VISION DEL COLOR

AUTOR (ES)

Luigi Bilotto, *Brien Holden Vision Institute*, Sydney, Australia. University of Montreal, Quebec, Canada.

PARES REVISOR (ES)

Bina Patel, *New England College of Optometry,* United States.

ESTE CAPITULO INCLUIRÁ UNA REVISIÓN DE:

- Visión del color normal
- Defectos en la visión del color
- Examen de la visión del color
- Láminas seudoisocromáticas
- Test de ordenamiento de colores

INTRODUCCIÓN

La visión del color es la función visual que permite percibir una variación en las longitudes de onda de luz que conforman el espectro visible.

VISION DEL COLOR NORMAL

Los pacientes con visión del color normal se les llaman tricrómatas. Los tricrómatas tienen 3 divisiones diferentes de fotoreceptores cono que contienen fotopigmentos capaces de absorber las longitudes de onda del espectro visible.

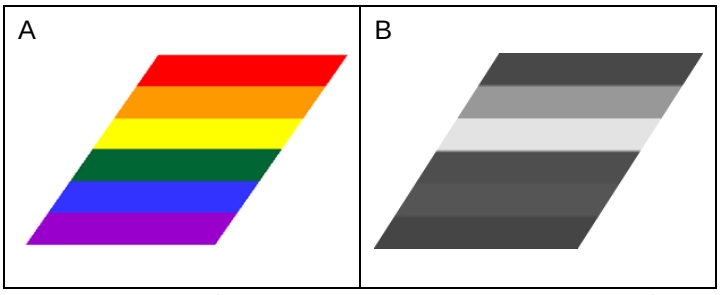
- Eritrolabe se refiere al fotopigmento que absorbe longitudes de onda roja
- Clorolabe se refiere al fotopigmento que absorbe longitudes de onda verde
- Cianolabe se refiere al fotopigmento que abosrbe longituges de onda azul

Todos los tonos del espectro visual son el resultado de una mezcla aditiva de los tres colores primarios tomados de las longitudes de onda larga (roja), media (verde) y corta (azul) del espectro (Fig.11.1).

Figura 11.1 *Colores del arcoíris vistos por una persona con visión del color normal*

DEFECTOS EN LA VISIÓN DEL COLOR

Una visión del color defectuosa puede ser congénita o adquirida.

DEFECTOS CONGÉNITOS DE LA VISION DEL COLOR	Aproximadamente el 4 % del total de la población tiene defectos congénitos de la visión del color, de los cuales el 95% son hombres. Estos defectos pueden presentarse como una anomalía parcial que es la forma más común, o como la ausencia total de algún fotopigmento retiniano. Las siguientes abreviaturas son designadas a cada porción del sistema de pigmentos retinales. • **Prot** se refiere al fotopigmento rojo o eritrolabe del sistema retinal • **Deut** Se refiere al fotopgmento verde o clorolabe del sistema retinal • **Trit** se refiere al fotopigmento azul o cianolabe del sistema retinal Existen tres tipos diferentes de defectos del color que se basan en que tantos colores del sistema de pigmentos del cono se necesitan para hacer una combinación de colores en un anomaloscopio, un equipo usado específicamente para distinguir las deficiencias del color. El paciente debe ajustar el radio de luces rojas y verdes para crear una luz amarilla en términos de tonalidad, brillo y saturación.
TIPOS DE DEFICIENCIAS DEL COLOR	**MONOCROMATISMO** **Los Monocromatas** tienen ausencia de dos o de los tres fotopigmentos del cono. Hay dos tipos de afección ya sea en, los bastones (monocromatismo típico), o los conos (monocromatismo atípico). Los monocromatas con afección de bastones no tienen un sistema fotópico funcional. Los pacientes con monocromatismo típico generalmente tienen disfunción macular, nistagmus y baja visión. Los monocromatas con afección de conos tienen un fotopigmento funcional en el sistema fotópico. Los pacientes con monocromatismo atípico, pueden caracterizarse como monocromatas para el color rojo, verde y azul. El monocromata para el color rojo tiene una agudeza visual reducida pero aceptable, mientras que el monocromata para el color azul tiene muy baja agudeza visual. Todos los tipos de monocromatismo, que son extremadamente raros, conllevan a una imposibilidad para discriminar el color (Fig 11.2b).  ***Figura 11.2*** *(a) Colores del arcoíris observados por una persona con visión del color normal; (b) Colores del arcoíris observados por una persona con moncromatismo.* **Los Bicromatas** tienen un defecto absoluto o ausencia completa de una porción del sistema de pigmento del cono. **El bicromatismo** es subdividido en Protanopia, Deuteranopia y Tritanopia. En todos los bicromatas hay un punto neutral entre el espectro. Bajo condiciones fotópicas, es el punto que se muestra acromático. No hay tono presente en el punto neutral porque es la posición en la que los dos fotopigmentos restantes están balanceados.

