



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE BARQUISIMETO
LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE FÍSICA**



Demostración Experimental de Cómo la el ojo Percibe los Colores

Integrantes

Rivero Luis

Urribarri Yuskarly

Prof. Cruz Diaz

Curso: Proyecto Avanzado

Barquisimeto Edo Lara Enero 2012

Objetivo General

Demostrar experimentalmente como el ojo percibe los colores por medio de un sencillo montaje sobre las penumbras.

Objetivo específico

. Demostrar experimentalmente la teoría de los opuestos.

Justificación

Nuestro proyecto fue realizado con el propósito de demostrar por medio de una sencilla experiencia realizada con materiales de fácil adquisición de como el ojo percibe los colores y las intensidades de estos, que en nuestro caso se observara y confirmara lo que explican las distintas teorías de cómo se perciben los colores.

Los resultados que se obtengan en dicho proyecto serán de gran utilidad, para la salud, ya que con estos se puede diagnosticar de forma sencilla, en el aula de clase si un estudiante es daltónico o no, o si posee alguna deficiencia y/o anomalía en cuanto a la percepción de los colores, estos a su vez nos diría como el cono fotorreceptor presenta, anomalía en cuanto a la percepción de los colores.

Introducción

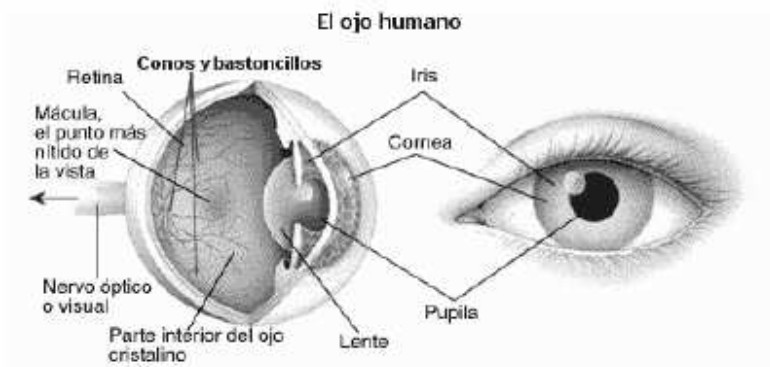
La teoría comúnmente aceptada que explica el color de los objetos se remonta a Newton. La explicación es la siguiente: cuando la luz incide sobre una superficie, ella absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras; así, un objeto rojo absorbe toda la luz que le llega salvo el rojo, uno verde refleja sólo el verde, etc. El problema con ésta explicación es que conduce a una paradoja: ¿Por qué el color de los objetos es el mismo ante diferentes condiciones de iluminación? Es decir, si tomamos un objeto y lo miramos bajo la luz del sol, bajo una bombilla con filamento de tungsteno o bajo la luz de un tubo fluorescente de neón, el color es el mismo (aunque puede haber cambios de tonalidad) aun cuando la iluminación cambia la composición espectral de la luz que llega en cada caso. A este fenómeno Helmholtz le llamo "descontar el iluminante", aunque no lo pudo explicar. Hering lo expreso como sigue: «Cuando pensamos acerca de... grandes diferencias en las iluminaciones naturales o artificiales bajo las cuales es posible una visión diferenciada, entonces tendríamos que estar realmente sorprendidos por el hecho de que, por lo general, tomamos los colores como si fueran propiedades intrínsecas de los objetos más que como simples propiedades accidental y continuamente variables, como son, por ejemplo, la condición de frio, fresco, templado o cálido.»

Todos conocemos la Teoría Tricomátrica de Newton, la cual afirma que el color de los objetos se debe a que absorben todos los colores del espectro luminoso salvo el color que percibimos: así pues distinguimos el color reflejado. Esta teoría ha llegado a ser tan popular, tal vez por la simpleza para entenderla, que incluso en algunos libros se le llama "La Teoría Vulgar del Color". Sin embargo con esta idea nos enfrentamos a una paradoja: por un lado decimos que el color depende de la luz reflejada por la superficie; por otro, esta luz cambia bajo diferentes iluminaciones (y por tanto la luz reflejada). Helmmotz trato de resolver esta paradoja hablando de "descontar el iluminante" y de "inferencia inconsciente". No obstante, ésta teoría no logró explicar satisfactoriamente la constancia del color.

En el presente informe se encontrara cada una de estas teorías de forma más especifica, como también de la composición de la fisiología del ojo humano.

