



BrienHoldenVisionInstitute

# TEORÍA DE LA OPOSICIÓN DEL COLOR Y ANOMALÍAS DEL COLOR

## AUTOR

**Thomas Salmon:** Northeastern State University, USA

## PAR REVISOR

**Scott Steinman:** Southern California College of Optometry, USA

## ESTE CAPÍTULO INCLUYE UNA REVISIÓN DE:

- Teoría de la oposición del color
- Anomalías de la visión del color
- Tipos de anomalías del color

## TEORÍA DE LA OPOSICIÓN DEL COLOR

La teoría tricromática de la visión del color se basa en tres tipos de conos, cada uno de los cuales es sensible a un rango diferente de longitudes de onda. Esto explica cómo se pueden discriminar diferentes longitudes de onda, y la teoría tricromática es apoyada por experimentos de correlación de colores y estudios neurofisiológicos.

El procesamiento neural de color se vuelve más complejo más allá de los fotorreceptores. Hay pruebas de que, después de los conos, las señales neuronales son procesadas a través de un sistema de **"oposición del color"**. El procesamiento de oposición comienza en la retina a nivel de las células horizontales. La teoría sostiene que las señales de los S, M y L conos son procesados por tres canales neuronales conocidas como los canales de **rojo-verde, azul-amarillo y de brillo**.

Evidencia de este tipo de procesamiento neural:

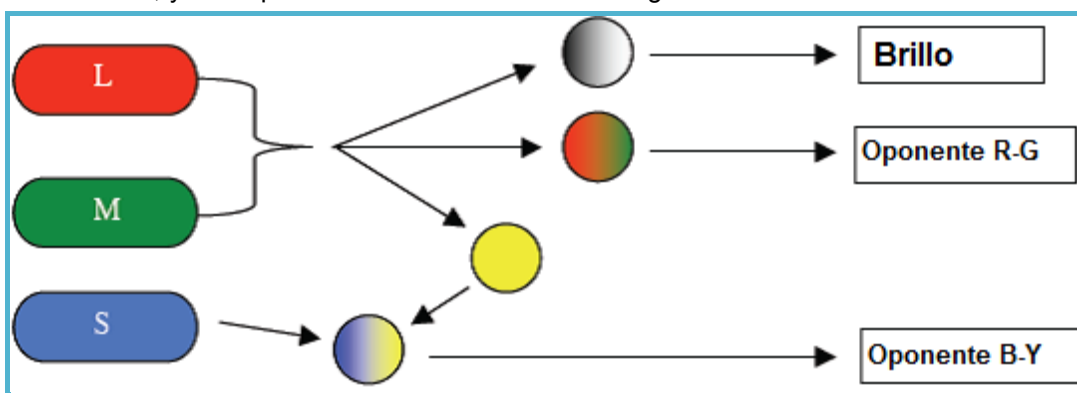
- La observación de que nunca se ve una mezcla de rojo y verde en el mismo lugar al mismo tiempo. Cuando se trata del rojo y verde, parecen ser las respuestas opuestas de un sistema neural que puede indicar ya sea rojo o verde, pero no ambos al mismo tiempo. Aunque la gente puede mezclar colores como el azul-verde, la mayoría no puede concebir una mezcla de rojo y verde.
- Del mismo modo, con el azul y el amarillo, no se pueden ver los dos colores al mismo tiempo en el mismo lugar. Se ve ya sea azul o amarillo. La mayoría de la gente no puede concebir una mezcla de azul y amarillo.
- La investigación de Hurvich y Jameson utilizando el método de tono-cancelación (Ver p. 119 de Schwartz, 2004) apoya la teoría del color rival. Propuso que la respuesta de ciertos canales neuronales en el sistema visual varía en función de la longitud de onda como se muestra en la Fig. 5-14 de Schwartz, 2004.
- Los registros neurofisiológicos de células del CGL de monos, mostraron que ciertas neuronas responden con polaridad opuesta en función de la longitud de onda (Fig 5-16<sup>a</sup> de Schwartz, 2004). Por ejemplo, si el animal se expone a una longitud de onda corta, la neurona muestra un tipo reducido de respuesta; es decir, la inhibición. Sin embargo, cuando se expone a longitudes de onda largas, la neurona responde con excitación.
- Las post imágenes del color. Si se mira fijamente una imagen verde, a continuación, al ver un campo blanco, se ve una post imagen roja. Del mismo modo, si usted mira fijamente una imagen azul, a continuación, al ver un campo blanco, se ve una post imagen amarilla.

## TEORÍA DE LA OPOSICIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

Las neuronas que responden con señales opuestas en función de la longitud de onda del estímulo se conocen como **células oponentes** del color, y son capaces de transmitir la información del color. Es evidente que el sistema visual incluye neuronas que reciben el color, así como las neuronas oponentes al color (fig. 5-16B Schwartz, 2004). Las células no oponentes responden con la misma polaridad para todas las longitudes de onda, aunque la magnitud de la respuesta varía dependiendo de la longitud de onda.

Hace más de 100 años, Hering propuso que la percepción humana del color se basa en canales oponentes de color rojo-verde y azul-amarillo, pero los científicos de la época pensaron que la teoría de oposición contradecía la teoría tricromática aceptada. Por lo tanto, no fue aceptada la teoría de la oposición de Hering de la visión del color.

