, Color test

Introducción

El ojo humano normal está compuesto de células fotorreceptoras llamadas conos, que son responsables de la detección de las radiaciones que emite el espectro electromagnético conocido como luz. Hay tres tipos distintos de conos encargados de la absorción de longitudes de onda, los sensibles a las ondas largas próximas a los 650 nanómetros (nm) donde reconocen la luz roja, los sensibles a las ondas medias cerca de los 530 nm para luz verde y los que detectan las ondas cortas de 430 nm para la luz azul. Si alguno de estos conos muestra una deficiencia o se encuentra ausente, afecta la visión de los colores presentando una condición conocida como daltonismo. El mal funcionamiento de estos conos puede deberse a un gen hereditario o bien, verse afectado debido a factores como agentes neurotrópicos, ali-mentos y consumo de medicamentos, entre otros. (Fraunfelder y otros 99)

Cuando estas deficiencias oculares son severas, los individuos reflejan una afectación tanto a nivel personal como laboral, mermando su autoestima, restringiendo su campo profesional o limitando la comprensión e interpre-tación de códigos cromáticos que se establecen a su alrededor. Aquel as-pecto cromático signifi-cante en una imagen, su referencia iconográfica y psicológica se ve ampliamente modificado, ya que la percepción humana en la actualidad, es primordialmente visual. Lo cual supone que el color es uno de los lenguajes no verbales, más utilizado como elemento comunicativo, sobre todo en el ámbito del diseño.

Este proyecto tuvo como propósito identificar si los estudiantes de las ca-rreras de arquitectura, diseño industrial y diseño de la comunicación gráfica de la UAM Azcapotzalco,

poseen alguna deficiencia y/o defecto de percepción cromática, el nivel que presentan y las posibles causas relacionadas al grado de agudeza visual cromática, para determinar si puede en algún caso, mejorar su condición.

El estudio está apoyado en la prueba Farnsworth D15, para detectar la visión dicromática, si la hubiera y el tipo que se presenta. La segunda prueba aplicada fue Farnsworth Munsell 100 Hue Test que además de detectar anomalías en la visión de color a través de pruebas de discriminación, muestra resultados que permiten establecer grados de visión tricromática, así como el número de errores presentados. La prueba realizada bajo condiciones lumínicas reguladas y específicas de 6500 grados kelvin, se complementó al aplicar un cuestionario del que se obtuvieron datos cuantificables, que permitieron conocer algunas condiciones del individuo al momento de realizar la prueba, tales como: el número de horas que está diariamente frente a una computadora, si estaba bajo algún tratamiento médico ingiriendo medicamentos, color de ojos, si utiliza anteojos, entre otras cosas. Entonces, ¿cómo perciben el color los jóvenes de las carreras de diseño? Cada ser humano percibe el color de distinta manera, aun cuando posea una visión cromática dentro del rango considerado normal. Para explicarlo, se considerarán los siguientes temas: la percepción del color, deficiencias en la percepción del color, factores que pueden afectar la percepción cromática, metodología utilizada en la aplicación de pruebas realizadas a estudiantes de diseño de la universidad antes citada y se presentan los resultados obtenidos, finalmente se formulan las conclusiones.

La Percepción de color

El ojo humano, su funcionamiento y su relación con el color, ha sido tema de estudio desde tiempos antiguos. Las teorías sobre

percepción del color se remontan a la antigua Grecia, donde los sabios por siglos avalaban arraigadamente la teoría de la emanación, que afirmaba que los ojos irradiaban llamas de fuego que, al tocar los objetos, éstos se hacían visibles. Dos mil años después Aristóteles cuestionó esa teoría y llegó a la conclusión de que la luz viaja de forma similar a una onda en el agua cuando cae una piedra. (Ferrer 79) Fue Thomas Young en 1801, quien comprobó la naturaleza ondulatoria de la luz. A Young también se le asocia directamente a la teoría triestímulo, declarando que a partir de la mezcla apropiada de tres estímulos, RGB, es posible obtener cualesquiera otros valores estímulo de color, sugirió además, que en el ojo humano se tenían los tres tipos de receptores que captaban las longitudes de onda de la luz. Esta teoría fue complementada con bases más cuantitativas por Hermann von Helmholtz en el año 1886, por lo que ésta teoría se conoce como teoría del color Young-Helmholtz. (Berns 14)

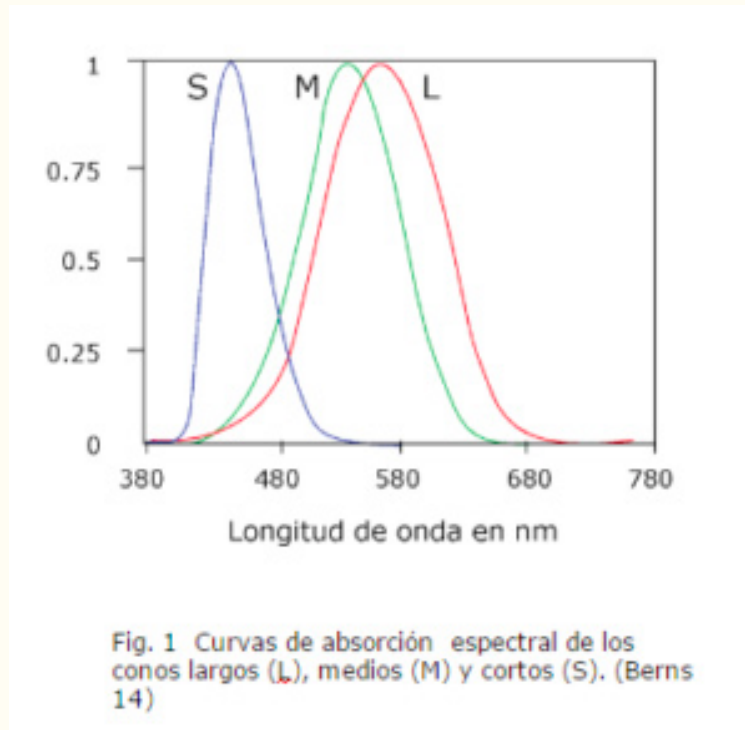
Young postuló la existencia de tres tipos de receptores que responden diferencialmente a una composición espectral determinada y que, al ser estimulados, generan una actividad neural que se traduce en una sensación cromática. Helmholtz da un paso más proponiendo una sensibilidad espectral específica para cada uno de los receptores, de manera que cada uno de ellos no es sensible sólo a una longitud de onda determinada, sino que cada receptor puede ser activado de manera máxima por una longitud de onda y en menor medida por longitudes próximas a esa cota de máxima estimulación. (Villafañe y Mínguez 78)

Fue hasta 1964 que se hizo posible medir las propiedades de absorción del espectro de cada cono retiniano, a través de una técnica llamada microespectrodensitometría; confirmando así, la teoría de la existencia de

los tres tipos de pigmentos, cada uno de los cuales es máximamente absorbente para una longitud de onda.