DEFECTOS EN LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

TIPOS DE DEFICIENCIAS DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

La protanopia es una anomalía del fotopigmento eritrolabe. Existe una pérdida grande de luminosidad en la porción roja del espectro. Los individuos que tienen protanopia presentan confusiones del color o dificultades para discriminar entre verde, amarillo y rojo. Por ejemplo, el color rojo es percibido como un color más oscuro similar al café. (Fig.11.3b). Finalmente, su espectro de sensibilidad oscila hacia longitudes de onda más cortas.

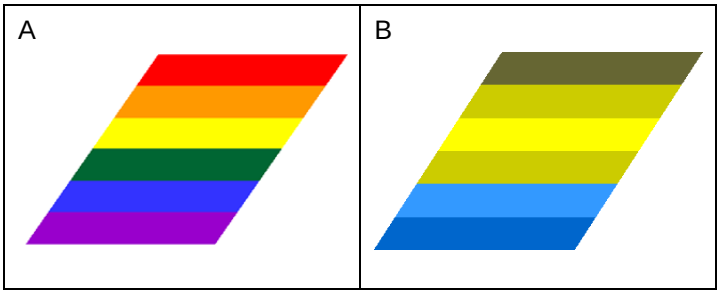


Figura 11.3 *(a) Colores del arcoíris observados por una persona con visión del color normal; (b) Colores del arcoíris observados por una persona con protanopia.*

La Deuteranopia es una anomalía del fotopigmento clorolabe. Hay una pérdida de luminosidad en la porción verde del espectro. Los individuos con deuteranopia presentan confusión de colores y dificultad para discriminar entre el verde, amarillo y rojo (Fig.11.4) Su sensibilidad espectral no varía.

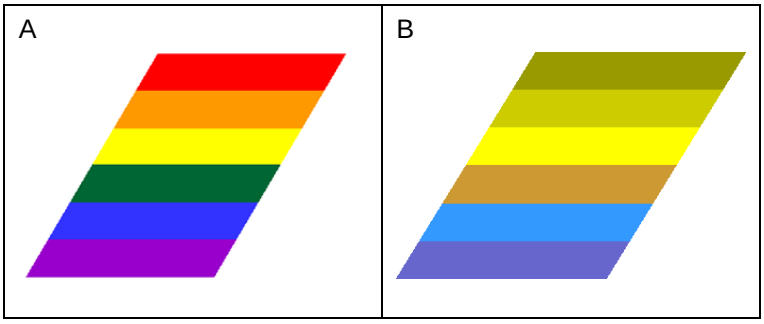


Figura 11.4 *(a) Colores del arcoíris observados por una persona con visión del color normal; (b) Colores del arcoíris observados por una persona con deuteranopia.*

La tritanopia es una anomalía del fotopigmento cianolabe. Existe una gran pérdida de luminosidad en la porción azul del espectro. La sensibilidad de su espectro varía hacia longitudes de onda más largas. (Fig.11.5b)

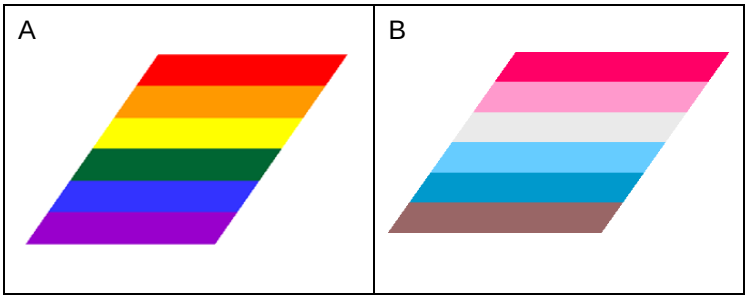


Figura 11.5 *(a) Colores del arcoíris observados por una persona con visión del color normal; (b) Colores del arcoíris observados por una persona con tritanopia.*

DEFECTOS EN LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

TIPOS DE DEFICIENCIAS DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

ANOMALIA TRICROMÁTICA

Los pacientes con anomalía tricromática tienen un defecto parcial o alteración de una porción del sistema de fotopigmentos del cono.

