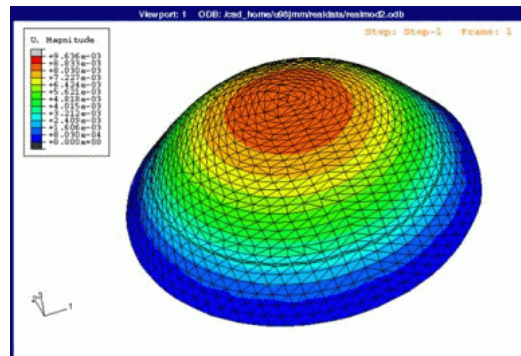
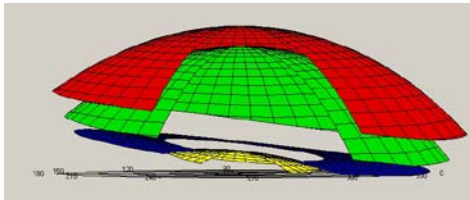


Colorimetría aplicada en Optometría y Oftalmología



Sumario

- Filtros utilizados en visión
- Tests de visión del color
- Detección de patologías oculares

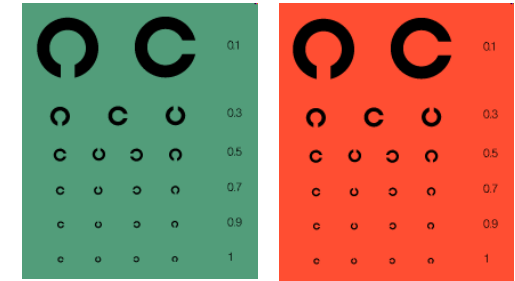
Filtros utilizados en visión

- Efecto: modifica la radiación que llega al ojo
- Usos:
 - Test duocrom
 - Disociadores (visión binocular)
 - Terapia en visión binocular
 - Mejora de calidad visual (patologías, trabajo, rendimiento deportivo)
 - Protección (sol, láser)

Filtros bicromáticos

- Test duocrom:

- Afina el valor subjetivo de la refracción monocular
- Si el paciente ve mejor las figuras rojas, habrá que restar potencia positiva (o aumentar la potencia negativa) → ‘miope’
- Para las figuras verdes, al revés

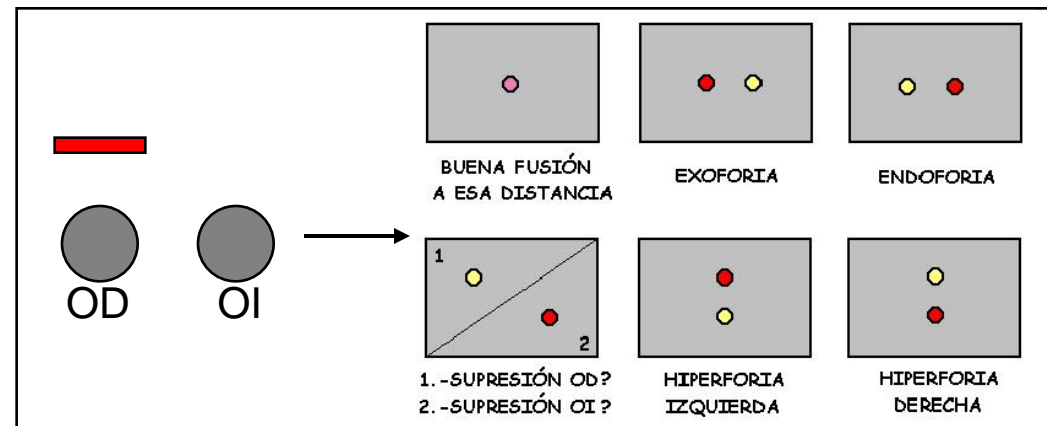
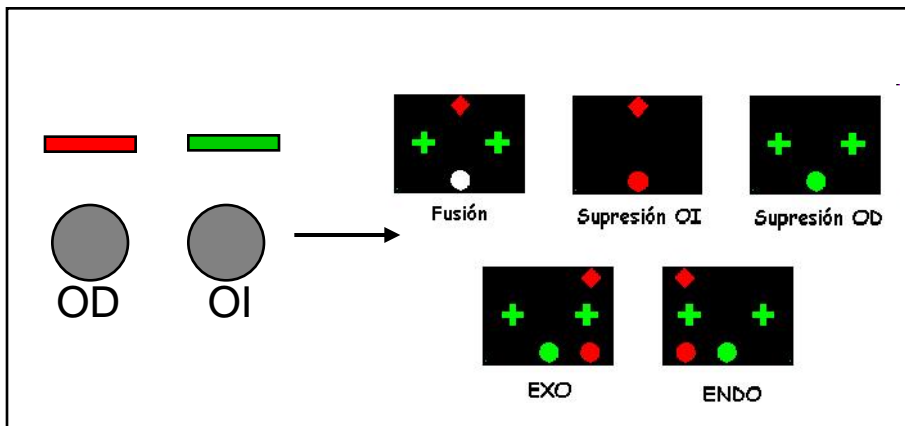