El ojo tiene cerca de 7 millones de fotorreceptores llamados conos y más de 100 millones de fotorreceptores conocidos como bastones. Los conos están concentrados en la parte posterior del glóbulo ocular en la fovea central, que tiene un área de 0.3 mm de diámetro. Los conos son responsables de captar las longitudes de onda del espectro electromagnético que hacen posible que puedan verse los colores. Los bastones reaccionan mejor a la luz, incluso de intensidad muy baja, son los que permiten distinguir los objetos y las figuras. Los conos y bastones envían la información captada al cerebro a través del nervio óptico, en donde se procesan e identifican las longitudes de onda de la composición espectral que los incitó.

Los conos perciben los estímulos de longitudes de onda correspondientes al rojo, verde y azul, principales componentes de la mezcla aditiva que, al combinarse, producen cerca de un millón de variaciones cromáticas que un ojo humano en condiciones normales es capaz de percibir. (Neitz y Antico 1) Se ha podido comprobar que del total de conos que posee un humano, 64% tienen sensibilidad máxima al color rojo, 32% al verde y 2% al azul. (Olmo y Nave 5) Un haz de luz de cierta longitud de onda, provocará distintos grados de agitación en los fotorreceptores de acuerdo a su tipo, así por ejemplo, en una onda de 430 nm, los conos sensibles al rojo y al azul absorben algo de luz para que el cerebro sea capaz de recibir información de una tonalidad morada. En la figura 1 se muestran las curvas espectrales que absorben los tres tipos de conos: Largos, Medios y Cortos. El punto máximo de la cresta se encuentra a la altura de los colores luz rojo, verde y azul, principales componentes de la luz blanca.



2.- Deficiencias en la percepción del color

La incapacidad en la visión de color se conoce como discromatopsia o daltonismo. Puede ser congénita (hereditaria) o adquirida por alguna enfermedad ocular, neurológica y por el consumo de algún medicamento o sustancia tóxica. De cualquier manera, esto se traduce en la débil o nula sensibilidad de alguno de los tres tipos de conos y en otros casos, por la ausencia de alguno de ellos.

Las discromatopsias más conocidas son las congénitas en las cuales los sujetos no pueden percibir uno de los colores. El nombre de daltonismo se debió al físico, químico, meteorólogo y médico inglés John Dalton, quien padecía ese defecto y pudo describirlo a detalle en su trabajo *Hechos extraordinarios relacionados con la visión de los colores con observaciones en 1794*. (Moreira 73) Aunque su teoría fue objetada, se convirtió en punto de partida para muchas otras investigaciones, Dalton incluso, dio instrucciones para que, a su muerte, extrajeran sus ojos para el estudio de su

peculiar visión. Desde entonces, se hizo común utilizar el término daltonismo, para nombrar las alteraciones de la visualización cromática.

Actualmente, a las alteraciones en los fotorreceptores cromáticos se les denomina más específicamente protanopia, deuteranopia y tritanopia. La utilización de prefijos para definir deficiencias de color fueron propuestas por Von Kries (Urtubia 242), e indican que cuando una alteración se produce en el primer pigmento o principal (protos), que se refiere al receptor rojo, se le nombra protanopia; en el segundo (deuteros), alusivo al que sigue después del primero, es decir, receptor verde, se le llama deuteranopia; y cuando la alteración se produce en el tercer pigmento (tritros), que corresponde al azul, se le conoce como tritanopia. Si no se tiene visión del color, se habla de una acromatopsia. Se utiliza el prefijo anopía, para señalar la privación de la vista.

La deficiencia severa para detectar el color rojo-verde (protanopia y deuteranopia), es la más común de las insuficiencias congénitas de este tipo y predomina en los hombres, ya que se codifica en el cromosoma X, un rasgo vinculado al sexo. Si un hombre es portador de un cromosoma X defectuoso, sufrirá de ceguera para los colores. Las mujeres, al poseer dos cromosomas X y uno ser defectuoso, el sano se hace cargo pero se convierte en portadora del gen defectuoso. Cerca del 8% de la población masculina, posee una deficiencia de color y sólo el 0.5% de las mujeres la presentan. (Berns 18) El 99% de estos casos tienen una visión débil en los conos largos (L) y medios (M); la ceguera o defecto del cono corto (S), denominado tritanotopia, también es genética, pero no está ligada al sexo. Se cree que es causado por una mutación del gen; se estima que el 0.008% de las personas padecen este tipo de daltonismo y se encuentra por igual, en hombres y mujeres. (Douma 11)

La ceguera total al color o acromatopsia, puede encontrarse en un número mucho menor de sujetos, sólo el 0.00001% la presentan, perciben únicamente los tonos negros, blancos y grises, es decir, son monocromáticos (Douma 11).

En México, el Dr. Adolfo Francisco Monroy Montoya, jefe del Servicio de Retina del Hospital de Oftalmología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, reveló en el 2008 que cerca del 4% de los hombres padece algún tipo de discromatopsia, que son poco más de 2 millones, especialmente con una deficiencia verde-rojo y solamente el 0.4% de la población femenina la presenta. (El Universal 1) Estos datos indican un número menor de daltónicos en México; comparado con las cifras que se tienen a nivel mundial, serían la mitad. Las mujeres mexicanas, sin embargo, están sólo una décima porcentual por debajo de esas cifras.

Además de la vista normal tricrómata, las alteraciones en los conos que suponen la vista dicrómata y la monocromática, se conoce una condición que raramente se manifiesta en las personas. De hecho se cree, que sólo las mujeres podrían presentarla, es el tetracromatismo, que se debe a un cambio en la secuencia del ADN, mutación en uno de los genes que permite que se absorba mucho más la luz en los conos L y M. La molécula de opsina mutada, hace reaccionar de manera alterada los conos que perciben las distintas longitudes de onda, permitiendo un rango en extremo mayor de colores percibidos, generando así, un nuevo tipo de cono. Debido a que a que los genes de la opsina de los conos L y M se encuentra en el cromosoma X, sólo es posible que las mujeres puedan beneficiarse de esta mutación. Los investigadores estiman que las mujeres que han nacido con un cuarto cono son bastante comunes, de hecho son las madres e hijas de hombres daltónicos quienes lo poseen, aunque

no tienen desarrollada la capacidad para ver más colores. El Dr. Jay Neitz, investigador de la Universidad de Washington, cree que las mujeres tetracrómatas requieren de práctica para desarrollar la habilidad que les brinda el cuarto cono, ya que ha expresado que el mundo está hecho por tricrómatas para el mundo de los tricrómatas, considera incluso que la naturaleza no brinda las variaciones de color suficientes para un tetracrómata. Y opina que debe habilitarse ese cuarto cono con trabajos especializados en los laboratorios. (Greenwood 11).