Se clasifican en:

- Protanomalía tricromática
- Deuteranomalía tricromática
- Tritanomalía tricromática

La combinación de los colores en pacientes con anomalía tricromática parece ser un poco diferente debido a la debilidad de los fotopigmentos, pero, no hay confusiones en el color. Estos pacientes generalmente están en desacuerdo con los matices de los colores.

Tabla 11.1 *Clasificación de defectos congénitos de la visón del color*

Clasificación (Basado en el número de fotopigmentos del cono)				**Prevalencia Masculino (Femenino)**	**Discriminación de tonalidades**
1	Monocromata	Tipica o de bastones		0.003	Ausente
		Atípica, incomplete o de conos		0.000001	Ausente
2	Bicromata		Protanope	1 (0.01)	Disfunción severa
			Deuteranope	1 (0.01)	
			Tritanope	0.002	
3	Tricromata	Anomalo (2 normal; 1 defectuoso)	Protanope	1 (0.01)	Disfunción variable
			Deuteranope	5 (0.25)	
			Tritanope	Rastrear	
		Normal		92 (910.6)	Óptimo

DEFECTOS DEL COLOR ADQUIRIDOS

Los defectos adquiridos del color usualmente son asociados a traumas, toxicidad farmacológica o enfermedad. Todos estos tienen la capacidad de afectar la retina o el nervio óptico. Los pacientes con deficiencias del color adquiridas frecuentemente presentan un defecto de la gama azul-amarillo. La deficiencia del color puede estar presente antes de que el paciente experimente fotofobia o reducción en su agudeza visual.

EXAMINANDO LA VISIÓN DEL COLOR

El examen de la vision al color como algo rutinario cumple propósitos clínicos necesarios para ofrecer un cuidado adecuado al paciente. En primer lugar ayuda en el diagnóstico de una deficiencia al color y también permite una distinción entre defectos del color adquiridos o congénitos. Finalmente contribuye a la evaluación y cuantificación de la función retiniana y del nervio óptico.

Los siguientes tests funcionan en base a la dificultad de discriminación al color experimentada por personas con defectos del color. Existen dos tipos de tests prácticos para el uso en el consultorio:

CARTILLAS SEUDOISOCROMATICAS

Las cartillas seudoisocromáticas (PIP) requieren que el paciente identifique un símbolo hecho de puntos de color de un tamaño variable en un fondo colorido. La figura y el fondo son elegidos de tal forma que el símbolo sea confundido por pacientes con deficiencias en la visión del color. Existen muchos de estos tests disponibles. Los más comunes son el test de ishihara, Hardy Rand Rittler (HRR) y el test de Dyorine.

CARTILLAS SEUDOISOCROMATICAS DE ISHIHARA.

Materiales: Cartillas seudoisocromáticas

Procedimiento:

1. La AV del paciente debe ser mayor a 6/ 60 (0.1) para poder realizar el test
2. Una Buena iluminación es absolutamente necesaria; La lámpara de Macbeth Easel es el estándar
3. El test se realiza de manera monocular
4. El test se sotiene a 75cm del paciente
5. Las cartillas deben estar perpendiculars al eje visual del paciente
6. El tiempo de observación debe ser de 3 segundos, más de 5 no es admisible
7. Se le pide al paciente identiicar el número observado en la cartilla
8. Se le puede pedir a un paciente de manera alternative que rastree los dígitos con un copo de algodón si no es capaz de identificar los números pero si de verlos
9. La primera cartila es una demostración que todos deberían ser capaces de ver. Los pacientes que fallen en ver el número pueden estar enteiendo mal las instrucciones, simulando o tener una agudeza visual muy baja
10. Las cartillas 2 a 7 son son de transformación en donde los pacientes con visión del color normar ven el número correcto mientras que los pacientes con defectos en la visión del color refieren uno equivocado
11. Las cartillas 8 a la 13 son cartillas de desvanecimiento en donde los pacientes normales ven el número pero aquellos con defectos de la visión del color no son capaces de verlo
12. Las cartillas 14 y 15 son cartillas de diseños ocultos en los que un paciente normal no es capaz de ver un número, pero, una persona con alteración del color puede ver algún número
13. Las cartillas 16 y 17 son de diagnóstico que ayudan a determinar la severidad del defecto
14. Las cartillas 18 a 24 son de rastreo y pueden ser utilizadas en pacientes iletrados o en niños