Fundamentación Teórica

En el fondo del ojo existen millones de células especializadas en detectar las longitudes de onda procedentes en nuestro entorno. Estas maravillosas células, principalmente los conos y los bastoncillos, recogen las diferentes partes del espectro de luz solar y las transforman en impulsos eléctricos, que son enviados luego al cerebro a través de los nervios ópticos, siendo éste el encargado de crear la sensación del color.

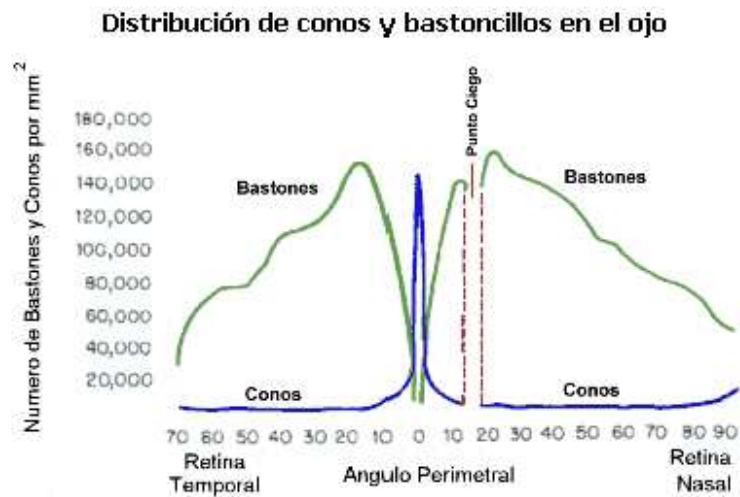


Los conos se concentran en una región cerca del centro de la retina llamada fovea. Su distribución sigue un ángulo de alrededor de 2° contados desde la fovea. La cantidad de conos es de 6 millones y algunos de ellos tienen una terminación nerviosa que va al cerebro.

Los conos son los responsables de la visión del color y se cree que hay tres tipos de conos, sensibles a los colores rojo, verde y azul, respectivamente. Dada su forma de conexión a las terminaciones nerviosas que se dirigen al cerebro, son los responsables de la definición espacial. También son poco sensibles a la intensidad de la luz y proporcionan visión fotópica (visión a altos niveles).

Los bastones se concentran en zonas alejadas de la fovea y son los responsables de la visión escotópica (visión a bajos niveles). Los bastones comparten las terminaciones

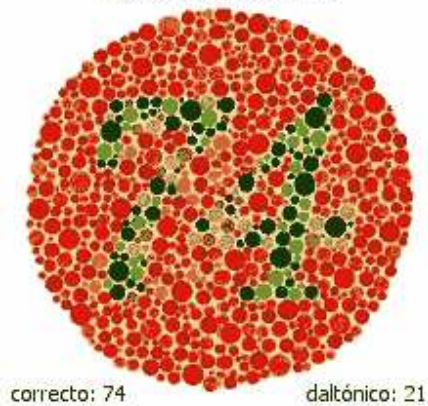
nerviosas que se dirigen al cerebro, siendo por tanto su aportación a la definición espacial poco importante. La cantidad de bastones se sitúa alrededor de 100 millones y no son sensibles al color. Los bastones son mucho más sensibles que los conos a la intensidad luminosa, por lo que aportan a la visión del color aspectos como el brillo y el tono, y son los responsables de la visión nocturna.



Existen grupos de conos especializados en detectar y procesar un color determinado, siendo diferente el total de ellos dedicados a un color y a otro. Por ejemplo, existen más células especializadas en trabajar con las longitudes de onda correspondientes al rojo que a ningún otro color, por lo que cuando el entorno en que nos encontramos nos envía demasiado rojo se produce una saturación de información en el cerebro de este color, originando una sensación de irritación en las personas.

Cuando el sistema de conos y bastoncillos de una persona no es el correcto se pueden producir una serie de irregularidades en la apreciación del color, al igual que cuando las partes del cerebro encargadas de procesar estos datos están dañadas. Esta es la explicación de fenómenos como el Daltonismo. Una persona daltónica no aprecia las gamas de colores en su justa medida, confundiendo los rojos con los verdes.

Test de daltonismo



Debido a que el proceso de identificación de colores depende del cerebro y del sistema ocular de cada persona en concreto, podemos medir con toda exactitud la longitud de onda de un color determinado, pero el concepto del color producido por ella es totalmente subjetivo, dependiendo de la persona en sí. Dos personas diferentes pueden interpretar un color dado de forma diferente, y

puede haber tantas interpretaciones de un color como personas hay.