Entre las deficiencias de percepción cromática pueden encontrarse también los tricrómatas anómalos, quienes a pesar de poseer los tres tipos de conos sensibles a las diferentes longitudes de onda, uno de sus ellos tiene una deficiente actividad funcional. Los protanómalos poseen una deficiente actividad de los protoconos percibiendo muy débilmente el rojo; los deuteranómalos perciben con debilidad el verde a consecuencia de la deficiente actividad de los deutoconos; y los protanómalos confunden azul y amarillo por su débil funcionalidad en los protoconos.

En la figura 2 se puede observar una clasificación de los tipos de visión cromática y discromatopsias que pueden presentarse en las personas y explicados antes. Y como ya se sabe, desde la visión acromática, en donde ninguno o uno de los conos es funcional, por lo tanto la visión se torna sin color; la visión con dos conos funcionales y uno ciego al color, donde la visión se torna dicrómata (protanopia, deuteranopia o tritanopia); la visión tricrómata anómala, donde a pesar que los tres conos funcionan, uno de ellos presenta anomalía o debilidad (protanomalia, deuteranomalia o tritanomalia); la visión tricrómata normal, con tres conos funcionando de manera óptima, percibiendo estímulos de longitudes de onda de 1 millón de colores; y

finalmente, la visión tetracromática o superior, en la que pueden percibirse longitudes de onda del espectro electromagnético muy por encima de lo normal, con un estimado de 100 millones de colores. (Neitz y Antico 1)

Visión de color y deficiencias

Longitudes de onda en concordancia	Numero de fotorreceptores funcionales	Tipo	Denominación	Discriminación tonal	Incidencia	
					♂	♀
0	Ninguno	Monocromata de bastones, sin conos funcionales (Acromático)	Monocromatopsia	Ausente	0.00001%	
1	Uno	Monocromático (Acromático)	Monocromatopsia	Ausente		
2	Dos	Dicromático	Protanope Deuteranope Tritanope	Severamente alterada	2.4%	0.03%
3	Tres (uno débil)	Tricromático anómalo	Protanómalo Deuteranómalo Tritanómalo	Medianamente alterada	6.3%	0.37%
3	Tres	Tricromático normal	Tricromatismo normal	Óptimo	91%	96%
4	cuatro	Tetracromático	Tetracromatismo	Superior	0	desconocido*

Fig. 2 *Aunque actualmente se desconoce la incidencia de tetracromatas, un estudio sugiere que 2-3% de mujeres en el mundo podrían tener el cuarto cono, sin embargo las investigaciones continúan. (Antico 3) Cuadro: realizado por la autora.

Por otro lado, los defectos en la visión cromática, pueden ser factor de riesgo para realizar ciertas actividades o para desempeñar un gran número de ocupaciones y profesiones, entre ellas algunas relacionadas con el diseño: artista gráfico, diseñador gráfico, fotógrafo en color, prensista, maestro de arte, vendedor de ropa, diseñador de moda. Y otras más como médico, dentista, bombero, piloto, policía, laboratorista, conductor de autobús escolar, entre otras tantas. (Richmond 6)

Es muy probable que por eso en países como Turquía, Rumania, Perú y algunos países europeos no se expiden licencias de conducir a personas con daltonismo, principalmente si requieren manejar algún

transporte público o de carga, esto debido a los accidentes que se han presentado sobre todo en carreteras, donde no es posible que distingan las alertas de color rojo. En México existe la restricción en el Reglamento de Tránsito en carreteras federales:

ARTICULO 59. Ninguna persona o empresa deberá permitir la conducción de vehículos de servicio público federal a personas que presenten cualquiera de las alteraciones siguientes: [...]

Ojo y visión. Agudeza visual. Visión nocturna. Campos visuales. Hemianopsias, escotomas. Afaquias. Desalojamiento del globo. Trastornos de la movilidad palpebral. Reflejos pupilares. Desiguales pupilares. Daltonismo (Actualizado al 28 de noviembre de 2003).

Sin embargo, no se considera peligroso que las personas con deficiencias de color manejen en las ciudades, como la de México, posiblemente debido a su cultura vial, además de la disposición y diseño tanto de semáforos como de señales viales.

En consecuencia, si bien las alteraciones cromáticas visuales no representan ningún riesgo en la vida de quien la posee, se ha podido observar por experiencia propia de la investigadora con dicrómatas, que sí pueden llegar a limitar su vida de manera profesional e incluso personal, al apreciar el mundo de manera diferente al resto de las personas. Incluso pueden llegar a sentirse aisladas y no suelen estar dispuestas a expresar sus experiencias, ni a aceptar abiertamente su problema.

3.-Factores que pueden afectar la percepción cromática

Las deficiencias en la percepción cromática pueden contraerse a consecuencia de una lesión ocular, una enfermedad o por una intoxicación. Las enfermedades que se

adquieren con la edad como cataratas, diabetes, degeneración macular o glaucoma, son algunas causantes de fallas en la apreciación de color. Otra enfermedad común hoy en día es "La hipercolesterolemia" que "... origina importantes cambios neurodegenerativos en el córtex cerebral, lo que se traduce en un fallo en la visión cromática." (Alcalá y otros 1)

Claude Monet, fundador del movimiento impresionista adquirió cataratas a los 60 años de edad, en 1908. Él mismo refirió pintar los cuadros de memoria, sin poder ver ya los colores fríos, azules y violetas, así lo expresó en una carta a Clemenceau en 1918:

No logro percibir los colores con la misma intensidad que antes, los rojos parecen más lodosos, como rosas insípidos, y se me escapan los intermedios, pinto oscuro como en las pinturas antiguas y cuando comparo estos cuadros con mis trabajos anteriores me dan ganas de rasgarlos con la navaja. (Fernández 5):

Puede notarse la frustración en las palabras de Monet, al no poder pintar los cuadros del mismo modo que lo hacía cuando poseía una visión cromática normal. Los cuadros pintados entre los años 1918 y 1924 reflejan la deficiencia visual que adquirió, cuando sus cataratas eran más graves. En 1923, fue operado del ojo derecho, el izquierdo nunca le fue operado. En sus obras *El jardín de las rosas*, puede verse una notable diferencia en el uso de color, ya que una fue realizada con el ojo derecho operado y la otra con el ojo izquierdo, con la catarata. En la creada con el ojo dañado se observa el predominio de tonos cálidos muy saturados, por el contrario, la otra obra se torna fría dominando los violetas, azules y verdes. Ver figuras 3 y 4.



Figura 3. *Jardín de las rosas* de Claude Monet, obra pintada con el ojo derecho operado de una catarata. (Elsevier. MC Fernández Jacob file:///Users/rafael/Downloads/S0365669113001639_S300_es.pdf).