Los científicos de la visión ahora creen que los sistemas tanto oponente como tricromático trabajan juntos. Al nivel del receptor, el sistema visual es tricromático, pero a niveles más altos, tal vez comenzando con las células horizontales, el sistema visual parece utilizar el mecanismo oponente de color. Este modelo combinado de la visión del color se llama un **"modelo de zona"**. Un ejemplo de un modelo de zona se ilustra en la Figura 23-1, a continuación, y conceptos similares se ilustran en la Fig. 5-17 de Schwartz.



**Figura 23-1:** Un ejemplo del modelo de zona que muestra la relación entre la tricromacia y la parte de oposición del sistema visual.

## INTRODUCCIÓN A LAS ANOMALÍAS DE LA VISIÓN DEL COLOR

Las anomalías de la visión del color afectan a alrededor del 4,5% de la población general, es decir, casi 1/20 personas. Por lo tanto, sin duda se pueden ver en la consulta a muchos pacientes que tienen algún grado de visión del color anómala. Las anomalías del color se pueden clasificar de manera general según la etiología, ya sea como defectos de color hereditarios o adquiridos. Las características de estos dos grupos son distintos y se resumen a continuación.

### DEFECTOS HEREDITARIOS

- Más comunes
- No progresivos, estables
- Relativamente pocos errores de denominación del color en la vida real
- No amenazan la visión
- Pueden afectar el desempeño del trabajo, cuando la percepción del color es fundamental para ciertas tareas
- Sobre todo afecta a los varones (96%)
- Binoculares
- Diagnóstico y clasificación sencillos
- El 99% de estos son defectos rojo-verde

## INTRODUCCIÓN A LAS ANOMALÍAS DE LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

### DEFECTOS DEL COLOR ADQUIRIDOS

- Raros pero más peligrosos
- Asociados con la enfermedad ocular, por lo tanto, potencialmente amenazan la visión
- Aparición reciente, progresiva, variables
- Más común que se presenten errores de la denominación del Color
- Pueden afectar a hombres y mujeres
- Monoculares o asimétricos
- Diagnóstico y clasificación más difícil
- Defectos tanto al Rojo-verde como azul-amarillo

### TIPOS DE ANOMALÍAS DEL COLOR

Los defectos se pueden clasificar según el foto pigmento que falta o es anómalo.

- "**Protan** - \_\_\_\_" se refiere a una anomalía con eritrolabe (deficiente al rojo)
- "**Deutan** - \_\_\_\_" se refiere a una anomalía con clorolabe (deficiente al verde)
- "**Tritan** - \_\_\_\_" se refiere a una anomalía con cianolabe (deficiente al azul)

Los defectos de los colores también pueden clasificarse de acuerdo a la magnitud del defecto. Ceguera absoluta de algún tipo termina con el sufijo "**-opia**". La visión es normal, tricromática, pero las personas a las que les falta por completo uno de los tipos de conos se les conoce como **dicrómatas**.

### DICROMACIA

- Ausencia de uno de los tres conos foto pigmentos
- Una forma más absoluta de la "ceguera al color"
- Tres tipos dependiendo del pigmento falta: **protanope, deuteranope, tritanope**

Otras personas pueden tener los tres tipos de conos, pero puede haber una debilidad o anomalía en uno de los foto pigmentos. En estas anomalías de color parciales usan el sufijo "-anomalía". Estas personas son conocidas como **tricrómatas anómalos**.

### TRICROMACIA ANÓMALA

- Los tres foto pigmentos presentes (erythrolabe, chlorolabe, cyanolabe)
- Uno tiene un espectro de absorción anormal que se desplaza hacia uno de los espectros de otro pigmento
- Tricrómata protanómalo – el espectro eritrolabe está desplazado hacia longitudes de onda más cortas, por lo que es más cercano a clorolabe
- Tricrómata deuteranómalo – el espectro clorolabe está desplazado hacia longitudes de onda más largas, por lo que es más similar al eritrolabe
- Ver Fig. 6-1 de Schwartz, 2004

A Protanos y deutanos se les refiere a veces como los anómalos **rojo-verde**. Estos defectos son generalmente hereditarios, y son más comunes. La respuesta al color de los pacientes con anomalías rojo-verde está bien definida.

A los Tritanos se les denominan como los anómalos **azul-amarillo**. Los defectos al color azul-amarillo hereditarios son muy raros. Si se detectan, se debe presumir que se trata de un defecto adquirido causado por una enfermedad ocular, mientras no se pruebe lo contrario. Se pueden ver referencias a otra anomalía del color llamada, tetranomalía. Es un subtipo raro de tritanomalía.

## TIPOS DE ANOMALÍAS DEL COLOR (CONTINÚA)

**Tabla 23-1:** Resumen de las clasificaciones

	ROJO (PROTAN)	VERDE (DEUTAN)	AZUL (TRITAN)
<b>DICRÓMATA</b>	Protanope; No eritrolabe	Deuteranope; No chlorable	Tritanope; No cianolabe
<b>TRICRÓMATA ANÓMALO (FIG. 6.1 SCHWATRZ, 2004)</b>	Protanómalo eritrolabe anormal (normal a 565nm) espectro de absorción desviado a una $\lambda$ menor	Deuteranómalo clorable anormal (pico normal a 535 nm) espectro de absorción desviado a una $\lambda$ mayor	Tritanómalo cianolabe anormal (pico normal a 430 nm)
<b>ETIOLOGÍA MÁS COMÚN</b>	Hereditario	Hereditario	Adquirido (raro)



## LECTURAS/REFERENCIAS SELECCIONADAS

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004