En realidad el mecanismo de mezcla y producción de colores producidos por la reflexión de la luz sobre un cuerpo es diferente al de la obtención de colores por mezcla directa de rayos de luz.

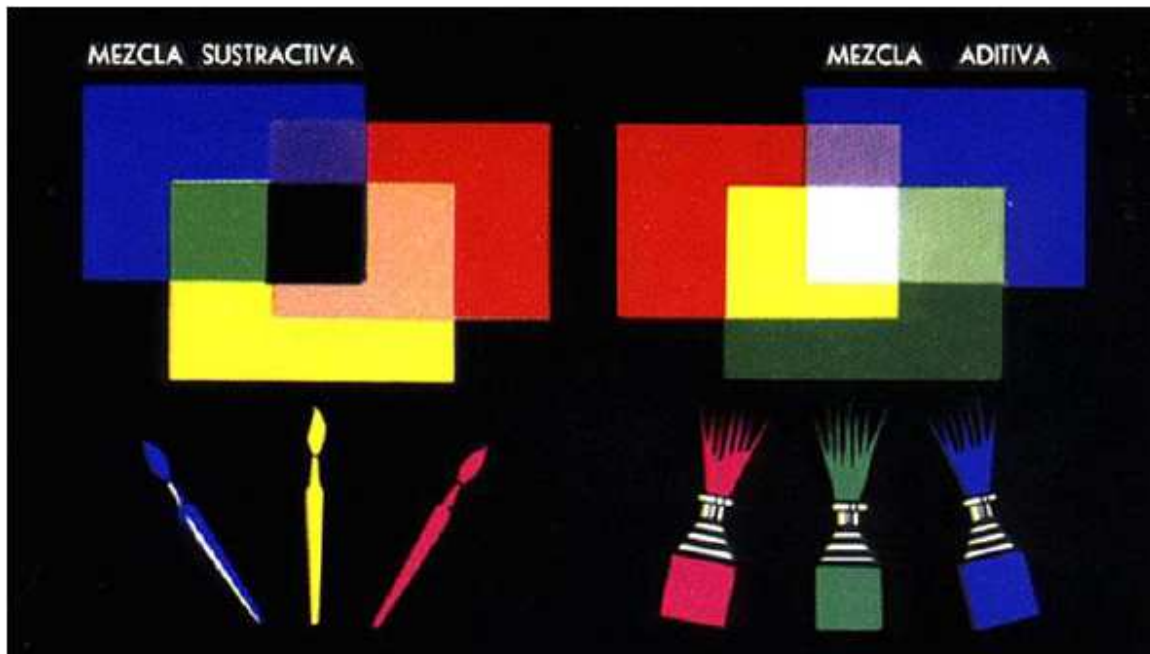
Teoría aditiva

Los colores producidos por la luz (en el monitor de nuestro computador, en el cine, televisión, etc.) tienen como colores primarios, al rojo, el verde y el azul (RGB) cuya fusión crea y compone la luz blanca, por eso a esta mezcla se le llama, síntesis aditiva y las mezclas parciales de estas luces dan origen a la mayoría de los colores del espectro visible



Teoría sustractiva

En esta teoría los colores primarios son el Cian, Magenta, y el amarillo (CMYK) los cuales al unirse sustraen la luz, generando así la ausencia de ésta, el negro. Este es el caso de los colores que se utilizan en la impresión.