Figura 4. *Jardín de las rosas* de Claude Monet, obra pintada con el ojo izquierdo afectado con la catarata. (Elsevier. MC Fernández Jacob file:///Users/rafael/Downloads/S0365669113001639_S300_es.pdf).

Se ha confirmado que algunos medicamentos recetados o de libre consumo, suplementos alimenticios y algunos compuestos herbales, producen afectaciones en la visión cromática, como efectos secundarios. Esto puede deberse como exceso en las dosis, el uso prolongado o al desarrollo de alguna hipersensibilidad al medicamento o los químicos contenidos. (Richmond 10) Algunas sustancias que comúnmente se ingieren pueden producir esta alteración de color, como los antibióticos, antidepresivos, suplementos dietéticos y algunos solventes químicos. El oftalmólogo Frederick T. Fraunfelder habla en su libro Toxicología ocular clínica, de 96 sustancias que sin duda causan defectos en la visión de color, 21 sustancias que son probables causas y 16 más como posibles. (Fraunfelder 2008)

Las deficiencias de vitaminas A y D causan defectos en la discriminación de color, incluso en casos extremos causarían acromatismo. El uso prolongado de suplementos de vitamina A, puede causar hipertensión intracraneal y subsecuentemente una visión cromática adversa

conocida como Xantopsia, en la cual todos los objetos visibles tienen un tono amarillento. Otro medicamento muy utilizado en la actualidad e incluso adquirido sin receta médica, es el sildenafil citrate, mejor conocido como Viagra, que como posible efecto secundario, produce visión anormal y cambios en la visión cromática, percibiendo con una tonalidad azul, además de visión borrosa.

El consumo de drogas puede generar efectos en la visión provocando dilatación de pupilas, pérdida de agudeza visual y alteración de la percepción cromática. Un estudio realizado por el oftalmólogo argentino Ricardo Arturo Nassif, hace referencia a algunas sustancias que producen alteraciones en la visión cromática como son: los opiáceos (el opio y sus derivados que son la heroína, la morfina y la metadona), que alteran el campo visual y provocan defectos en la visión rojo-verde (protanopia) y por consiguiente, aumento de sensibilidad para el azul; los hipnóticos que se clasifican entre los barbitúricos y no barbitúricos, son inductores del sueño, éstos provocan defectos pasajeros en la visión de color amarillo-verde; la cocaína produce alteraciones cromáticas asociadas con un aumento en la sensibilidad al azul y menor para el rojo. El estudio también revela que el crack, derivado más fuerte de la cocaína, puede producir, además de una afectación a nivel de todos los colores, la pérdida total de la visión. Se tienen otras sustancias como la cafeína y teína. La cafeína produce alteraciones en la sensibilidad al contraste, así también reduce la receptividad al estímulo azul y aumentan la del rojo. El consumo de nicotina altera la sensibilidad al contraste visual y, afecta en la sensibilidad al rojo-verde, en especial el rojo, causando un daño que pudiera llegar a ser permanente. (Nassif 14)

Las drogas psicodélicas, que alteran la cognición y la percepción de la mente, producen alucinaciones y efectos sinestésicos.

El cannabis o marihuana produce trastornos visuales en individuos esquizofrénicos que "... incluyen anomalías en la percepción de forma, color, brillantez direccional, gradientes de textura, tonalidad, profundidad y contraste de los objetos..." (Jácome 1) Sin embargo, otro estudio reciente de Joseph Bouskila, estudiante de doctorado de Optometría de la Universidad de Montreal, indica que se realizan pruebas para comprobar que la marihuana es capaz de mejorar la sensibilidad visual, ya que los cannabinoides pueden retrasar la pérdida de la visión asociada con enfermedades degenerativas, como el glaucoma y la degeneración macular que provocan, también, la degeneración de los conos y bastones. (Martínez 9)

Como se evidencia, los ojos son órganos que, al igual que cualquier otro órgano del cuerpo, se ven afectados por alguna enfermedad o al consumir algunas sustancias, suplementos o medicamentos. Pocas veces se conoce el efecto colateral que producen en la visión y en la percepción de color, drogas que incluso, en estos días son relativamente de uso común y fácil acceso para los jóvenes, como el alcohol, el tabaco y el cannabis. Esto hace notar lo importante que es conocer esos efectos, ya que en ocasiones graves e irreversibles poder controlar su consumo en la medida de lo posible.

4.-Metodología utilizada en la aplicación de pruebas realizadas a estudiantes de diseño

Con el objetivo de determinar el grado de discriminación visual cromática, así como alteraciones en la visión de color que predominan en jóvenes estudiantes, se realizó un estudio exploratorio cualitativo.

Para la muestra se consideraron 119 estudiantes de sexo indistinto, que preferentemente estuvieran iniciando la licenciatura, con la finalidad de poder realizar segundas y terceras

pruebas en el lapso de los cuatro años de duración de las carreras. Los criterios de inclusión tomados en cuenta, comprendieron a estudiantes de licenciatura de las carreras de Diseño de la Comunicación Gráfica, Diseño Industrial y Arquitectura, de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco. Las edades comprendieron entre los 17 y 28 años. La muestra resultante fue de 67 mujeres, 52 hombres.

A cada uno se le realizó la prueba Farnsworth D15, para detectar discromatopsias, y el tipo que se presenta. La segunda prueba aplicada fue Farnsworth Munsell 100 Hue Test que además de detectar anomalías en la visión de color a través de pruebas de discriminación, muestra resultados que permiten establecer los grados de visión tricromática y el número de errores que se presentaron.

Estas pruebas fueron complementadas con un cuestionario para obtener datos más concretos como: si usa lentes, que tipo de deficiencia visual tiene; horas de descanso el día anterior; horas frente a monitor de computadora; consumo de medicamentos o suplementos alimenticios, si utiliza de gotas para los ojos; si es diabético; zurdo o diestro; y si hay daltónicos en la familia.

La prueba Farnsworth D15 apoya en la detección de defectos de visión de color como rojo-verde y azul-amarillo a través de 15 fichas removibles, que tienen variaciones en incrementos de matiz. Se realizó en cada ojo por separado. La prueba Farnsworth Munsell 100 Hue Test consta de 89 fichas removibles, en cuatro juegos, cada ficha con una referencia de color a lo largo del espectro visible. Esta prueba se realiza primordialmente a personas con visión normal (tricromata), para determinar el grado de agudeza visual cromática en categorías Baja, Promedio y Alta, además, establece donde

se encuentran las zonas de confusión, por lo tanto puede determinarse quienes poseen una protanomalia, deuteromalia o tritanomalia.

La iluminación es un factor de suma importancia cuando se percibe el color en los objetos. Generalmente se asume que toda luz blanca es igual, pero las diferentes fuentes de iluminación varían la tonalidad de la luz blanca de acuerdo a la temperatura de color. Ver Figura 5.

