



# LA EVALUACIÓN DE LA VISIÓN 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:

- Pruebas de libro
- Pruebas de disposición
- Anomaloscopio de Nagel

## GENERALIDADES DE LA EVALUACIÓN DEL COLOR

**P. ¿Por qué los optómetras están interesados en evaluación de la visión del color?**

- Exámenes físicos ocupacionales
- Diagnosticar anomalías hereditarias de color
- Diagnosticar y monitorear enfermedades
- Cuando se evalúa la visión de color, por lo general quieren saber:
  - Es la discriminación del color del paciente normal o anormal?
  - Qué tipo de anomalía tiene la persona; es decir, es el paciente un Protan, deutan, tritan o algo más?
  - Qué tan severa es la anomalía color? Por ejemplo, es la persona una dicrómata o tricrómata anómala?
  - Es un defecto adquirido o hereditario?

Diferentes formas de realización de la evaluación de la visión del color:

- Pruebas simples de detección (pruebas de la tapa roja –ver las notas del capítulo anterior.)
- Pruebas de libro: la prueba HRR y placas o láminas pseudo isocromáticas (PIP)
- Pruebas de disposición
- Anomaloscopios
- Pruebas especiales ocupacionales de la visión del color tales como Farnsworth Lantern (FALANT)

## PRUEBAS DE LIBRO

### LÁMINAS PSEUDOISOCROMÁTICAS

Las **láminas seudo isocromáticas (por sus siglas en inglés PIP)** son populares porque son fáciles de usar y son relativamente baratas. Un ejemplo de una lámina de la prueba y/o PIP se muestra en la Fig. 6-11 de Schwartz, 2004. La prueba utiliza un número de láminas que consisten de una figura de color (tal como un número) impresa sobre un fondo de otro color o colores. Una persona con la percepción del color normal será capaz de ver la figura, pero la persona con la visión del color anómala no será capaz de discriminar la figura del fondo, porque la figura y el fondo están hechos de colores que se encuentran en una línea de confusión del color. Este arreglo confunde a un paciente con una anomalía de color, ya que utiliza los colores que parecen ser isocromáticos (mismo color), pero que en realidad no lo son (seudo isocromáticos).

La mayoría de las pruebas de PIP sólo proporcionan una evaluación limitada de la discriminación de color. Por lo general son simples pruebas de tamiz que aprueba/falla sólo para anomalías rojo-verde.

- No evalúan tritanopes
- Si un paciente falla, la mayoría de las pruebas no distinguen entre protan versus deutan
- No califican el grado de anomalía del color

Una de las pruebas de color más conocidas de tipo PIP es la prueba de Ishihara. Varias versiones de la prueba de Ishihara se han publicado. Otras pruebas de visión de tipo PIP del color están disponibles. Para obtener más información, consultar Borish, 2006: capítulo 9, p. 316-318

### PRUEBA HRR

La **prueba HRR** es una de las mejores pruebas de la visión de color disponibles. Es similar a las pruebas PIP, pero está diseñada en un principio un poco diferente. En lugar de utilizar un fondo de color, el fondo HRR es gris neutro. Utiliza el hecho de que los dicrómatas o tricrómatas anómalos ven los colores como menos saturación que la normal. Por lo tanto tienen dificultades para discriminar ciertos colores del gris neutro; en particular, los colores que se encuentran en la línea de confusión del color que pasa a través de blanco.

**P. Puede mencionar algunas de las ventajas de la prueba HRR sobre la mayoría de las pruebas PIP?**

**R. puede diagnosticar diferencialmente los tres grandes tipos de anomalías (Protan, deutan, tritan) y el grado de severidad. Es rápido y fácil de usar, especialmente con su organización en serie de detección y de diagnóstico.**

## PRUEBAS DE DISPOSICIÓN

En las pruebas de disposición, el paciente debe ordenar las muestras de colores en un orden particular. Las dos pruebas de disposición más conocidas son la prueba de **Farnsworth Munsell Cien-Tonos** y la prueba **D-15**, que viene en versión saturada y desaturada.