- Características:

- Baja aberración cromática
- Máximo para filtro verde : 530-550 nm y para filtro rojo: 600-620 nm
- Diferencia de luminosidad entre ambos <15%

Filtros bicromáticos

- Disociadores:
 - Para diagnóstico y terapia de la visión binocular
- Características:
 - Factor de transmitancia máximo tabulado
 - Diferencia de luminosidad entre filtros pequeña



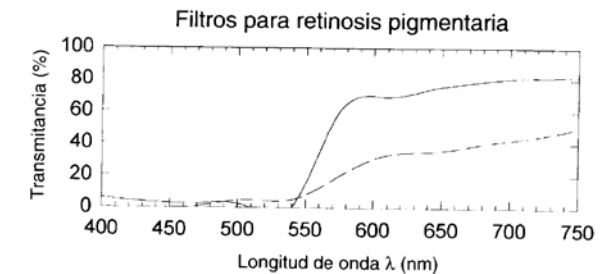
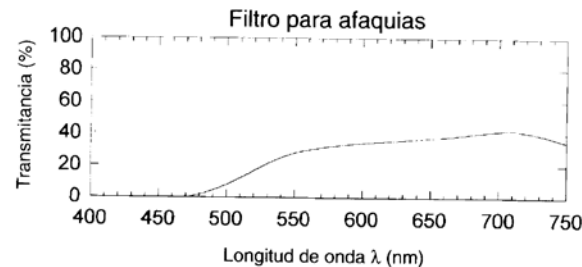
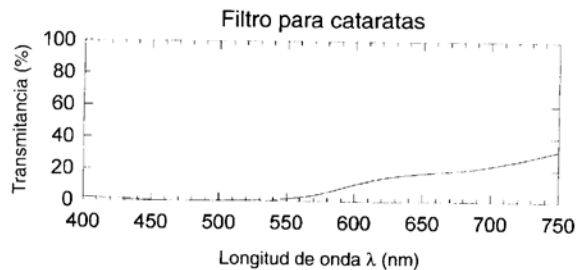
Mejora de calidad visual en algunas patologías

- Síntomas:
 - Pérdida de transparencia medios oculares
 - Envejecimiento de la retina
 - Incremento de la difusión de la luz
 - Pérdida transparencia cristalino, cataratas, edemas corneales
 - Mayor en zona azul
 - Disminuye contraste (crea fondo homogéneo sobre retina)
 - Fluorescencia en cristalino
 - Producido por luz UV sobre proteínas

Mejora de calidad visual en algunas patologías

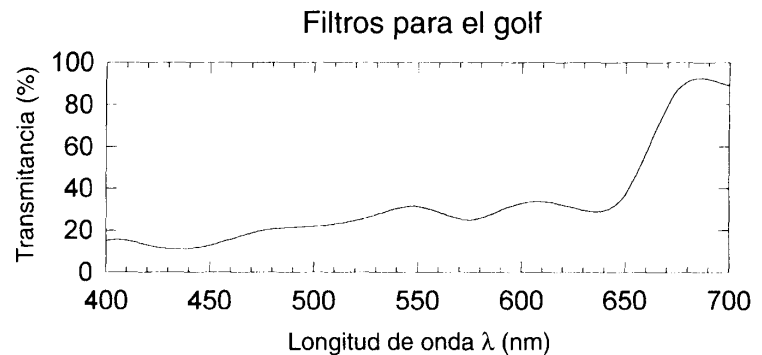
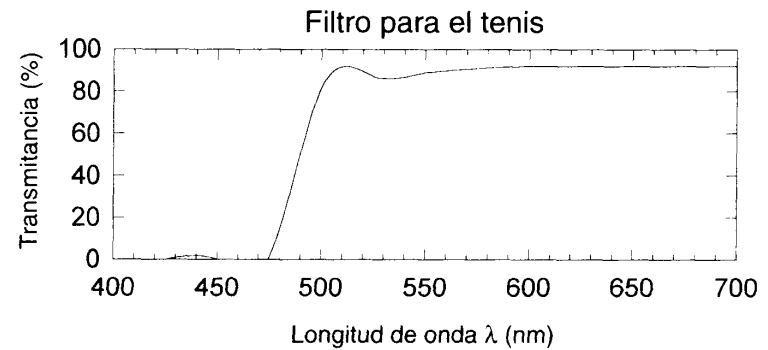
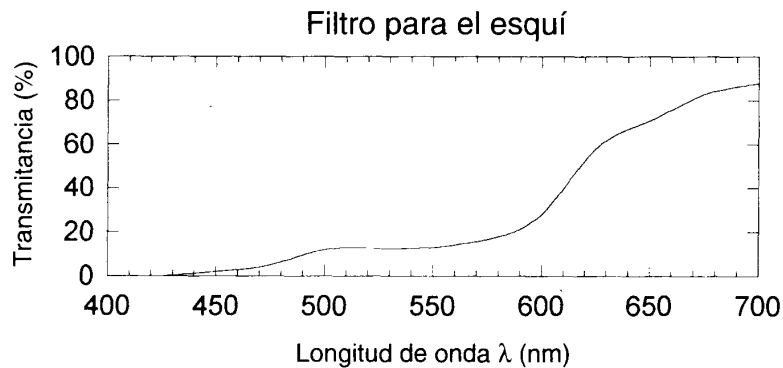
- Características:

- Filtros de corte (absorben en UV y zona azul)
- Disminuyen aberración cromática axial, aumenta la nitidez
- Colores amarillo-naranja-rojo (¿antiestéticos?)
- Mejoras en pacientes de edad avanzada o baja visión



Mejora rendimiento visual en deportes

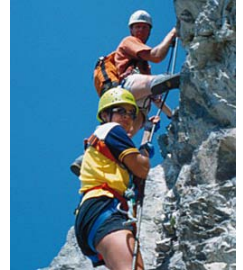
- Modifican la distribución espectral o polarización de la luz



Mejora rendimiento visual en deportes

Tenis	Filtro de corte
Esquí	Filtro de corte. Fotocromático. Polarizado
Golf	Filtro verde-marrón
Montañismo	Filtro de corte. Filtro neutro
Pesca	Polarizado
Deportes acuáticos	Filtro de corte. Fotocromático. Filtro neutro o marrón. Polarizado
Aviación	Filtro de corte
Conducción	Filtro de corte. Fotocromático. Filtro neutro o marrón. Tratamiento antirreflejante
Tiro	Filtro amarillo

Mejora rendimiento visual en deportes



- Aplicaciones:

- Deslumbramientos (iluminación muy alta: nieve, arena) → grises
- Niveles de iluminación variables → fotocromicos
- Mejora del contraste → filtros de corte (esquí, golf, tiro, conducción nocturna)
- Disminución de color dominante (azul del cielo, verde césped)
- Eliminación de reflejo especular (agua, nieve) → polarizadores



Lentes solares de protección



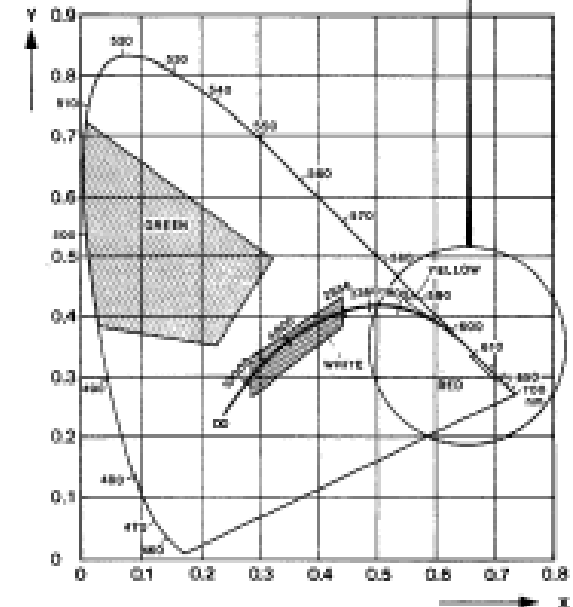
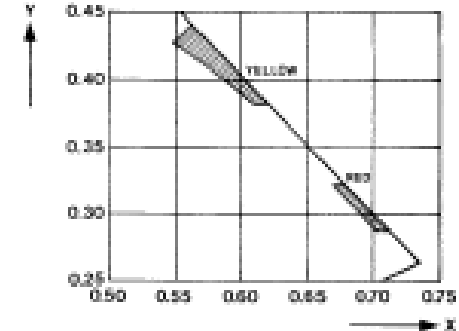
- Protección frente a radiaciones UV e IR
- Disminución de intensidad luminosa visible que pueda ser dañina o incómoda
- Cromaticidades:
 - Neutra: no cambia percepción del color
 - Amarillo-marrón-rojo: elimina luz azul
 - Criterios estéticos
- 5 categorías según el nivel de protección: 0-1-2-3-4

Señales de tráfico

- Deben garantizar buena visibilidad de señales de tráfico, sobre todo semáforos:
factor de atenuación relativa

$$Q = \frac{\tau_S}{\tau_V} \quad \begin{array}{l} \text{para iluminante D65} \\ \text{para semáforo} \end{array}$$

- Para las lentes de 0 a 3:
 - $Q < 0.8$ rojo, ámbar
 - $Q < 0.6$ verde



Tinción de Lentes solares de protección

- Lentes minerales
 - Agentes colorantes en la fabricación del vidrio
 - Deposición capas de óxido metálico en campanas de vacío
- Lentes orgánicas
 - Inmersión en cubeta con disolución de colorante a $>90^\circ$
 - Color final depende del tiempo de inmersión, concentración y temperatura
 - Tabulación de variaciones de claridad, croma y tono
- ¿Control de calidad?