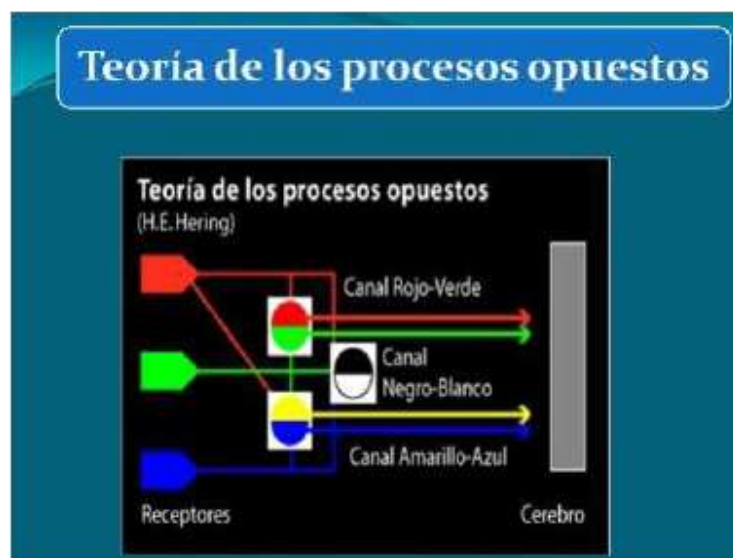


Teoría de los procesos oponentes

Si bien la teoría tricromática aporta explicaciones satisfactorias sobre algunos datos de mezcla de colores y de la mayor parte de los casos de visión defectiva del color, no explica otros aspectos como el contraste de color o contraste cromático y algunos datos experimentales de la adaptación al color (contraste sucesivo cromático). Una de las

primeras oposiciones fue la de Goethe (1810-1820), quien consideró el color como un conflicto cósmico entre luz y oscuridad. Aunque en su mayor parte su concepción era errónea, aportó el "par blanco-negro" a la teoría de Hering. La cancelación de colores, como el hecho de que la mezcla de luces roja y verde se perciba como amarillo puro o el de que la mezcla de luces amarilla y azul se perciba como blanca, condujo a la formulación de otras teorías. La más acertada de entre ellas ha sido la teoría de los procesos oponentes, propuesta por

Ewald Hering en 1878 (Fig. 2.2 c). Se basa en la pureza psicológica de las sensaciones de azul, amarillo, verde y rojo. Estas cuatro sensaciones pueden ser subdivididas en dos pares de colores antagonistas o pares oponentes (colores oponentes) según: amarillo/azul, verde/rojo. Hurvich y Jameson (1957) conciliaron estas teorías, señalando que si la teoría de Goethe de luz-oscuridad se compaginaba con la de Hering, surgiría un sistema de tres pares, compatible con la teoría tricromática. Este nuevo enfoque supone que en la retina existen los tres canales de oposición de color correspondientes, es decir, que hay células que cambian sus frecuencias de descarga como respuesta a diferentes longitudes de onda de manera antagónica. Así el rojo produce un aumento de descargas y el verde las disminuye en la misma célula. Existen, por tanto, tres tipos de células: células sensibles al rojo-verde, células sensibles al azul-amarillo y células sensibles al blanco-negro.



Los resultados de algunas investigaciones de electrofisiología retiniana, CGL, y corteza visual a la estimulación por la luz, parecen apuntar directamente a un sistema de reacciones opuestas: en teleósteos, el hallazgo de los potenciales (C) o cromáticos, que se originan en las células horizontales, las cuales son despolarizadas por un sistema de conos e hiperpolarizadas por otro; los campos receptores de bipolares y ganglionares organizados en forma de un centro excitado por una determinada banda de longitud de onda y una periferia cuyo estímulo por otra banda de longitudes de onda inhibe la respuesta. Todo ello confirmó que si bien la teoría tricromática es cierta respecto a los fotorreceptores, la elaboración del mensaje visual en la retina se produce por un mecanismo de oposición de colores. Ambas teorías resultaron, pues, en esencias correctas, pero en diferentes estadios de la vía visual referente, lo cual reitera una premisa básica en la percepción: "la codificación de cualquier característica ambiental puede cambiar de un estadio al siguiente"

Teoría Retinex

El ver un color implica hacer comparaciones. "Lo único que un cono individual puede hacer es capturar la luz y decir algo acerca de su intensidad", señala Nathans; "no dice nada acerca del color".

Para ver cualquier color, el cerebro debe comparar el estímulo entrante de diferentes clases de células de tipo cono, y luego debe hacer muchas otras comparaciones.

El rápido trabajo de juzgar un color comienza en la retina, la cual tiene tres capas de células. Las señales de los conos rojos y verdes de la primera capa son comparados por las de células rojas y verdes "antagonistas", presentes en la segunda capa. Estas células "antagonistas" computan el balance entre la luz roja y verde que viene de una parte determinada del campo visual. Otras células antagonistas, entonces, comparan señales de los conos azules con las señales combinadas de los conos rojos y verdes.