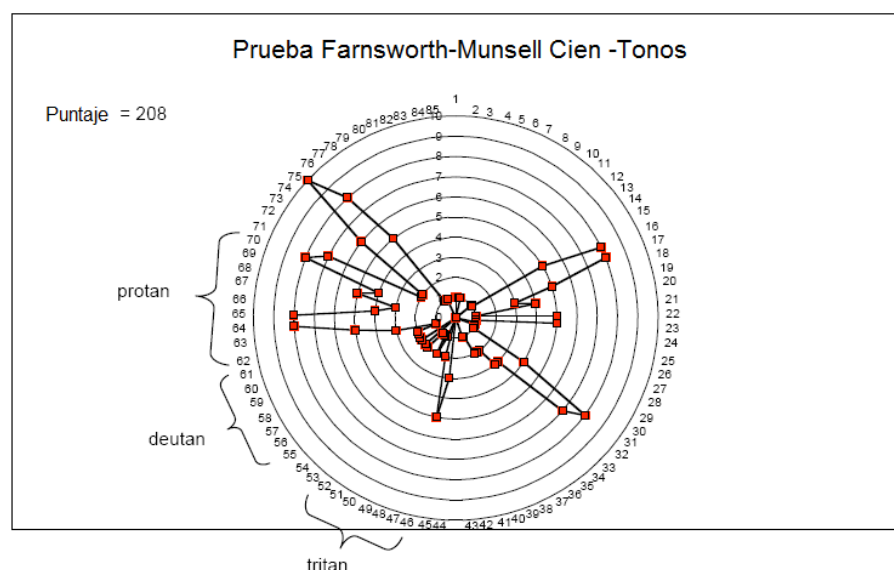
### PRUEBA DE FARNSWORTH MUNSELL HUNDRED-HUE

Este sistema pone a prueba la calidad de la discriminación de los colores de una persona (superior, media, baja) y se puede diagnosticar el tipo general de anomalía del color (Protan, deutan, tritan) si está presente. Puede también calificar el grado de gravedad del defecto numéricamente (Tabla 26.1). La prueba consta de 85 tapas de colores, cada una con un tono diferente. La tarea del paciente es seleccionar el tono que parece más similar a la tapa de referencia y lo coloca al lado de las tapas de referencia. Debe entonces seleccionar, de entre las tapas restantes, el siguiente tono de color en la secuencia hasta que todas las tapas se han dispuesto en pasos de tono continuo. La prueba de los Cien-Tonos es larga y costosa, por lo que no es de uso común en la mayoría de los consultorios de optometría (Fig. 26-1).

## PRUEBAS DE DISPOSICIÓN

**Tabla 26-1:** Interpretación de los resultados de la prueba Cien-Tonos

PUNTAJE DE DISCRIMINACIÓN DEL COLOR	UBICACIÓN DEL CENTRO PROMINENTE
Superior: 0-16	Protan: 62-70
Normal/promedio: 20-100	Deutan: 56-61
Baja discriminación: >100	Tritan: 46-52



**Figura 26-1** Ejemplo de gráfica por computador de la respuesta de un paciente a la prueba de los Cien-Tonos

### PRUEBA D-15 SATURADA E INSATURADA

La prueba D-15 es una versión abreviada de la prueba de Cien-Tonos, por lo que es fácil de usar, rápido y puede diagnosticar las tres categorías de anomalía del color (Protan, deutan, tritan). También puede clasificar la gravedad del defecto. Esta es la prueba producida por la Asociación de Estudiantes de Optometría NSU, y ha sido llamada el **Oklahoma Color Vision Test**.

Al igual que la prueba de Cien-Tonos, las muestras de color (15 en total) deben ser dispuestas en orden de matiz, comenzando con una tapa de referencia. El orden de las tapas se registra en una hoja de punto a punto. Ver Borish Figs. 9-37, 9-39, 9-45 para ejemplos de resultados de la prueba D15 para pacientes con visión normal y anómala al color.

Los puntos en la hoja de registro se basan en el diagrama de cromaticidad CIE (figura 6-13 de Schwartz, 2004; figura 9-36 de Borish). Las líneas de referencia en la hoja de registro son líneas de confusión de color, y ayudan a diagnosticar el tipo de anomalía color. Si el paciente es un Protan, deutan o tritan, las líneas se cruzan el círculo con una pendiente que es paralela a la línea de referencia para la anomalía en particular.

En esta prueba, una línea que se cruza de lado a lado es considerada un error. La Tabla 26.2, a continuación, resume los criterios de Borish, 2006: Capítulo 9, para la interpretación de otras desviaciones. La prueba desaturada es más difícil y es una prueba más sensible para una anomalía del color, por lo que debe tener un mejor desempeño para detectar cambios sutiles en la percepción de los colores como los que podrían acompañar a una enfermedad.