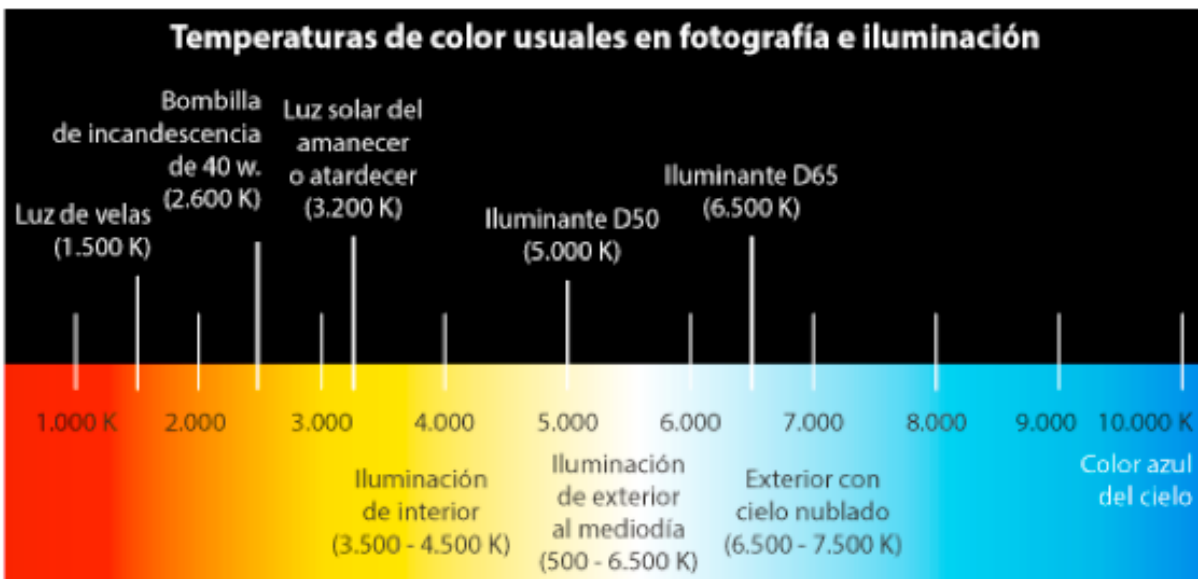


Figura 5. La temperatura de color de una fuente de iluminación se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitirá un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. (Imagen: Glosario Gráfico)

El estándar mundial comúnmente más aceptado es la luz de día, ya que el ojo humano está adaptado para ver los colores con el sol como fuente lumínica principal. Debido a que la luz del día cambia constantemente de acuerdo a la hora, la latitud, la altitud, el clima, las estaciones del año, incluso la calidad del aire y, además, como la luz solar no es constante, ni accesible las veinticuatro horas del día, se han creado fuentes de luz artificial que simulan la luz natural ideal para poder percibir los colores de manera óptima. La prueba a los estudiantes se realizó

en una cabina con luz normalizada D65 para lograr el mejor Índice de Representación de Color (CRI) que establece la CIE.

5.- Resultados obtenidos

La muestra total quedo distribuida de la siguiente manera: 54.6% de la Carrera de Diseño de la Comunicación Gráfica, 26% de la carrera de Arquitectura y 19.3% de Diseño Industrial. El 58% (69/119) de los estudiantes utiliza anteojos a temprana edad, siendo la miopía y astigmatismo conjunta la deficiencia más recurrente. Dos hombres tienen algún familiar daltónico, uno de ellos presentó un nivel de discriminación superior y el otro nivel promedio, ninguno heredó la discromatopsia.

Resultados prueba Farnsworth D15

De las pruebas realizadas, no se detectó ninguno que tuviera una visión dicrómata, ya sea en conos rojo-verde o azul-amarillo.

Resultados prueba Farnsworth D100

Los resultados presentados en esta prueba de color fueron: el 20% (25/119) de los estudiantes no presentó ningún error al aplicar la prueba, de ellos 17 fueron mujeres y 8, hombres. Dentro del nivel de discriminación Alta, en el que la prueba establece el número de errores dentro del rango de 0 a 16 fue, de la totalidad de las mujeres, 59.7% (40/67), en el de los hombres, el 42.3% (22/52). Para el nivel Promedio que permite un numero de errores de 20 a 100, la prueba arrojó que 40.29% (27/67) de las mujeres lo obtuvo y 51.9% (27/52) de los hombres. Para el nivel Bajo, en el que los errores están en un rango de más de 100 errores, 0% (0/67) de las mujeres lo presentó y el 5.76% (3/52) de los hombres lo hizo. Ver figuras 6, 7 y 8.

TOTALIDAD DE LAS PRUEBAS REALIZADAS En hombres y mujeres

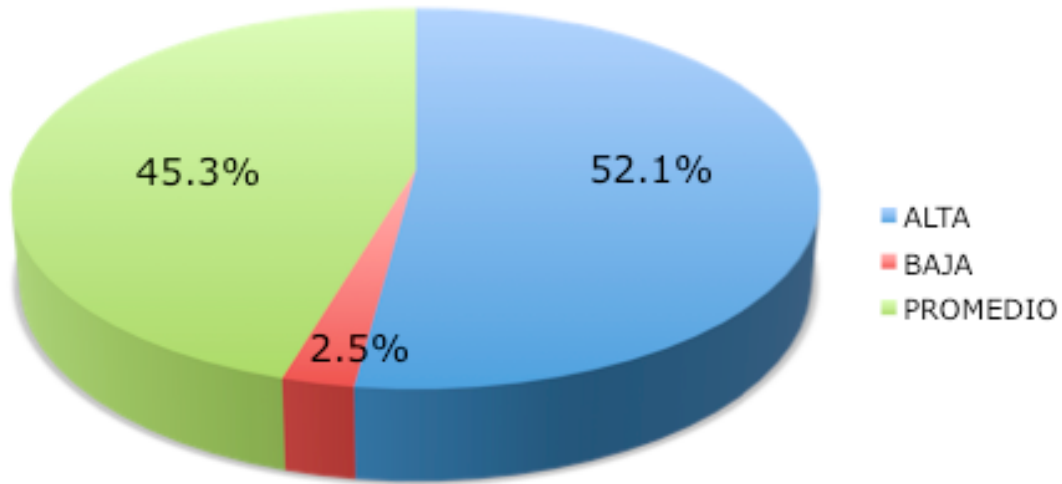


Figura 6. Se muestra el resultado general de las pruebas de discriminación cromática realizada a todos los estudiantes con la prueba Farnsworth D100.