EXAMINANDO LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

Tabla 11.2 *Puntajes en el test seudoisocromático de ishihara*

Cartilla	Normales	Alteración rojo-verde				Total ceguera al color
1	12	12				12
2	8	3				X
3	29	70				X
4	5	2				X
5	3	5				X
6	15	17				X
7	74	21				X
8	6	X				X
9	45	X				X
10	5	X				X
11	7	X				X
12	16	X				X
13	73	X				X
14	X	5				X
15	X	45				X
		Protan		Deutan		
		Severa	Moderada	Severa	Moderada	
16	26	6	(2) 6	2	2 (6)	
17	42	2	(4) 2	4	4 (2)	

La X muestra una cartilla que no puede ser leída. Un espacio en blanco significa que la lectura es indefinida.
Los números en paréntesis muestran que pueden ser leídos pero a manera de comparación.

Método resumido:
(Comunmente utilizada clínicamente para ahorrar tiempo)

- La cartila 7 diseñada para OI se utiliza para examinar el ojo derecho del paciente y viceversa
- Con este método son utilizadas 8 cartillas en cada ojo (la primera cartilla es presentada a ambos ojos)
  E.j OD: 1,3,5,7,9,11,13,15
  OI: 1,2,4,6,8,10,12,14
- Si el paciente identifica alguna cartilla de manera incorrecta, el examinador debe presenter las 17 cartillas.

Anotación de los hallazgos:

- El criterio de clasificación está definido asi;
  Normal: < o = a 4 errores de las 17 cartillas
  Reprueba: > o = a 5 errores de las 17 cartillas
- El examinador anota los resultados colocando # correctas/total# cartillas seguidas por tipo de cartillas utilizadas. Las cartillas en las que el paciente falla y que no puede decir el número deben anotarse también para ayudar a determinar el defecto de la visión del color.
  e.j. 7/7 OD, 7/7 OI Ishihara
  e.j. 2/17 OD, 11/17 OI Ishihara

- De ser posible, el tipo de defecto en la visión del color es determinado y anotado utilizando la cartilla de la (tabla 11.2)

2. EXAMINANDO LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

TEST DE HARDY Y RITTLER (HRR)

El test de HRR fue desarrollado por Hardy, Rand y Rittler y publicado por American Optical en 1955. Desde entonces ha sido revisado en muchas ocasiones con el que actualmente es distribuido como el test de Richmond HRR.

El HRR fue diseñado para :

- Evaluar pacientes par encontrar alteraciones de la visión del color o pacientes normales
- Proveer una asesoria cualitativa sobre un defecto de la vision al color clasificando el tipo de defecto como protan, deutan o tritan
- Proveer una asesoria cuantitativa sobre un defecto de la visión al al color graduando el defecto como leve, moderado o severo

A pesar de que el test de ishihara es probablemente el test más utilizado para diagnosticar alteraciones protan o deutan, es incapaz de diagnosticar alteraciones del color azul (tritan). El test de HRR al utilizar los mismos principios del test de ishihara es levemente superior pues diagnostica defectos protan, deutan y tritan. Solo defectos moderados a severos del color azul pueden ser identificados. A pesar, de que las cartillas son efectivas, el test es incapaz de distinguir entre dicromatas y tricrómatas.

Instrumentación:

- Cartillas seudoisocromaticas de HRR
- Hoja de respuestas laminada
- Cepillo para pelo de Camel (para evitar que el paciente toque las cartillas)

Procedimiento

1. La preparación y requerimientos del test son similares a los del test de ishihara
2. El test HRR está compuesto por 24 plantillas, cada una contiene 2 símbolos que pueden ser cruz, cícrulo o triángulo. Los símbolos están formados por puntos de color que aparecen sobre un fondo de puntos grises
3. La primera cartilla es una demostración que todos deben ser capaces de ver. Los pacientes que fallen en ver el número pueden no haber entendido las instrucciones, estar simulando o tener muy baja agudeza visual
4. Hay 4 cartillas de demostración con símbolos vistos por todos los pacientes, inclusive aquellos con defectos en la visión del color. Una de las cartillas no tiene ningún símbolo para que el paciente entienda que durante la prueba pueden haber cartillas sin símbolos
5. Hay 6 cartillas de evaluación. 4 para protan-deutan y 2 para defectos tritan . Los colores de los símbolos se basan en la confusión acromática protan,deutan y tritan. Pacientes con defectos específicos severos pueden no ver los símbolos, sin embargo, verán otros símbolos que no se basan en la confusión acromática
6. Hay 14 cartillas diagnósticas que ayudan a graduar la severidad del defecto. 10 cartillas protan, deutan, y 4 para tritan