**Tabla 26-2:** Criterio aprueba/falla de Pease para la prueba D-15 (Borish, 2006: Capítulo 9)

RESULTADO DE LA PRUEBA	CRUCES	DOS O MÁS ERRORES DE UBICACIÓN	UN ERROR DE UBICACIÓN
Falla	1	1	2



## ANOMALOSCOPIO DE NAGEL

El anomaloscopio es la prueba más precisa para el diagnóstico de defectos protan y deutan. Se pueden diagnosticar con precisión dicrómatas rojo-verde y diferenciarlos de tricromatas anómalos. Para comprender y ser capaz de interpretar los resultados del Anomaloscopio, se debe tener una buena comprensión de la visión del color y las anomalías de la visión del color. Esa puede ser una de las razones de que aparecen con frecuencia preguntas sobre el anomaloscopio en el examen nacional.



**Figura 26-2:** Una versión moderna del anomaloscopio manufacturada por la compañía Oculus de Alemania. (<http://www.oculus.de/english/>)

### CONFIGURACIÓN DEL ANOMALOSCOPIO

El paciente se ve en el anomaloscopio y visualiza un campo bipartito, como se muestra en la Figura 26-3

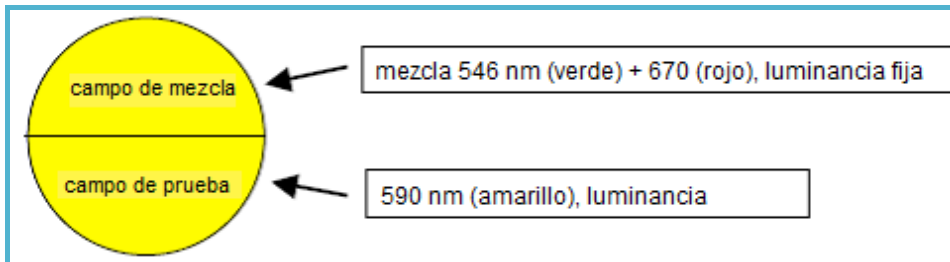
#### El campo de mezcla

- La mitad superior del campo bipartito compuesto por una mezcla de dos longitudes de onda - 670 nm (rojo) y 546 nm (verde)
- El paciente ajusta la mezcla relativa de estos dos colores con una perilla de control que va desde un valor de 0 para el verde puro a 73 para el rojo puro
- La luminancia total permanece constante para todos los ajustes de mezcla
- Para un tricrómatas normal (con una función normal de  $V(\lambda)$ ), el brillo aparecerá constante para todos los valores

#### El campo de prueba

- La mitad inferior
- Una longitud de onda fija - luz de 590 nm (amarillo)
- La luminancia es ajustable a partir de una escala de 0 (tenue) a 35 (brillante)

## ANOMALOSCOPIO DE NAGEL (CONTINUACIÓN)



**Figura 26-3:** Configuración del estímulo del anomaloscopio de Nagel

Las tres longitudes de onda utilizadas en el anomaloscopio están por encima de 545 nm, por lo que las pruebas de visión en todo el rango en el que los tricromatos son dicromáticos y los protanopes o deuteranopes son monocromáticos. Véase la Fig. 6-15 de Schwartz, 2004, que ilustra el concepto de mezcla del color rojo-verde en el diagrama de cromaticidad CIE. Todas las tres longitudes de onda caen en una línea de color de confusión que es común para protanos y deutanos. La mezcla de color en esta gama se basa en la **ecuación de Raleigh**, que especifica la cantidad de rojo y verde que necesita mezclar para obtener amarillo.

### RESPUESTA TRICROMÁTICA NORMAL

1. La primera tarea del paciente es ajustar la mezcla del campo superior hasta que coincida con el color (amarillo) del campo inferior. El campo de mezcla por lo general se ajusta a un valor de aproximadamente de 45. El rango es de 0-73
2. Luego debe ajustar la luminancia del campo inferior (prueba) hasta que coincida con la del campo superior. El campo de prueba (inferior) normalmente se establece a aproximadamente 17. El rango es de 0-35

Este es un simple experimento de emparejamiento de colores. Recordemos que un dicromata puede alcanzar un emparejamiento metamérico con 3 longitudes de onda. En este caso, los tres colores son el rojo + verde arriba y amarillo abajo.

### PRINCIPIO GENERAL DE EMPAREJAMIENTO DEL COLOR PARA UN DICRÓMATA ROJO-VERDE

Los protanopes o deuteranopes son monocromáticos en el rango de longitudes de onda utilizadas en esta prueba, para que puedan alcanzar un emparejamiento metamérico usando sólo dos colores. Los dicromatas pueden emparejar solo *dos* colores diferentes, ajustando sus luminancias relativas.