Resultados de las pruebas de discriminación cromática

Resultados de las pruebas de discriminación cromática

DISCRIMINACIÓN CROMÁTICA HOMBRES

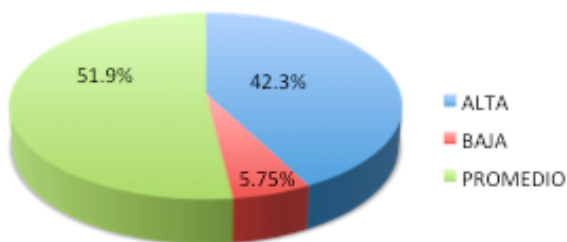


Figura 7. Se aprecian los porcentajes resultantes de la prueba realizada a hombres donde un 5.75% obtuvo un resultado por debajo del nivel Promedio.

DISCRIMINACIÓN CROMÁTICA MUJERES

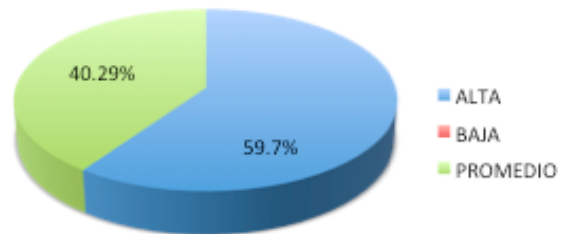


Figura 8. La prueba realizada a mujeres refleja un alto porcentaje en la visión cromática por arriba del nivel Promedio.

Las figuras 9 y 10 muestran los resultados obtenidos en los errores obtenidos en la prueba. Las diferencias son más evidentes en los niveles Alto y Bajo, donde las mujeres obtuvieron porcentajes por arriba del alcanzado por los varones. El nivel Normal o Promedio se mantuvo peculiarmente idéntico en número.

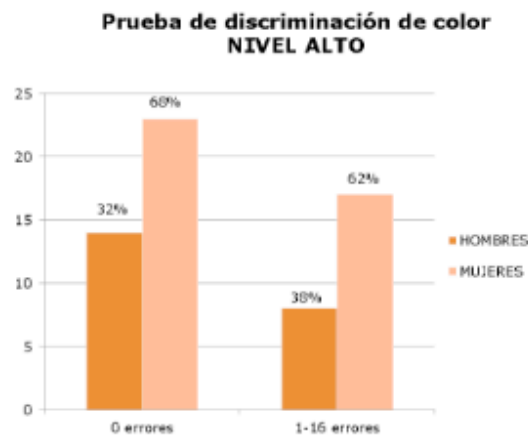


Figura 9. Nivel de discriminación cromática considerada Alta en hombres y mujeres .

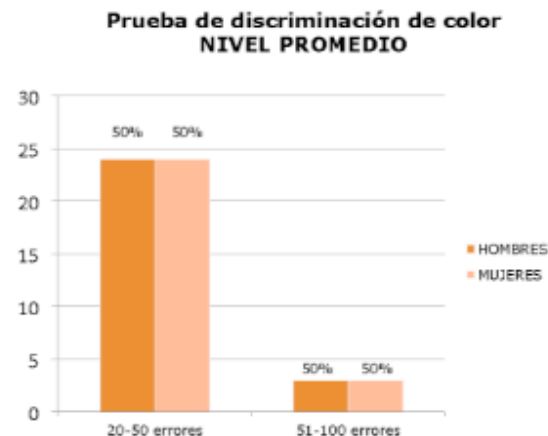
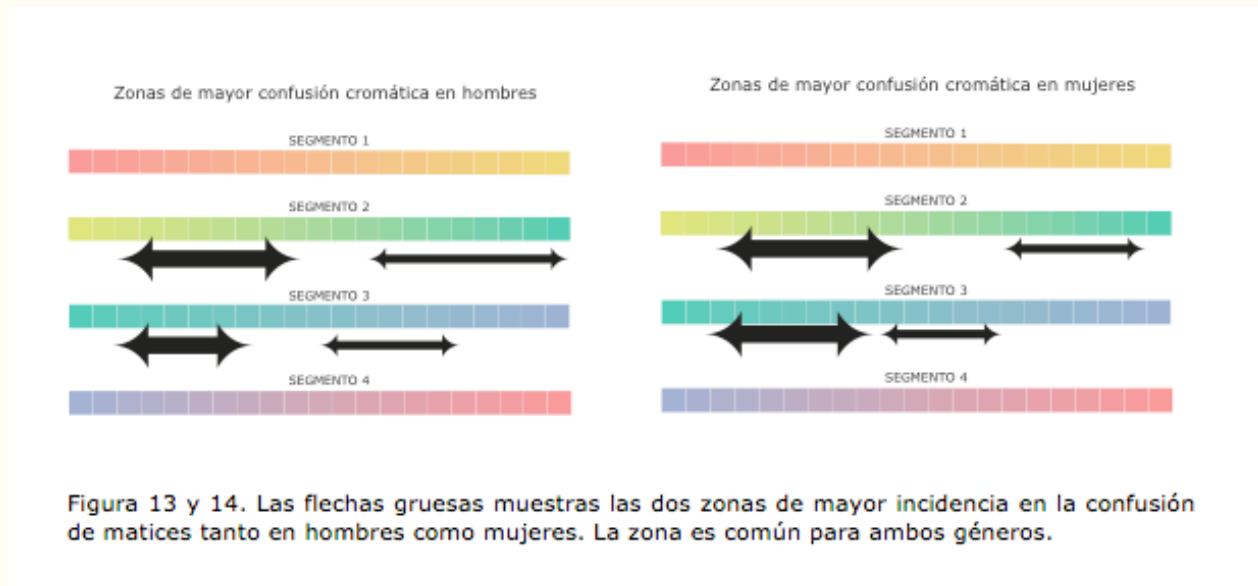


Figura 10. Nivel de discriminación cromática considerada Promedio o Normal. La mayoría obtuvo un rango menor a 50 errores.

Al analizar las zonas de mayor confusión en las muestras, se aprecian dos segmentos en los que particularmente hay más incidencia en la confusión cromática, tanto en hombres como en mujeres. Estos son los segmentos medios 2 y 3, con matices amarillo verdosos a verdes y de verdes a azules. Dentro de esos segmentos hay dos fragmentos en que se marcan mayormente los errores. El 53% de los alumnos con errores incurre mayormente en esas zonas. Dado que la mayoría de los analizados se encuentran dentro del rango de visión tricromata Promedio por el resultado de la prueba, puede afirmarse que no poseen un defecto de visión dicromata como tal, pero sí un ligero tricromatismo anómalo. Figuras 13 y 14.



