

January 1977

Anomalías de la Visión Cromática

Dr. Héctor E. Cáceres Navarrete

Universidad de La Salle, revista_uls@lasalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

Citación recomendada

Cáceres Navarrete, D. E. (1977). Anomalías de la Visión Cromática. *Revista de la Universidad de La Salle*, (1), 38-48.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Revista de la Universidad de La Salle* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Anomalías de la Visión Cromática

Dr. Héctor E. Cáceres Navarrete

La capacidad para discriminar tonos varía incluso entre las personas cuya visión del color es considerada normal.

Los trastornos de la visión cromática en la práctica son muy frecuentes y su incidencia en la población es valorada en forma muy diversa según los diferentes autores. Los valores estadísticos varían unos respecto a otros en parte debido a los diferentes métodos empleados para la detección de la visión cromática.

Cabe anotar que entre los animales, los pájaros, las abejas y las mariposas perciben los colores. No así los perros, los gatos, los cerdos, los caballos y la gran mayoría de los cuadrúpedos salvajes. Es irónico, que en la fiesta brava, caracterizada por un gran colorido, el principal partícipe que es el toro es incitado, no por el color de la capa, que si es roja el toro la ve gris, sino por el movimiento de la misma.

Los principales factores fisiológicos tomados como base para la clasificación de la visión cromática son:

- La posición del máximo luminoso en el espectro, la cual para el ojo normal está situada en la región del amarillo verdoso (5.400 A).
- La extensión de las regiones unitonales, situadas en los

dos extremos del espectro. Para el ojo normal el rojo tiene una zona unitoral más ancha que el violeta.

Estos defectos cromáticos de la visión pueden ser clasificados en dos grandes divisiones: Los congénitos y los adquiridos.

Anomalías Adquiridas.

Ocurren en condiciones patológicas, es decir son secundarias. Pueden ser parciales como en el caso de los cuadros clínicos que presentan escotomas parciales; o completa como en las afecciones del nervio óptico.

En la segunda capa del ojo (coroides) y en la retina, los procesos que las afecten producen cambios en la percepción del color afectando profundamente el final del color azul del espectro. Normalmente se produce una ligera disminución en la agudeza de percepción de estos rayos, debido a su absorción física, efectuada por el pigmento ambarino en el núcleo del cristalino, la que puede ser anormalmente intensificada en cristalinos esclerosados (catarata negra); este fenómeno se ha dicho que afecta los cuadros de los artistas cuando llegan a la vejez.

Anomalías Congénitas

Estas anomalías congénitas son de características hereditarias, siendo, el padre el transmisor, la madre es portadora recesiva. Por tal razón el porcentaje de mujeres con visión cromática defectuosa es bajo. Debe tenerse en cuenta que la transmisión hereditaria de las anomalías tiene un mecanismo diferente según la discromatopsia de que se trate.

Estas anomalías congénitas también pueden ser clasificadas bajo las denominaciones de totales y de parciales.

Respecto a las anomalías cromáticas adquiridas, la correlación entre las enfermedades retinales y la visión del azul, puede encontrarse explicación en la circunstancia de que estas frecuentemente van acompañadas de "exudados", los cuales por ser amarillos pueden actuar como filtros coloreados. Se ha podido observar que en las afecciones patológicas de la retina se afecta la discriminación del azul y el amarillo mientras que en los procesos patológicos del nervio óptico se presentan defectos en la pareja rojo-verde. Pero esta clasificación es demasiado simple o empírica.

Relación de algunas anomalías relacionadas con afecciones patológicas.