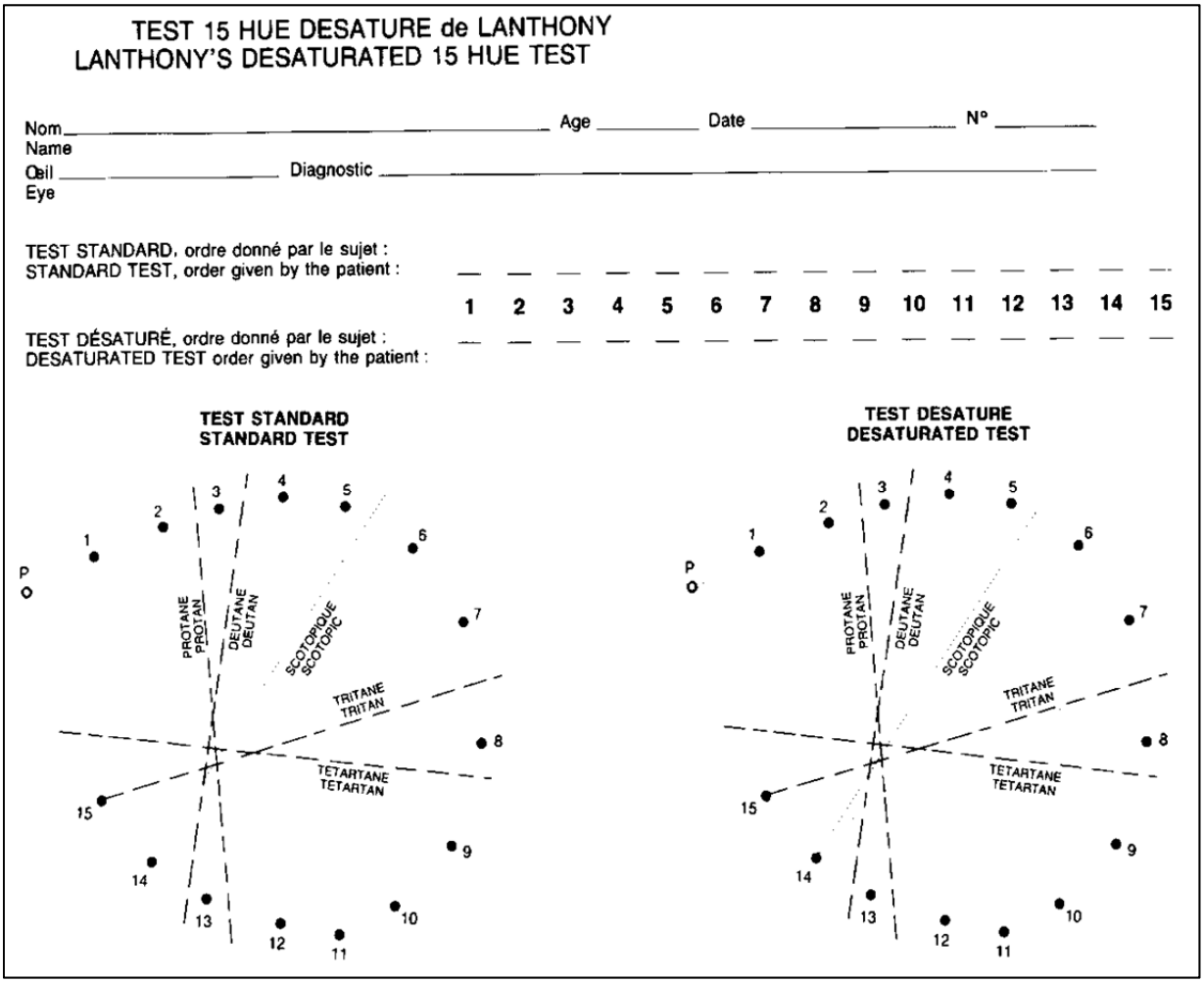
EXAMINANDO LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

TEST DE ORDENAMIENTO DE COLORES

Los más comunes son el test de Farnsworth D-15 y el Farrnsworth- Munsell 100 Hue. Generalmente son utlizados una vez que ya se ha fallado con las cartillas seudoisocromáticas o si el examinador quiere cualificar mejor una deficiencia al color. Los tests de ordenamiento clasifican los defectos como protan, deutan o tritan, pero, no hacen diferenciación entre dicromatas y tricrómatas. Se utiliza una hoja de resultados para anotar como ordenó el paciente los tonos con respecto a la secuencia correcta. Una vez que ya se han registrado los resultados son analizados en una gráfica. El defecto del color será paralelo al eje de la confusión del color.