Conclusiones

A partir de la pregunta planteada inicialmente en este proyecto, ¿cómo perciben el color los jóvenes de las carreras de diseño? Se puede concluir que de las pruebas realizadas se encontró relevante que un alto porcentaje de los jóvenes poseen un nivel de discriminación por encima del promedio. Asimismo, cabe destacar que se confirmó que las mujeres pueden distinguir mejor los cambios de matices en tonalidades parecidas respecto a los hombres, además, no hubo ninguna con un nivel Bajo de discriminación de color. Otro caso relevante fue encontrar coincidencias, tanto en hombres como mujeres, en determinadas zonas de las muestras, que muestran una leve debilidad en los conos rojos (protanomalia), ya que presentan confusión en las zonas donde confunden amarillo-rojo con verde-amarillo; y azul verde con gris y rosa.

Respecto a las preguntas que se les plantearon en el cuestionario, 21 encuestados se encontraban consumiendo algún medicamento, la mayoría un tipo antibiótico y/o antitusivo. De ellos 9 obtuvieron un resultado promedio y 11

un nivel alto, por lo tanto no se concluye que hayan tenido alguna afectación profunda por ingerir el medicamento.

Otro factor que puede afectar la percepción cromática son las horas de descanso la noche anterior; el 47.8% (57/119) tuvieron de 0 a 5 horas de descanso la noche anterior, 33 fueron mujeres que obtuvieron un resultado Alto en la prueba, incluso cuando su descanso fue menor de 3 horas, por lo que no se aprecia ninguna afectación en ese estado. Quienes tuvieron más de 6 horas de sueño, tuvieron un resultado Promedio y Alto muy similar.

No existe relación entre el uso de anteojos entre los grupos de hombres y mujeres con alteraciones visuales de astigmatismo, hipermetropía y miopía con el resultado de las pruebas aplicadas. Así como tampoco se encontró alguna relación entre el uso de alguna droga consumida, ya que la mayoría no las consumen y quienes, lo hicieron (cannabis) (2/119), presentaron un resultado Alto, como muchos otros que no lo hicieron, sin embargo, considerando que son sólo dos casos, no se considera un dato concluyente hasta el momento.

Dado que los resultados obtenidos en las pruebas de color no evidencian ninguna alteración en la percepción de color de los jóvenes evaluados que deba ser de consideración, es importante llevar un seguimiento en estos mismos jóvenes para que, en pruebas subsecuentes, ver errores coincidentes y apreciar mejor las alteraciones o mejorías relacionadas con sus modos de vida, lo que inferiría cuáles alteraciones cromáticas son adquiridas y cuáles son de nacimiento, realizando además, pruebas con un anomaloscopio en el Laboratorio de Color de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.

Esta primera etapa de la investigación propicia el desarrollo de otras nuevas que profundicen en estudios sobre los distintos tipos de discromatopsias, tricromatismos normales y anómalos; y sus interrelaciones e interacciones con el ámbito del diseño y con los modos de vida.

Notas

1 Color For The Colorblind. Resp. Vlaspar Pait. YouTube. 17-03-2015. Web. 02-07-16. <https://www.youtube.com/watch?v=ea_xOqNvntA>

2 Life Without Color – Kickstarter Trailer. Resp. Robb Jacobson. Vimeo 09-04-2015. Web. <<https://vimeo.com/124562632>> <<http://www.lifewithoutcolorfilm.com/>>

3 La teoría que Dalton expuso que su problema de discromatopsia se debía a un defecto en el humor vítreo, líquido que llena el glóbulo ocular que, según suponía, tenía una coloración azulada. Falleció en 1844 a la edad de 78 años y al día siguiente de su muerte, le fue practicada la autopsia y el estudio ocular, como fue su deseo. El análisis, realizado por el médico Joseph Ransome, descubrió un humor vítreo de coloración normal, incluso con el lente amarillento como correspondía a una persona de la edad de Dalton, refutando así su teoría. Ransom conservó los ojos de Dalton, que pasaron después al resguardo de la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester, permitiendo en el año de 1990, que se les practicara un análisis de ADN confirmando, su dicromatopsia, pero descubriendo que no era protanope como se especulaba, sino deuteranope. (Hunt y otros 984)

4 La opsina es una proteína transmembrana, que forma parte del pigmento visual de los bastones. Al igual que los bastones, los

conos presentan pigmentos compuestos de la proteína llamada opsina del cono y una molécula que absorbe la luz, que es la 11 cis retinal. Debido a que la visión fotópica o diurna se localiza en los tres tipos de conos, se denominó a las tres opsinas de los conos fotopsinas. (Urubia 98) Cada cono tiene tres tipos de opsinas: la eritropsina con mayor sensibilidad a las ondas largas (L), la cloropsina con mayor sensibilidad a las ondas medias (M) y la cianopsina con mayor sensibilidad a las ondas cortas (S). (Ruíz Suárez 8).

5 La simulación de la luz solar estandarizada funciona como un estándar a nivel mundial. La organización internacional Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) creó definiciones de luz blanca de fuentes específicas, incluida la cantidad numérica de energía para cada color como es descrita por la longitud de onda. (X-Rite 2015) Las fuentes más comunes son la luz diurna (D): D50 (5000 Kelvin) que corresponde a la luz de un día con cielo totalmente cubierto, D65 (6500 Kelvin) corresponde a la luz solar directa, y D75 (7500 Kelvin) equivale a la luz proveniente de la bóveda celeste.

6 El CRI (índice de representación de color) se expresa en un valor de 0 a 100, donde cero no representa un color y 100 es una representación perfecta del color, comparado con una fuente de luz estándar. (X-Rite 4) Por lo tanto, cualquier iluminante con temperatura de color entre 5000 y 6500 K reproduce el color con un CRI cercano a los 100.

Fuentes de consulta

Alcalá, Antonio y otros. "Estudio comparativo del impacto de la dieta frente a pravastatina en los centros de análisis cromático del área 19 de Brodman, mediante el análisis computarizado cromático (Estudio CARDIOCOLOUR)". Revista Española de Cardiología. Diciembre 2002: 1. Web 22-06-16 <<http://www.revespcardiol.org/es/estudio-comparativo-del-impacto-diet/articulo/13040589/>>

Baley, James y otros. "Color Vision Deficiency A Concise Tutorial for Optometry and Ophthalmology". Albuquerque NM: Richmond Products. Web. 26-06-16. <www.richmondproducts.com>

Berns, Roy. Billmeyer and Saltzman's principles of color technology. Rochester: Wiley. 2000. Impreso.

Douma, Michael, curator. "How do people get colorblindness and how many people have it?". Cause of Color. 2008. Institute for Dynamic Educational Development. Texto. 5-07-16 <<http://www.webexhibits.org/causesofcolor/2C.html>>.