Enfermedad	Defecto
Ictericia congénita	Deuteroanomalía extrema
Albinismo	Deuteroanomalía extrema
Distrofia periférica pigmentaria	Deuteranopia, azul-amarillo y rojo-verde defectuosos
Distrofia pigmentaria central	Rojo-verde y amarillo-azul

Distrofia (albipunctate)
 Coroidoremia
 Distrofia tipo Sorsby
 Esclerosis coroidal
 Degeneración juvenil macular
 Degeneración senil macular
 Degeneración cística macular
 Retinosis
 Miopía maligna
 Desprendimiento de retina
 Siderosis
 Croidoretinitis
 Retinopatía serosa central
 Retinopatía hipertensiva
 Retinopatía diabética
 Oclusiones Retinovasculares
 Melanoma corioideo maligno
 Glaucoma
 "Drusen" del disco óptico
 Atrofia óptica (dominante)
 Atrofia óptica (ligada al sexo)
 Papiledema
 Neuritis retrobulbar
 Lesiones quiasmáticas
 Intoxicaciones por alcohol y nicotina

Amarillo-azul
 Amarillo-azul
 Rojo-verde
 Azul-amarillo y rojo-verde
 Rojo-verde
 Azul-amarillo
 Deuteranopia congénita
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo y rojo-verde
 Azul-amarillo y rojo-verde
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Rojo-verde, azul-amarillo
 Azul-amarillo
 Rojo-verde
 Rojo-verde, azul amarillo
 Rojo-verde
 Rojo-verde
 Rojo-verde

Los defectos rojo y verde secundarios a lesiones del tracto óptico son difíciles de explicar en términos correspondientes a defectos congénitos, pero pueden ser asociados con lesiones en las más profundas y en las más superficiales capas de la retina (Verriest, 1964).

Anomalías Congénitas. *Clasificación.*

Partiendo de la aceptación de un principio tricromático para el fun-

cionamiento de la visión cromática, muy semejante al principio de la síntesis tricromática, los sujetos normales pueden lograr por mezclas o combinaciones de tres valencias primarias de color la gama completa de los colores espectrales. De ellos se dice que son tricrómatas normales.

Las descripción de las anomalías cromáticas, seguirá el siguiente orden:

Tricromasia Anormal

Discromatopsia

Aeromatopsia

Protanomalia

Deuteranomalia

Tritanomalia

Protanopía

Deuteranopía

Tritanopía

Monocromatismo de bastones

Monocromatismo de conos

La denominación de Proto, Deutero y Trita, tiene su origen en las etimologías griegas que significan: primero, segundo y tercero respectivamente. El sufijo anopos significa ceguera y el sufijo anómalos significa deficiencia. Estas raíces tienen su equivalencia en las siguientes raíces: Eritro = Rojo; Cloro = Verde y Ciano = Azul. Las primeras raíces utilizadas hacen referencia a la región del espectro en la cual se presentan las confusiones cromáticas o las cegueras a determinados colores, considerando al rojo como la primera región, al verde como la segunda y al azul como la tercera.

La tricromasia anormal, es llamada también anomalía tipo "Rayleigh" y con frecuencia pasa inadvertida. En 1881 lord Rayleigh observó que ciertos sujetos que poseían una visión cromática trivalente como el sujeto normal, diferían sin embargo en ciertos aspectos. Realizó entonces experiencias con luces roja y verde obteniendo entonces una luz amarilla. Esta ecuación cromática: $ROJO + VERDE = AMARILLO$ (Ecuación de Rayleigh) le permitió apreciar la existencia de sujetos que necesitaban para formar el amarillo, mucho más verde (hasta tres veces más), que el sujeto normal o más rojo (hasta dos veces más), que un sujeto tricrómatas normal. Y los denominó tricrómatas anormales. Los más corrientes son los llamados por Von Kries (1897) Deuteranómalo y Protanómalo.

Como lo anota Yves Le Grand, los tricrómatas anómalos presentan una capacidad visual cromática curiosa: Pueden realizar las mezclas de tres colores primarios casi de igual manera que la realizada por un tricrómatas normal, pero siendo su sensibilidad diferencial mala, acostumbran denominar de una manera errónea los diferentes colores, lo cual puede explicarse si se tiene en cuenta que los matices del espectro se clasifican bajo seis nombres: Rojo, Anaranjado, Amarillo, Verde, Azul y Violado. El tricrómatas anormal es capaz de distinguir esas tonalidades pero lo hace de una forma mal definida. La confusión de matices no llega a ser tan marcada como en los dicrómatas, pero en ciertas actividades puede dar origen a accidentes fatales.