Lentes de protección

- Láser
- Soldadura

ERGONOMÍA VISUAL



Test de visión del color

- Identifican y clasifican alteraciones de la visión del color
- Actividad profesional puede estar limitada
- Diferentes utilidades:
 - Chequeo: detectan visión normal o anormal
 - Clasificación: tipo rojo-verde o azul-amarillo
 - Diagnóstico: dicrómatas, tricrómatas anómalos

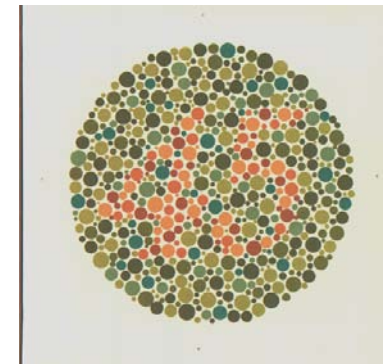
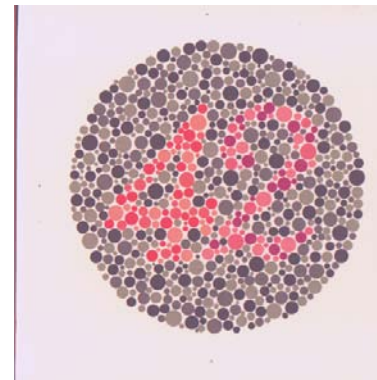
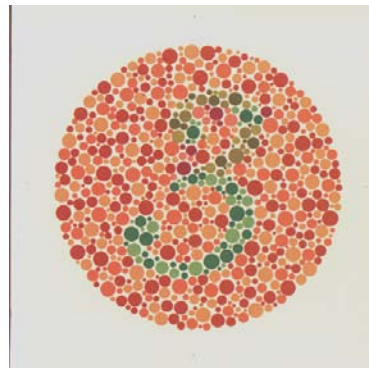
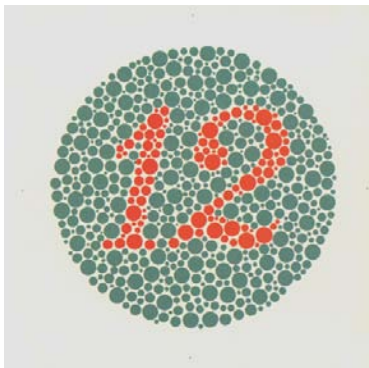
Test de visión del color

- Tipos:

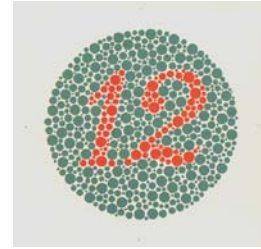
Anomaloscopio	Láminas pseudoiscromáticas	Ordenación de tonos	Linternas
Nagel Neitz Besançon Pickford-Nickolson Davico Avico	Ishihara American Optical Tokyo Medical College F2 Plate Ichikawa (SPP1 y SPP2)	Farnsworth D15 y D28 Farnsworth-Munsell 100 Hue	Board of Trade Holmes-Wright