El Universal. "En México, más de dos millones de hombres padecen daltonismo". El Universal. 10-03-2008. Web 8-07-2016. <<http://archivo.eluniversal.com.mx/articulos/46010.html>>

Fernández Jacob, M. C. "Las cataratas en la obra pictórica de Claude Monet". Revista Elsevier. Vol. 8. Núm. 1. Enero 2014. Web. 14-06-16 <<http://www.elsevier.es/es-revista-archivos-sociedad-espanola-oftalmologia-296-articulo-las-cataratas-obra-pictorica-claude-S0365669113001639?redirect-News=true>>

Greenwood, Veronique. "The humans with super human visión". Discover Magazine. Ju-

lio-Agosto 2012. Web. 12-07-16. <<http://discovermagazine.com/2012/jul-aug/06-humans-with-super-human-vision>>

Hunt, David M. y otros. "The Chemistry of John Dalton's Color Blindness". Revista Science, 17 de febrero de 1995. Vol. 267: 984. Web. <<http://vision.psychol.cam.ac.uk/jdmollon/papers/DaltonEye.pdf>>.

Nassif, Ricardo Arturo y otros. "Efectos de las drogas en la visión". Humor Vitreo. 15-06-09. Web. 25-07-16. <<http://humorvitreo-optica.blogspot.mx/2009/06/efectos-de-las-drogas-en-la-vision.html>>.

Nassif, Ricardo Arturo. "Daños y detección de las drogas en los ojos". Vieiro.org. 14-10-05. Web. 25-07-16. <<http://www.vieiro.org/web/notic.php?ide=2298&idc=1>>.

Jacome Roca, Daniel. "Marihuana, visión y esquizofrenia". Encolombia. Web. 25-07-16 <<https://encolombia.com/medicina/materialdeconsulta/tensiometro-virtual/marihuana-vision-y-esquizofrenia/>>

Martinez, Alan. "La marihuana mejora la sensibilidad visual". Blog Cannábico. 29-06-15. Web. 25-07-16. <www.demarihuana.es/la-marihuana-mejora-la-sensibilidad-visual/>

Moreira Villegas, Humberto y Lillo Jover, Julio. Percepción del color y daltonismos. Madrid: Pirámide, 2014. GoogleBooks. Web 12-07-2016. <https://books.google.com.mx/books?id=-cYCUBQAAQBAJ&pg=PT45&lpg=PT45&dq=Hechos+extraordinarios+relacionados+con+la+visi%C3%B3n+de+los+colores&source=bl&ots=ByZ3jwkOMW&sig=7noa-NVMo4nMjR7U4MokB3g0yesU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewiuwZjVnO_NAhUU5WMKHRX-fBi8Q6AEIKjAC#v=onepage&q=Hechos%20extraordinarios%20relacionados%20con%20la%20visi%C3%B3n%20de%20los%20colores&f=false>

Neitz, Jay, Antico, Concetta. "What is a tetrachromat?". *Concetta Antico, the art of visionary color*. Zenava. Web. 19-07-16. <<https://concettaantico.com/tetrachromacy/>>

Olmo M y Nave, Carl Rod. "Detalles de los conos". *Hyperphysics*. 2010. Georgia State University. Web. 10-07-16. <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/vision/rodcone.html#c1>>

Ruíz Suárez, Jesús Carlos. "Ojos que la pudieran ver". *C2 Ciencia y Cultura*. 2015. Web. 19-07-16. <<http://www.revistac2.com/ojos-que-la-pudieran-ver/>>

Villafañe Gallego, Justo y Minguez Arranz, Norberto. *Principios de teoría general de la imagen*. Madrid: Pirámide, 2014. Google Books. Web 12-07-2016. <<https://books.google.com.mx/books?id=INSUBQAAQBAJ&pg=PA77&dq=teoria+tricrom%C3%A1tica+del+color&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjZmrKTjd-3NAhXC7YMKHZfBD7kQ6AEITDAJ#v=onepage&q=teoria%20tricrom%C3%A1tica%20del%20color&f=false>>

Semblanza curricular

Alma Olivia León Valle

Formación académica: Estudió la Licenciatura en Diseño de la Comunicación en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco. Realizó los estudios de Maestría en Lenguajes Visuales en Iconos, Instituto de Investigación en Cultura y Diseño.

Actividad laboral: Se ha desarrollado en el campo del diseño editorial trabajando para varias editoriales como Limusa, Editorial Yug, Ediciones Gernika, entre otras. Fue Jefa del Departamento de Diseño en la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Estuvo a cargo del Departamento de Ediciones Especiales en los Talleres de Impresión de Estampillas y Valores de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Actualmente es Profesora Investigadora de tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco desde 2001. Desempeña el cargo de Jefe del Área de Investigación de Factores del Medio Ambiente Natural y Diseño en el Departamento del Medio Ambiente. Es miembro del Grupo de Investigación de Color (GIC) y realiza trabajos de investigación en el Laboratorio de Color de la Institución.

Entretejidos.

Revista de Transdisciplina y Cultura Digital

DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS, año 3, volumen 2, No. 5, Octubre 2017 a Septiembre 2017, es una publicación electrónica semestral editada por ICONOS, Instituto de Investigación en Comunicación y Cultura, S.C. con dirección en Av. Chapultepec No. 57, segundo piso, colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06040 en México D.F. Tel. (55) 57094370, www.iconos.edu.mx, entretejidos@staff.iconos.edu.mx. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Se permite la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se den crédito a los autores y se licencien sus nuevas creaciones bajo condiciones idénticas y que siempre sean no comerciales. El objetivo de esta publicación es exponer los hallazgos y las perspectivas de toda la comunidad afín al espíritu y temática de esta publicación electrónica digital, orientada a difundir aportaciones de investigaciones relacionadas con la epistemología del pensamiento complejo y que reflexionen entorno a la cultura, así como con las producciones del ámbito de las tecnologías digitales, desde diferentes campos de estudio y a través de artículos originales, artículos de divulgación, revisiones críticas, estudios de casos, trabajos históricos, actualizaciones, reseñas y críticas.

Aparición: Octubre 2016 a Marzo 2017

Año: 3

Volumen: 2

Número: 5-2016/17

ISSN: 2395-8154

Comité Editorial

Dr. Jorge Alberto Manrique (UNAM)

Dra. Julieta Haidar (ENAH)

Dr. Julio César Schara (UAQ)

Dra. Teresa Carbó (CIESAS)

Dr. Diego Lizarazo (UAM-Xochimilco)

Dra. Graciela Sánchez (UACM)

Dr. Félix Beltrán (UAM-Azcapotzalco)

Dr. Ignacio Aceves (UAM-Azcapotzalco)

Equipo Editorial

Editor en Jefe: Dr. J. Rafael Mauleón

Editores: Mtra. Adriana Barragán Nájera

Editor de desarrollo: ICONOS Diseño

Editora Web: Mtra. Roselena Vargas

Diseño Web: ICONOS Diseño

Corrección de estilo: Mtra. Ileana Díaz
Ramírez

Relaciones Públicas: Mtro. Francisco Mitre

Traducción: Diego Pineda Hernández