Si el campo de mezcla se ubica en 0 (verde puro), un dicromata será capaz de ajustar la luminancia campo de prueba y hacer que el verde de la parte superior y el amarillo de inferior coincidan.

Si el campo de mezcla se establece en 73 (rojo puro), todavía será capaz de ajustar la luminancia del campo de prueba inferior, para hacer parecer que el amarillo y el rojo coinciden. De hecho, será capaz de poner el campo de mezcla en cualquier valor, y será posible que coincida con el campo inferior mediante el ajuste de la luminancia del campo inferior.

### RESPUESTA DEUTERANOPE

Recordando que la función de luminosidad para los deuteranopes es casi normal (fig. 6-3 de Schwartz, 2004). Por lo tanto, las diferentes longitudes de onda varían en términos de su brillo percibido de la manera normal. El ajuste normal más bajo para el campo de prueba es 17, por lo tanto deuteranopes establecerá la luminancia cerca de este. Recordemos que el campo de mezcla mantiene una luminancia constante para todas las mezclas.

- Para los deuteranopes, cualquier mezcla coincidirá con el campo inferior
- Los deuteranopes mantienen la configuración de la intensidad para el campo inferior cercana a 17 para todas las mezclas

## ANOMALOSCOPIO DE NAGEL (CONTINUACIÓN)

### RESPUESTA PROTANOPE

La función  $V(\lambda)$  para un protanope se desplaza hacia longitudes de onda más cortas. Longitudes de onda más largas (es decir, rojo) aparecen más débiles que lo normal, y las longitudes de onda más cortas (como, verde) aparecen más brillantes. Si el campo superior (mezcla) se establece en rojo, el deuteranope disminuirá la luminancia del campo de prueba. Si el campo superior (mezcla) se establece en verde, entonces va a aumentar el campo inferior para ajustarse a él.

- Para los protanopes cualquier mezcla puede coincidir con el campo de bajo, pero ...
- Tendrán que ajustar el brillo dependiendo de la mezcla
- Para mezclas altas (rojo fuerte), van a configurar el brillo más bajo de lo normal (17)
- Para las mezclas bajas (verde fuerte), van a configurar el brillo más alto de lo normal

### P. Cómo funcionará este instrumento con un tritanope?

### EMPAREJAMIENTO DE COLOR PARA EL TRICRÓMATA ANÓMALO

El tricromático anómalo mostrará una mezcla que está un poco desplazada de la posición normal de 45. La persona **deuteranómala** será relativamente débil al verde en comparación con un tricromático normal. Necesitará para compensar aumentar el contenido de verde del campo mezcla. Por lo tanto su ajuste en la mezcla será inferior a 45. Por ejemplo, algún valor entre 0 y 45.

El paciente deuteranómalo tendrá una función normal de luminosidad, por lo que va a establecer la luminancia campo de prueba a cerca de un valor normal de 17. Como su discriminación a la longitud de onda es peor que la de un tricromático normal, será menos preciso que una persona normal y tiene una gama relativamente amplia de ajustes de mezcla en la que puede igualar los campos superior e inferior.

- Los dicrómatas deuteranómalos añaden más verde a la mezcla
- Su configuración de mezcla será más variable que la normal
- El brillo lo ajustarán a un nivel normal

El tricromata **protanómalo** será relativamente débil al rojo. Por lo tanto, con el fin de que coincida con el campo amarillo abajo, va a querer añadir más rojo a la mezcla que un tricromático normal. Su configuración será mayor que 45; por ejemplo, 45-73. Puesto que la persona protanómala ve rojo como más débiles que las normales, aunque la tonalidad puede coincidir con el campo de prueba, parecerá ser más tenue de lo que aparece a un tricromático normal. Por tanto, establecerá el ajuste del campo de prueba a un valor inferior a 17.

- Los dicrómatas protanómalos añaden más rojo a la mezcla
- Su configuración de mezcla será más variable que la de un tricromata normal
- El brillo lo ajustan a un nivel inferior a lo normal

Para Conocer y comprender más ver Fig. 6-16 Schwartz, 2004

## REFERENCIAS/LECTURAS SELECCIONADAS

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004
- Benjamin WJ (ed). **Borish's Clinical Refraction, 2nd Edition**. Butterworth-Heinemann, Philadelphia, 2006