Con relación al interrogante de si los tricrómatas anómalos constituyen un extremo dentro de las variaciones normales de la sensibilidad cromática o si por el contrario deben ser agrupados en forma distinta, la respuesta en lo que se refiere a los deuteranómalos parece ser la segunda, de acuerdo a las investigaciones de Houstoun y de Nelson.

Comparados con un individuo normal los tricrómatas anómalos requieren superficies mayores y mayor intensidad luminosa para mejorar su sensibilidad diferencial. El tiempo de exposición necesaria para reconocer el color también debe ser mayor. Su visión cromática depende también de las circunstancias que rodean

la observación siendo la exageración del contraste un signo característico en esta anomalía. El contraste simultáneo está exagerado en ellos presentándose confusiones como llamar verde a un matiz amarillo o gris, si se encuentra al lado de una superficie de color rojo.

Protanomalía

Denominada también visión relativa al Rojo o Anomalía tipo Hart. Quienes la padecen necesitan agregar más rojo en la ecuación de Rayleigh para obtener el amarillo. Por tanto son: Hiposensibles al rojo o hipersensibles al verde.

Su curva de sensibilidad está desplazada mostrando un máximo luminoso en 5.450 A.

Deuteranomalía

Denominada también "visibilidad relativa al verde" o anomalía tipo Rayleigh. Es la más frecuente de las tricromasias anómalas. Quienes la padezcan necesitan agregar más verde en la ecuación de Rayleigh para obtener el amarillo, por tanto serán hiposensibles al verde o hipersensibles al rojo.

Su curva de sensibilidad muestra un máximo en los 5.600 A.

Tritanomalía

Para esta anomalía no es factible el diagnóstico por medio de la ecuación de Rayleigh, ya que el meca-

nismo de percepción del rojo y verde no está alterado. La deficiencia radica en la percepción del amarillo y el azul, siendo la curva del azul la que presenta el defecto. Si se aplica el criterio práctico de que el rojo y el verde son normales para ellos, esta anomalía caracterizaría de una importancia mayor.

Es la más rara de las anomalías tricromáticas, siendo descubierta en 1925 por Elgenking.

Discromatopsia.

Llamada también dicromatismo o ceguera cromática parcial. En ella el sistema cromático de quienes la padecen posee solo dos valencias, por tanto ven solo dos tonalidades en el espectro. El nombre de Daltonismo se debe a que fue John Dalton quien primero hizo la observación de ese defecto, padeciéndolo él mismo. (Véase informe de Dalton).

En 1857 Seebeck estudió y clasificó las anomalías en dos grupos:

- Uno que está formado por quienes muestran una relativa insensibilidad a las longitudes de onda largas y ven el espectro cortado de lado del color rojo, denominados por Von Kries protanopes.
- Y otro que a pesar de cierta insensibilidad cromática ven el espectro con la anchura normal. Son denominados por Von Kries: Deuteranopes.

La analogía existente entre estos términos y los de protanomalia y deuteranomalia, usados en la tricromasia se debe a las curvas de sensibilidad y visibilidad que son muy semejantes.

La principal característica de los dicrómatas es que aunque distinguen de una manera correcta algunos colores, son incapaces de distinguir otros, deficiencia que puede ser muy leve caso en el cual, el sujeto es capaz de distinguir bien las tonalidades cromáticas puras o intensas pero no distingue los colores mixtos o poco intensos.

La gran mayoría de ellos ven mal las tonalidades roja y verde, distinguiendo fácilmente los amarillos, azules y violetas.

Existe una tercera discromatopsia denominada Tritanopia, en la cual la ceguera es para el azul-violetado.