FARNSWORTH D-15

El test de Farnsworth D-15 consta de 16 tapas de colores. Los 16 colores diferentes son seleccionados del sistema de colores de Munsell. Las muestras de colores tienen el mismo espacio alrededor del círculo del sistema de colores de Munsell. Por lo tanto, una diferencia entre tapas de color similar es lo suficientemente clara para ser captada por un paciente con visión del color normal. Los pacientes con alteraciones severas a la visión presentan mayor confusión al color y cometerán errores significantes en el ordenamiento de los colores. Los pacientes con alteraciones leves de la visión del color no cometerán tantos errores al ordenar los colores. Por lo tanto, el test de Farnsworth D- 15 es utilizado para diferenciar entre defectos severos de la visión al color en los que el paciente falla el test y entre defectos leves y moderados en los que el paciente pasa.


TEST 15 HUE DESATURE de LANTHONY
LANTHONY'S DESATURATED 15 HUE TEST

Nom / Name _____ Age _____ Date _____ N° _____

Oeil / Eye _____ Diagnostic _____

TEST STANDARD, ordre donné par le sujet :
STANDARD TEST, order given by the patient :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

TEST DÉSATURÉ, ordre donné par le sujet :
DESATURATED TEST order given by the patient :

Figura 11.6 *Hoja de resultados para el test Farnsworth D-15*

EXAMINANDO LA VISIÓN DEL COLOR (CONTINUACIÓN)

El test de Farnsworth D-15 es el que se usa con más frecuencia en la práctica clínica y es en realidad una versión condensada del test de tonalidades Farnsworth-Munsell 100, sin embargo, los defectos detectados con esta prueba

De necesitar más estudio, deben evaluarse con la prueba de Farnsworth-Munsell 10.

El test insaturado de Lantony D-15 también está disponible. Este utiliza colores más pálidos por lo tanto es más sensible al hallar defectos congénitos o adquiridos. Se realiza e interpreta similar al test Farnsworth D-15. Además de tener un eje , protan, deutan y tritan también contiene un eje eje Tetartran que puede verse afectado en una patología adquirida y un eje escotópico. El test insaturado D-15 de lantony es utilizado en conjunto con el test de Farnsworth D-15 para comparación.

Procedimiento:

1. El test se realiza de forma monocular
2. El paciente es ubicado a 50 cm de las tapas y debe verlas en un ángulo de 60º. La fuente de luz adecuada (preferiblemente la iluminación Macbeth Easel) debe ubicarse encima del test
3. El paciente debe seleccionar la tapa que se parezca más a la tapa de referencia y ubicarla al lado de la misma. Luego el paciente debe seleccionar la tapa que más se parezca a la que él ubico en la caja y continuar así hasta que todas las tapas estén en la caja. No hay tiempo límite para realizar el test
4. El examinador anota los resultados anotando la secuencia correcta de las tapas de colores en la hoja de resultados (Fig.11.6). Una falla se anota como 2 cruces en el diagrama. Las cruces requieren que las tapas sean ubicadas por lo menos a 4 números de su posición correcta. Una vez que se realiza el gráfico, el examinador debe determinar a qué defecto del color son paralelos los resultados del paciente

100 TONOS DE FARNSWORTH-MUNSELL

Este test consta de 85 tapas de colores, además de las 15 del test farnsworth D-15, que están separadas en cuatro cajas distintas. Tanto la primera como la última tapa de la secuencia están fijas en las cajas. Los 85 colores diferentes están tomados del círculo del sistema de colores de Munsell. Las muestras de color están separadas de manera uniforme alrededor del sistema de colores de Munsell. La diferencia entre los colores es pequeña. Ya que solo hay una variación leve en los colores, el test permite hallar discriminaciones finas del color. El test Farnsworth-Munsell 100 es un test más sensible para defectos congénitos, adquiridos leves y moderados que permite una detección y clasificación temprana de los mismos. Dado que es un examen largo, se utiliza en ocasiones muy específicas.