Test de visión del color

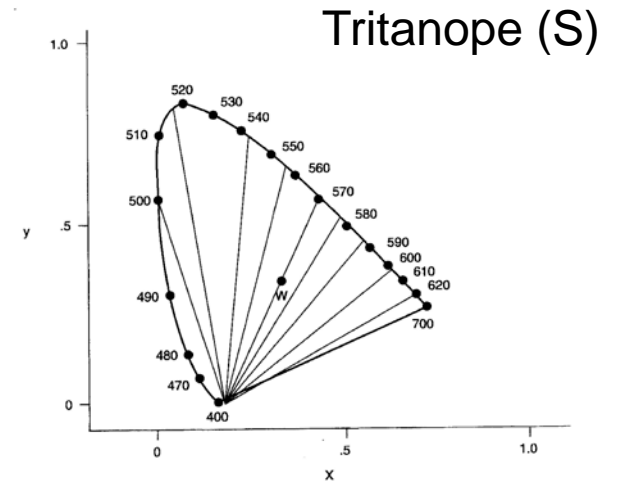
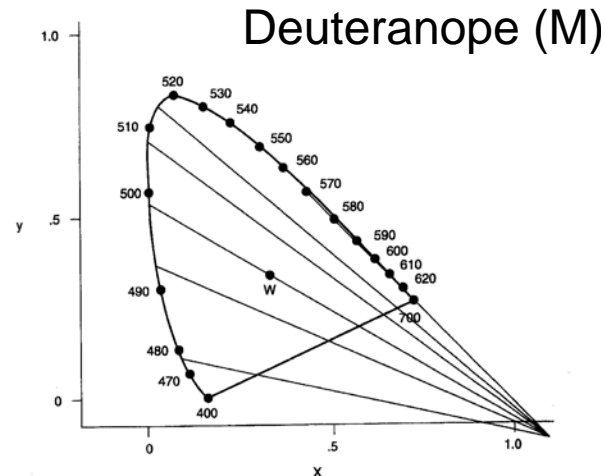
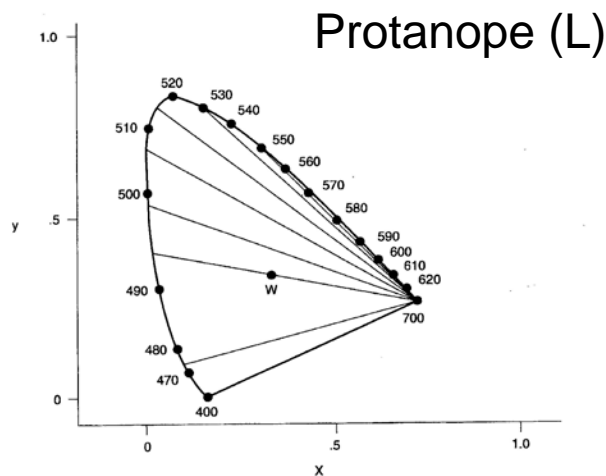
- Tests de confusión: láminas Ishihara
 - Diseño de números contruidos mediante bolitas de colores
 - No deben percibirse ni por bordes ni por diferencias de luminosidad
 - Colores seleccionados en líneas de confusión de dicrómatas
 - Iluminante controlado



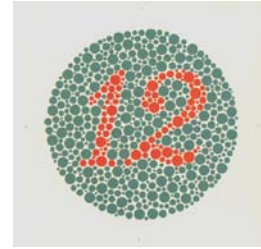
Test de visión del color



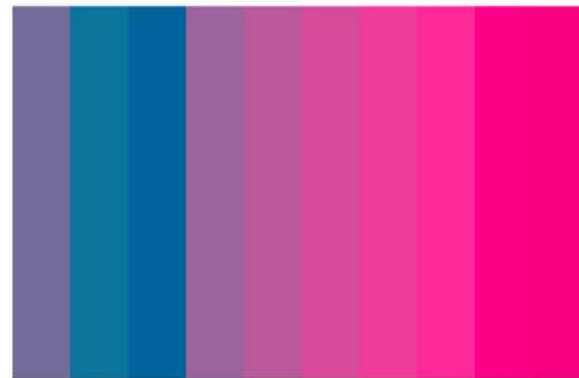
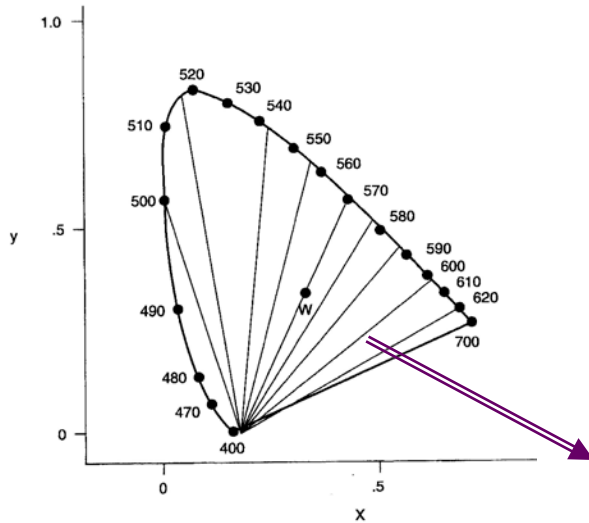
- Tests de confusión: láminas Ishihara
 - Líneas de confusión: a lo largo de cada línea, los colores son percibidos iguales, se distinguen de una línea a otra



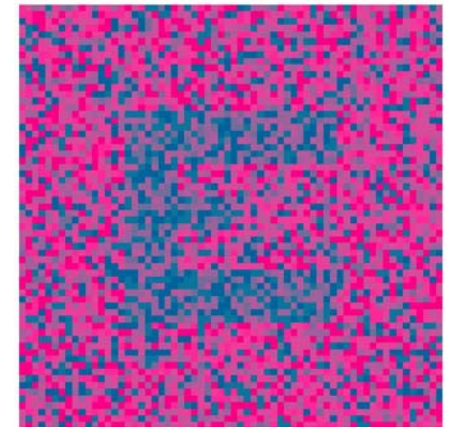
Test de visión del color



- Tests de confusión: láminas Ishihara
 - Un color en el fondo y otro en el optotipo, de la misma línea de confusión
 - El observador normal debe distinguirlos, el dicrómata no