Otra característica de la discromatopsia es la de observarse una región del espectro como incolora o grisácea, la cual se denomina punto o banda neutra, banda que se encuentra en el protanope hacia los 4.950 A, y en los deuteranopes hacia los 5.000 A. La presencia de esta banda es uno de los síntomas diferenciales entre los dicrómatas y tricrómatas anómalos.

Los dicrómatas ven solo dos tonalidades en el espectro, a cada lado de la banda neutra y las denominan

amarillo y azul. Los extremos del espectro estan en su máxima saturación teniendo la mínima saturación la región ocupada por la banda o punto neutro. La extensión de las bandas unitonales está muy aumentada en relación al sujeto normal y el máximo luminoso se encuentra también desplazado.

Protanopia o anomalia tipo Dalton

Estas personas son insensibles a la luz roja, confunden rojos, naranjas, amarillos y verdes y emparejan todas las luces por una mezcla de verde y azul. Su punto neutro está hacia los 4.950 A. La sensibilidad roja está atenuada fuertemente (lo ven como negro o gris oscuro) los rojos menos oscuros son confundidos con la gama naranja-amarillo-verde.

En el protanope su curva de sensibilidad luminosa está acortada en el rojo y no aparece sensibilidad manifiesta sino a partir de los 6.500 A. (El ojo normal ya es sensible a los 7.500 A).

Sus características principales son:

- Espectro acortado en el extremo rojo.
- Confunde el rojo con el negro o con los grises.
- Su máxima sensibilidad está hacia las longitudes de onda corta (5.400 A).

- La zona neutra (incolora) corresponde al verde-azulado.
- A lado y lado de esta zona reconoce el azul y el amarillo, presenta confusión del verde oscuro con el rojo, los castaños oscuros y todos los tonos oscuros en general.
- Confunde el azul con el violado y el púrpura.

Deuteranopía, o anomalía tipo Nagel

Se caracteriza por la confusión de los colores de las longitudes de onda larga. La banda neutra se localiza en la región de los 5.000 Å. (verde-azulado), perciben solamente una tonalidad en las longitudes de onda corta. Su curva de sensibilidad es muy semejante a la del sujeto normal. Su espectro no está acortado; la sensibilidad absoluta según Segal disminuye hasta en un 50% sobre el conjunto espectral.

Sus características principales en resumen son:

- El verde lo ven como gris.
- Los tonos púrpura son vistos como grises, confundiéndolos con frecuencia con el verde.
- El verde claro es confundido con los rojos, azules, violados y grises, y también con los grises claros, igualmente puede confundir el verde con el castaño claro.

- Confunden el rojo y el azul.
- Distinguen el azul, del violeta y del púrpura.

Tritanopía

Es la más rara y menos estudiada de las discromatopsias. Ya que suponemos válida la teoría tricromática de la visión, este defecto puede ser considerado como déficit en un tercer receptor: el del color azul o violado. Su detección se dificulta ya que la mayoría de los test se realizan para detectar anomalías del rojo verde.

Las características principales son:

- El sujeto iguala el amarillo (5.560 Å- 5.700Å), con un azul complementario de más débil pureza.
- El punto neutro se observa en el amarillo (5.680- 5.980Å).
- El espectro no está reducido por el lado de las ondas cortas, pero la región del violado aparece simplemente luminosa.
- Hay confusión del amarillo verdoso con el gris y el rosa púrpura.
- Confunde el verde amarillento con el violado azulado.
- Confunde el anaranjado con el rojo púrpura.

— El amarillo y el azul son iguales con el gris.

— No hay confusión de rojo y verde.

Tetratanopía

Esta cuarta discromatopsia es supremamente rara. Se caracteriza por la existencia de dos bandas neutras situadas la una a 4.700 y la otra a 5.800 A. Estas dos bandas dividen el espectro de estos sujetos en tres zonas: Dos extremos rojos y una zona central verde.

