



MÓDULO 3: VISIÓN DEL COLOR DIAGNÓSTICO CON EL TEST FARNWORTH-MUNSELL 100 HUE

El presente curso se ha realizado dentro de la Convocatoria de ayudas a proyectos de innovación educativa para la promoción de la enseñanza semipresencial y online del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa de la Universidad de Alicante ([Programa PENSEM-ONLINE](#)), BOUA 10/11/2017



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA



PENSEM-ONLINE

Programa de ENseñanzas SEMipresenciales-On





1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Para la realización del test FM 100H la tarea del observador consiste en ordenar un conjunto de muestras coloreadas siguiendo un criterio de variación de tono. Se le pide al sujeto que coloque al lado de cada ficha la que más se le parece. Algunos de los colores pertenecen o están cerca de las rectas de confusión de los dicrómatas, con objeto de facilitar la clasificación de los sujetos.

El test está formado por fichas de color que, vistas bajo iluminante C o D65, corresponden a un círculo completo de tono en el atlas Munsell, de manera que todas ellas tienen aproximadamente la misma luminosidad y presentan el mismo nivel de croma (definido como la cantidad de color del estímulo comparado con un blanco iluminado igual).

Si representamos estos colores en el diagrama CIE1931xy (Figura 1) vemos que quedan situados sobre una elipse.

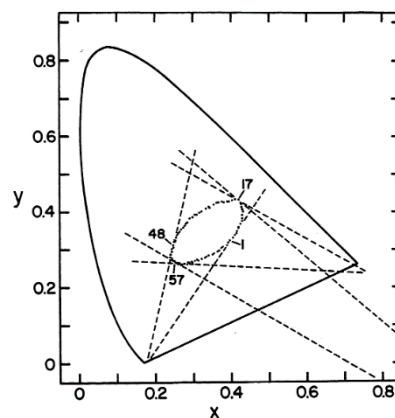


Figura 1: Test FM-100H y las rectas de confusión tangentes.

Si ahora rodeamos esta elipse por las correspondientes rectas de confusión de protanopes, deuteranopes y tritanopes (tangentes a la elipse), ocurre que cada tipo de dicrómata confundirá los colores próximos a los puntos de tangencia de dichas rectas con la elipse y tendrá dificultades para realizar la ordenación de fichas que se le pide. Si un paciente no es dicrómata pero ha



perdido discriminación cromática en alguna región del diagrama de color, ordenará incorrectamente las fichas coloreadas pertenecientes a esa región.

La zona de pérdida de discriminación nos dice el tipo de alteración que sufre el sujeto y el número de errores cometidos indica su grado o intensidad. Los ejes de máxima pérdida de discriminación están definidos por las fichas 17 y 64 para observadores protan, 15 y 58 para deutan y 5 y 45.5 para tritan.

Este test permite distinguir entre las dos clases de alteraciones rojo-verde gracias a que las rectas de confusión protan y deutan elegidas son suficientemente diferentes. Por otra parte, la capacidad de detectar y clasificar alteraciones tipo tritan es particularmente relevante, ya que la mayoría de las alteraciones adquiridas de la visión del color afectan a la discriminación azul-amarillo.

Las fichas se organizan en cuatro cajas de 21 o 22 piezas cada una, de las cuales la primera y la última son fijas y se utilizan únicamente como referencia para el sujeto. En la primera caja el tono de las fichas varía del rosa al amarillo, en la segunda del amarillo al azul verdoso, en la tercera del azul verdoso al azul y en la cuarta del azul al rosa, pasando por el púrpura.

1.1 CRITERIOS DE PUNTUACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUJETOS

Todas las fichas, excepto las fijas, están numeradas en la parte posterior. La secuencia de ordenación se utiliza para calcular los errores correspondientes a cada ficha, pero la asignación de ese error depende del criterio de puntuación elegido. Los errores se representan en un diagrama radial, de manera que la confusión entre colores define una acumulación de errores en una dirección determinada que indica el tipo de deficiencia. La amplitud de los picos muestra el grado de severidad, pero en principio no puede usarse para distinguir anómalos de defectivos. Los criterios clásicos de puntuación son los siguientes:

- Criterio de Farnsworth: para obtener el error de una ficha calculamos la suma de las distancias entre esa ficha y la que le precede y le sigue en la ordenación hecha por el paciente, y asignamos este error a la ficha, esté donde esté dentro de la ordenación.