En una escala más amplia, las comparaciones de las porciones vecinas de una imagen guían nuestra extraordinaria habilidad para ver los colores como constantes, en un mundo que está cambiando constantemente. Nathans recuerda vívidamente las demostraciones de esta "constancia del color", hechas por el difunto Edwin Land, el inventor de la fotografía instantánea y fundador de la Corporación Polaroid. Land y sus colegas habían hecho un gran montaje de formas geométricas multicolores, llamado el "Mondrian", debido a su semejanza con los trabajos del pintor holandés Piet Mondrian. Usaron tres proyectores que emitían una luz que igualaba a la sensibilidad de la longitud de onda de los tres tipos de conos humanos. Con estos proyectores, la composición exacta de la longitud de onda reflejada desde cualquier parte del Mondrian, se podía controlar con precisión.

"Land señaló una porción en el Mondrian que parecía ser de color naranja, en el contexto de los colores que la rodeaban", recuerda Nathans. "Luego me dio un tubo, como un tubo de las toallas de papel, y me hizo mirar a esta porción en forma aislada. Y ya no era más anaranjada. Era de un color rojo perfecto".

Esta porción, en realidad, estaba pintada de color naranja, pero Land había emitido sobre ella una luz de onda larga de gran intensidad que provenía del extremo rojo del espectro; de esta forma, reflejaba una alta proporción de luz roja. Bajo circunstancias normales de observación, sin embargo, cuando esta porción estaba rodeada de los otros colores del Mondrian, Nathans todavía veía a la figura con su color verdadero, anaranjada.

De alguna manera, al comparar una porción de color con la región coloreada que la rodea, el cerebro es capaz de descontar la longitud de onda de la luz que la ilumina y reconstruir el color real de esa porción a la luz del día. "La constancia del color es la propiedad más importante del sistema del color", expresa el neurobiólogo Semir Zeki, del Colegio Universitario, en Londres. El color sería una forma inadecuada de clasificar a los objetos, si los colores percibidos cambiaran bajo condiciones diferentes, señala. Pero el ojo no es una cámara. En cambio, la vía que va desde el ojo al cerebro constituye una clase de computadora—mucho más compleja y poderosa que cualquiera que los ingenieros humanos hayan construido—diseñada para construir una representación visual estable de la realidad.

La clave de la constancia del color es que no determinamos el color de un objeto aislado; más bien, el color del objeto se deriva de una comparación de las longitudes de onda reflejadas desde el objeto y de sus alrededores. A la luz rosada del amanecer, por ejemplo, un limón amarillo reflejaría más luz de onda larga y, por ello, podría parecer de color naranja; pero las hojas que tiene alrededor también reflejan más luz de longitud larga. El cerebro compara a las dos y anula los aumentos.

La teoría de la visión del color de Land, "Retinex", es un modelo matemático de este proceso de comparación; deja la pregunta abierta de dónde, en el camino entre la retina y la corteza, se logra la constancia del color. Esta cuestión sólo podría ser resuelta estudiando el cerebro mismo.

Trabajando con monos anestesiados en los 60, David Hubel y Torsten Wiesel, en la Facultad de Medicina de Harvard, habían mostrado que la corteza visual primaria (V1), una región del tamaño de una tarjeta de crédito en la parte posterior del cerebro, posee un sistema muy organizado de neuronas destinadas a analizar la orientación del contorno de un objeto. Pero en sus primeros estudios, encontraron pocas señales provenientes de las células sensibles al color. Luego, en 1973, Semir Zeki identificó un área separada, llamada V4, la cual estaba llena de células que descargaban activamente cuando eran expuestas a colores diferentes.

Unos años más tarde, Edwin Land visitó a Zeki en Londres. "Me hizo la demostración y quedé totalmente cautivado", dice Zeki. "En realidad, fui transformado. Así que usé su ilustración del Mondrian para estudiar células individuales presentes en el área V4".

De esta manera, Zeki descubrió que algunas de las células en el área V4, responden consistentemente al color real de la superficie de una porción del Mondrian, a pesar de las condiciones de iluminación. Él cree que estas células son las que llevan a cabo la constancia del color.

Más recientemente, con la ayuda de escáneres PET, Zeki encontró un área, similar a la V4 de los monos en cuanto a su ubicación, que se activa específicamente en los humanos

que miran la exposición de colores del Mondrian. Esta exposición de colores también estimula al área visual primaria y a un área que está junto a ella, el área V2.

Sin embargo, existe mucha controversia acerca de todos los aspectos de la vía del color más allá de la retina. Los investigadores no están de acuerdo sobre el rol exacto de las células en las áreas humanas V1 y V2, acerca de la importancia de V4, acerca de las semejanzas entre los cerebros de los monos y de los humanos.