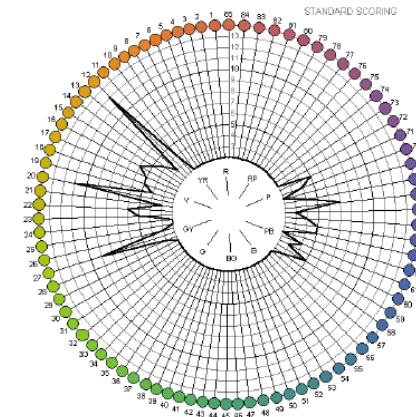
Colores de confusión



Lámina

Test de visión del color

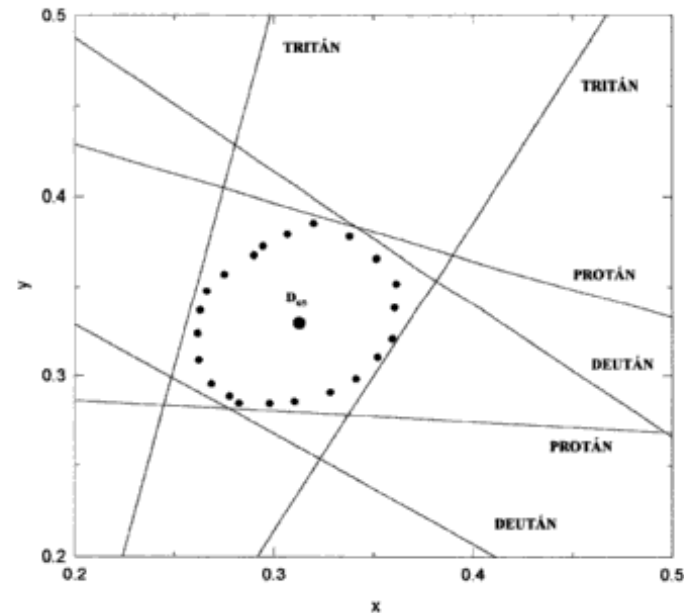
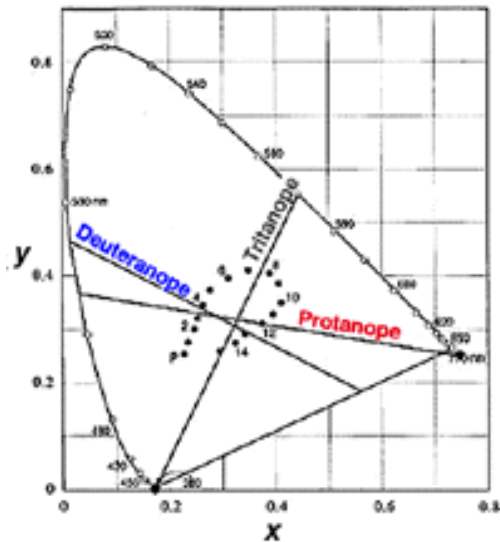
- Tests de ordenación: Farnsworth-Munsell 100 Hue
 - Muestras coloreadas de todos los tonos, igual colorido y luminosidad
 - Iluminante controlado (C)
 - Ordenación por tonos, cada muestra debe ser la más parecida a la anterior