Este último trastorno nos hace revisar la validez de la teoría tricromática de la visión de colores y es sumamente difícil clasificarlo dentro de las teorías tricromáticas.

Acromatopsia o Ceguera

Total al Color

Quienes la padecen están incapacitados para distinguir tonos de color y pueden emparejar dos luces en base a sus intensidades. Ven solo en blanco, negro y la gama de los grises.

Pueden ser divididos en dos grupos:

— Acromatopsia de bastones y

— Acromatopsia de conos.

Las principales características de los acromatópsicos totales son:

— Percepción del blanco, el negro y tonos de grises.

— El espectro les parece una banda luminosa de variable intensidad, acortada, por los extremos.

— La curva de eficacia luminosa está desplazada respecto al normal, con un punto de máxima luminosidad en el verde (5.300 5.400 A).

— La eficacia luminosa está repartida en el espectro en forma idéntica a la de sujetos normales adaptados a las luminosidades bajas. Y no se modifican cuando el sujeto pasa de la visión diurna a la nocturna.

La acromatopsia de bastones se caracteriza por la triada: Mala agudeza visual, fotofobia e inestabilidad de la fijación. El primer elemento puede ser causado por un escotoma central. Su incidencia no alcanza al 0.0001%, según Le Grand.

En la acromatopsia con conos, muchísimo más rara que la anterior, la triada está ausente y se encontró que su curva de sensibilidad es comparable a la de un protanope.

Nota: La herencia en la acromatopsia es diferente de la de las otras anomalías cromáticas, ya que, hasta la fecha, solamente ha podido ser comprobada la forma recesiva simple no ligada al sexo. Así, ocurre que en el caso de la acromatopsia no

existe diferencia en el porcentaje de varones y hembras afectados por dicha anomalía, en tanto que en la ceguera rojo-verde la proporción es de 10 a favor de los varones.

Astenopia Cromática

Esta se presenta como síntoma corriente en los tricrómatas anómalos especialmente. Se caracteriza por:

- Disminución sensible de la capacidad diferencial para los tonos.
- Se requiere para compensarla: aumento de contraste, sobre-saturación y sobre-exposición.
- La agudeza cromática está disminuída y tras un largo tiempo de observación los colores de los manantiales luminosos cambian de color.

Objetivos para determinar las Anomalías Cromáticas.

Son dos los principales objetivos para esta determinación:

- La investigación de los defectos en sí, para extraer el máximo de conocimiento y de experiencia acerca de estos problemas de la sensación cromática.
- El inminente riesgo de cometer accidentes graves debidos a la mala percepción del color, da un margen alto de peligro social con los individuos afectados por estas anomalías.

PRUEBAS PARA DETERMINAR LA VISION CROMATICA

Cualquiera que sea el objetivo a la vista, o la finalidad del examen, deben efectuarse varias pruebas. Entre ellas figuran:

— *Las pruebas Espectroscópicas:*

La más común se efectúa con el CROMATOSCOPIO de Wede. Incluye diversos métodos con el objeto de comparar un color aislado con toda la gama espectral.

Estas pruebas son las más exactas científicamente, pero son poco realizables en la práctica.

Linternas de Endrige - Green.

En la cual el sujeto examinado debe mencionar los diversos colores de una luz emitida por estas linternas en las cuales, el color puede variarse por medio de filtros coloreados, adicionando vidrios especiales para simular vapor, lluvia, neblina, etc., en diferentes grados. Muchas linternas son perjudiciales para este objeto, más que útiles. Si la emplea un experto, la linterna de Endrige-Green es instrumento eficaz.

Se usa en especial para establecer los patrones usados por las organizaciones mercantiles y para asegurar los colores standard, aplicables a las señales ferroviarias, navales, etc. Durante la Segunda Guerra Mundial la R.A.F. utilizó una pequeña linterna más económica (la Giles - Archer Colour Perception UNIT).