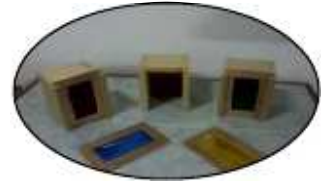
Los científicos esperan los resultados de más experimentos en humanos para resolver estas cuestiones. Las nuevas técnicas de procesamiento de imágenes, que no son invasivas, y que pueden mostrar al cerebro en acción, podrían proporcionar respuestas claves. En unos pocos años, los investigadores esperan que estas técnicas revelen las vías precisas de los mensajes nerviosos que hacen posible que veamos la riqueza de los colores a nuestro alrededor.

Marco Experimental

Materiales a utilizar

Montaje de post imágenes o imágenes fantasma, para explicar la teoría de oposiciones.

- “Daimer” 3 (opcional).
- Bombillos 2 de (40 W) y 1 de (25 W).
- Superficie plana.
- Conectores.
- Taco de madera (puede ser de cualquier material).
- Cajetines de madera
- Filtros, (Papel de seda)
- Chapa



Procedimiento y Montaje teoría de los opuestos

- Primeramente se adhieren los “daimer2 a la superficie, luego los socates a las retazos de madera, esto para que queden justos y no tambaleen, los “daimer” son utilizados para variar la intensidad de la iluminación de los bombillos.

- Posteriormente se procede a conectar los bombillos todos en paralelo con los daimers, para luego colocar cada bombillo con su cajetín, esto con la finalidad de que la luz no afecta a la persona que este manipulando el montaje, seguidamente se le colocan los filtros.
- Se debe colocar el filtro rojo y verde, luego el amarillo y azul, ya que esas combinaciones con el blanco son los que dan el fenómeno.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos fueron; cuando se colocaba el filtro rojo junto con la luz blanca, la penumbra que se generaba era verde, mientras que cuando se encendía el verde y el blanco dicha penumbra era roja.

Mientras que con los colores azul y blanco esta penumbra era amarilla casi anaranjada, en el filtro era amarillo y blanco la penumbra generada era azul, como sabemos dicho fenómeno se da por la teoría de los opuestos, que nos dice que la percepción de los colores en el ser humano se da por un barrido de un color en específico sobre cada cono o fotorreceptor que conforma la fisiología del ojo humano, otro aspecto o variable por la cual se da dicho fenómeno, es porque se está uniendo un color primaria con uno neutro, como es el caso del rojo con el blanco o el amarillo con el blanco y azul con el blanco, pero se pueden preguntar ¿por que con el verde? Si este es un color secundaria, pues resulta que el verde es el opuesto al rojo y viceversa por eso se da dicho fenómeno, cabe destacar que no se puede dar con ningún otro color, ya que los colores que se utilizaron aquí son unos los opuestos de los otros

Es importante resaltar que si se quiere realizar dicha experiencia con otros materiales se debe tomar en cuenta que los dos ojos deben estar percibiendo los dos colores blanco combinado con cualquiera de los cuatro colores con los que se están trabajando aquí, la realización de esta experiencia, no se puede llevar a cabo con los anteojos los cuales posean un antejo roja y otra verde, ya que faltaría el color blanco, y como ya se

dijo anteriormente en ese caso los dos ojos no estarían percibiendo los dos colores, si no cada uno por separado.

Recomendaciones

- Colocar un papel bond blanco, o asesorarse que la pared o superficie donde visualizara el fenómeno sea blanco mate.
- Procurar que el bombillo blanco sea de menor intensidad que los demás.
- Se recomienda utilizar solo bombillos blancos con filtros, para no estar manipulando los bombillos manualmente ya que estos aumentan su temperatura mientras están encendidos.
- Utilizar “daimers” para variar las intensidades.
- Los cajetines deberían tener una capa por dentro de algún material que posea la capacidad de reflejar la luz para así proyectarla mejor, dicho material podría ser una capa de pintura blanca.

Anexos

Características de sombras



Bibliografía

- <http://opticaluzycolor.blogspot.com/2011/03/que-es-el-color-la-teoria-retinex-de.html> Autor Manbao Físico de la UNAMI Día de consulta 05 de enero 2012
- <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1450.php> Cesar Urtubia Vicaro
Universidad de Valencia 2006 . Día de consulta 20 de enero 2011
- <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10207/urtubia.pdf?sequence=1>