Test de visión del color

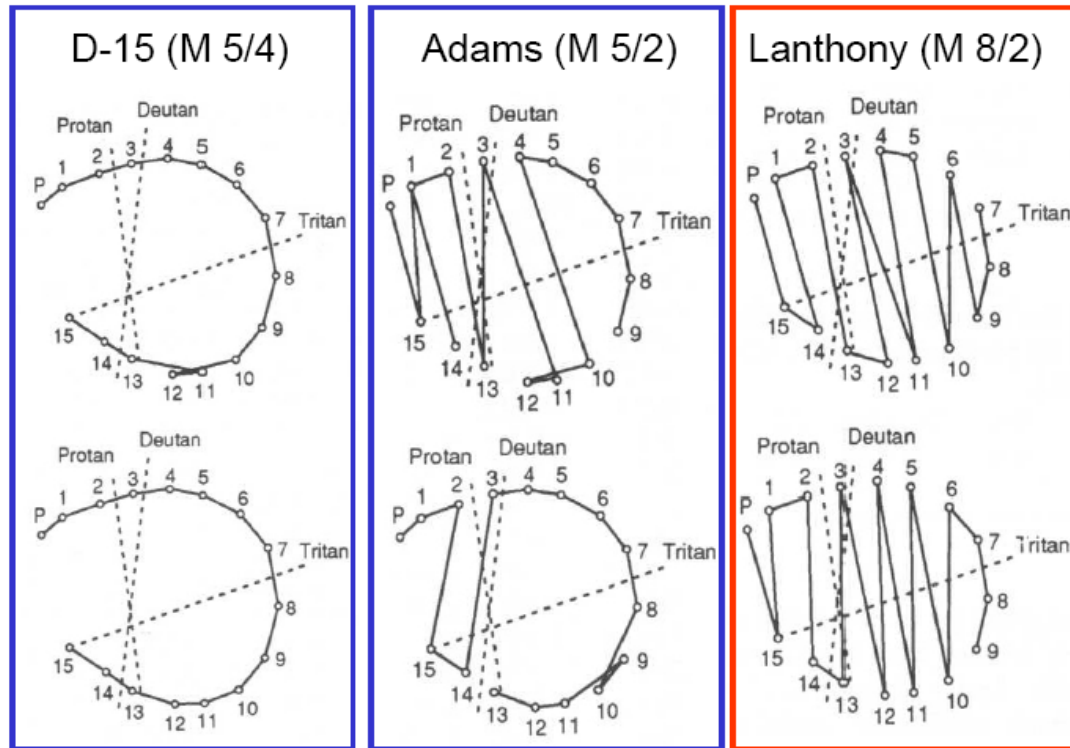


- Tests de ordenación: Farnsworth-Munsell 100 Hue
 - Líneas de confusión: algunas piezas son confundidas y ordenadas incorrectamente
 - La zona de errores identifica el tipo de alteración



Test de visión del color

- Tests de ordenación: Tests D15



Test de visión del color

- Anomaloscopio
 - Permiten distinguir dicrómatas de tricrómatas anómalos
 - 2 campos luminosos: uno fijo y otro mezcla de dos luces
 - Ecuación de Rayleigh: mezcla de rojo y verde para obtener amarillo
 - Ecuación de Moreland: mezcla de azul y verde para obtener cian

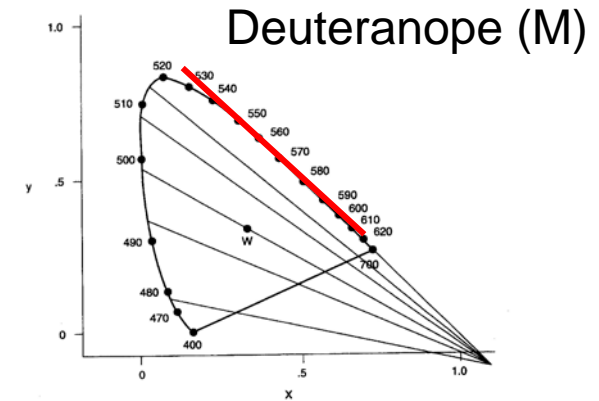
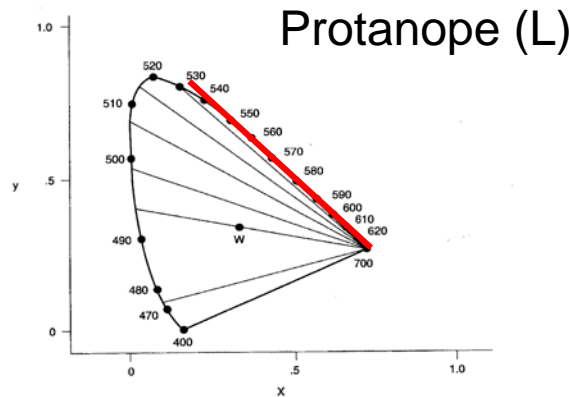


Test de visión del color

- Anomaloscopio: Avico

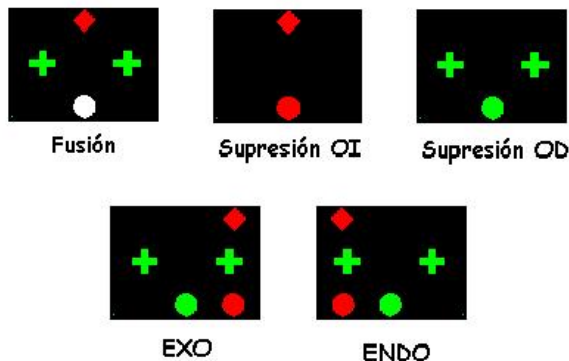


- Normales: un rango pequeño de cantidades de ambas luces para igualar el campo fijo
- Protanopes-Deuteranopes: igualan en todo el rango (misma línea)
- Protanómalos: + rojo, Deuteranómalos: + verde
- Clasifica diferentes grados de anómalos



Test de visión del color

- Linternas
 - Para ocupaciones específicas: militares, aviación, transporte...
 - Determinan si personas con pequeñas anomalías rojo-verde reconocen correctamente estos colores
 - Determinan el estado de la visión binocular
 - Examen en visión diurna y nocturna



DetECCIÓN DE PATOLOGÍAS OCULARES

- Algunas patologías llevan asociadas alteraciones de la visión del color
- Congénitas: ligadas a los fotorreceptores
- Adquiridas: pueden deberse a conos y a neuronas
 - Glaucoma
 - Cataratas
 - Desórdenes del nervio óptico
 - Desórdenes coroidales
 - Degeneraciones pigmentosas