Lanas de Holmgren

Esta es una serie de pruebas hechas con una selección de madejas de lana de diversos colores, con las que se pide al candidato que haga una serie de mechas de color. Mucho se ha criticado esta prueba, pero si se efectúa adecuadamente, se reconocerán bien los grandes defectos de la visión de los colores y un experto podrá inclusive casi en cada caso reconocer o advertir hasta un defecto menor en los grandes defectos de la visión de los colores; básicamente son cinco pruebas.

La prueba I, consiste en mostrar al paciente un pedazo de lana de color verde pálido, pidiéndole que seleccione de un montón de muestras de lana todas las que le parezca corresponden al color. Si es ciego a tal color seleccionará probablemente varios de los colores de confusión, o sean los grises, amarillos ligeros, pajizos, etc., así como los verdes.

Se le proporcionará en seguida un color rosa (prueba II); si lo confunde con azules y violetas, es ciego al rojo, y si lo hace con grises o verdes será ciego al verde.

Se le proporciona entonces una madeja de color verde brillante (prueba III); si es ciego para el rojo, seleccionará verdes oscuros y cafés, si es ciego al verde, escogerá los verdes pálidos y los cafés.

La prueba IV es proporcionar una madeja de color púrpura. Si el suje-

to bajo prueba es ciego para algún color seleccionará probablemente cualquier tono oscuro de azul o verde y también los rosados y los grises.

En la prueba V se suministra al paciente una madeja amarilla; el paciente ciego para los colores seleccionará los tonos amarillos verdosos, los verde amarillentos claros y los rosas.

En la ceguera para el azul, se confundirán los púrpuras y los rojos.

Cartas Pseudo-Isocromáticas

Consisten en tablas litografiadas de colores, donde están representados números claros con lunares de colores diversos, colocados entre otros lunares del mismo tamaño pero con los tintes fácilmente confundibles con los de las cifras, para las personas con acromatopsia. Los tricromáticos normalmente pueden leer fácilmente los números, algunos de los cuales no son distinguibles en los diversos tipos de ceguera para los colores, mientras que la prueba contiene otros números que pueden ser leídos por los ciegos a los colores, y no por una persona de visión normal. Las pruebas originales de Stilling han sido actualmente reemplazadas por la prueba japonesa de Hishihara¹, pero se obtienen buenos resultados con

¹ Hishihara, profesor de Oftalmología de Tokio, los proyectó en el año de 1917. Mantuvo sus derechos de exclusividad en nueve ediciones consecutivas hasta que en la Segunda Guerra Mundial los hizo del dominio público, al igual que el Mein Kanpf y otros documentos históricos.

la prueba sueca de Bestrim o la norteamericana de H.R.R. Estas cartas proporcionan una información satisfactoria para cualquier clase de trastorno cromático. Es óptimo como test de rutina.

una mezcla de rojo (línea del Litio) y de verde (línea del Talio) en la otra mitad. Girando manijas pueden variarse las cantidades relativas de los colores rojo y verde, la brillantez de la mezcla.

Anomaloscopia de Negel

Los defectos de la vista en lo respectivo a los colores han originado muchas discusiones acaloradas. Su descubrimiento puede algunas veces ser fácil, pero con frecuencia no lo es. Ninguna teoría de las que se han elegido respecto a éste fenómeno es totalmente satisfactoria, y ninguna prueba es infalible.

Es un instrumento en el cual al mirar por un telescopio se observa un disco brillante dividido en dos mitades por una línea horizontal. Una de ellas está iluminada por la luz de la línea del sodio del espectro (amarillo), que debe distinguirse de

DOCTOR HECTOR ELIECER CACERES NAVARRETE:

Nació en Bogotá en el año de 1948. Se graduó brillantemente en la Universidad de La Salle de la cual recibió su título de Optómetra en el mes de julio de 1973. Su tesis de grado recibió calificación meritoria; actualmente es profesor de varias materias teóricas y prácticas en la Clínica Optométrica de nuestra Universidad.