DetECCIÓN DE PATOLOGÍAS OCULARES

Congénitas	Adquiridas
Presentes al nacer	Aparecen después del nacimiento
Tipo y severidad estables	Tipo y severidad varían
Clasificable	Difícil de clasificar
Pérdidas de discriminación en zonas específicas	Pérdidas no en región específica
Normalmente ambos ojos mismo defecto	Diferencias entre ojos
AV y CV normal, salvo acrómatas	AV mala y pérdidas de CV
Influye poco tamaño del campo y nivel de iluminación	Influye mucho tamaño del campo y nivel de iluminación
Predomina Protán y Deután	Predomina Tritán
Más frecuente en hombres	Igual incidencia en hombres y mujeres

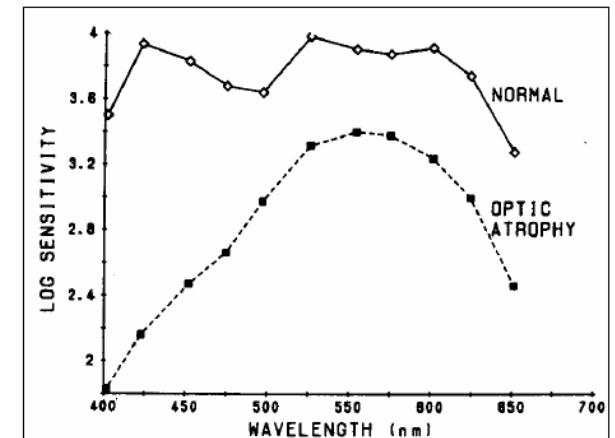
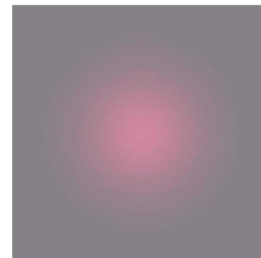
Detección de patologías oculares

- Experimentos psicofísicos permiten detectar si un sujeto se aparta del comportamiento normal
- Test monocular: cada ojo puede presentar un comportamiento
- Refracción correcta, no debe interferir
- Las características del estímulo determinan qué mecanismo tiene mayor probabilidad de dar respuesta: conocemos el camino visual \Rightarrow diagnosticamos
- Precisión caracterización colorimétrica, repetibilidad

Detección de patologías oculares

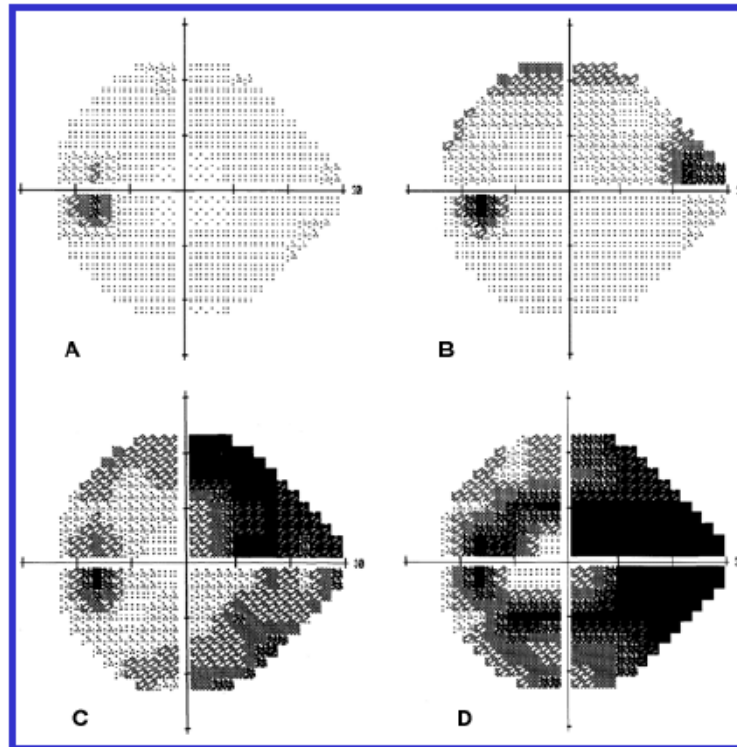
- Campimetría de umbrales:
 - Fondo negro y test amarillo favorece la respuesta del canal acromático
 - Fondo blanco de alta luminancia y test azul o rojo favorece la respuesta del canal cromático
- Medida de umbral incremental sobre fondo blanco:

Ejemplo: $\lambda = 600$ nm



Detección de patologías oculares

- Campimetría estática blanco sobre blanco:



Progresión temporal de un sujeto con glaucoma sin tratar

Detección de patologías oculares

- Campimetría estática azul-amarillo:
 - Aísla canal azul-amarillo
 - Útil para detección precoz de glaucoma