Por ejemplo: supongamos la ordenación: 1-2-5-4-3:

- error de la ficha 2= $(2-1)+(5-2)=4$;

- error de la ficha 5= $(5-2)+(5-4)=4$;

- error de la ficha 4= $(5-4)+(4-3)=2$

- Criterio de Kinnear: sugiere que lo importante no es la puntuación individual de las piezas, sino la región en la que el sujeto empieza a perder discriminación del color. Por tanto, el error se calcula como en Farnsworth, pero se atribuye no a la ficha, sino a la posición que ocupa la ficha, (en el ejemplo anterior 1-2-5-4-3: el error de la ficha 2 se pondría en el radio 2, el de la ficha 5 en el radio 3, el de la ficha 4 en el radio 4 y el de la ficha 3 en el radio 5).

- Criterio de Dain & Birch: el error se promedia con las diez fichas anteriores y las diez posteriores. Este método está pensado para determinar si existe algún eje de pérdida de discriminación significativamente mayor en un sujeto que presenta pobre discriminación en todo el círculo de color.

- El análisis de Vingrys realiza un diagnóstico diferente, calcula la orientación de la nube de los vectores diferencia de color entre piezas. Es decir, calcula un ángulo que permite distinguir el tipo de anomalía, además de dos índices que nos indican si la pérdida de discriminación cromática es significativa:

- Ángulo: identifica el tipo de anomalía (+8.8° protán, - 7.4° deután y >-70° tritán).

- Índice S: calcula el grado de azar de los resultados, es decir la selectividad del patrón de la ordenación.

- Índice C: calcula la severidad de la pérdida de discriminación cromática (>1,78 anómalo).

Para llevar a cabo el diagnóstico del sujeto se debe comparar su puntuación con un patrón de normalidad. Este patrón debería estar organizado según la edad, ya que la discriminación cromática varía con la edad del sujeto. No todos los criterios de puntuación tienen este patrón de normalidad para poder



comparar. En la bibliografía al final de este guion se puede consultar los patrones de referencia que se han utilizado en esta práctica.

2 OBJETIVO

En esta práctica vamos a realizar el diagnóstico de pacientes de los que conocemos la ordenación realizada experimentalmente con el test FM 100H, aplicando diferentes criterios de puntuación.

3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para llevar a cabo el diagnóstico vamos a **seleccionar la aplicación 'fm100h'**. Esta aplicación permite elegir diferentes criterios de métodos de diagnóstico, una vez introducida la ordenación realizada por el sujeto mediante el test físico.

En la barra de herramientas presenta las opciones Datos y Puntuación.

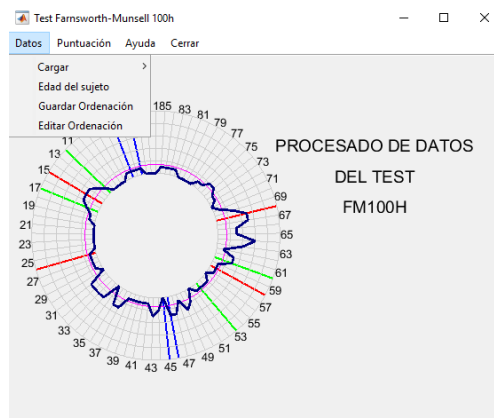


Figura 2: Pantalla principal con la barra de herramientas desplegada para la opción de Datos.

En Datos se puede cargar la ordenación de un paciente, de forma manual introduciéndola en el momento (figura 3), o cargando un fichero .mat que ya esté almacenado. A continuación se debe introducir la edad del paciente, que será necesaria para comparar con las bases de datos. Desde aquí se puede guardar también la ordenación del paciente en un fichero.mat.



Figura 3: Hoja de resultados para anotar la ordenación del paciente de forma manual.

En Puntuación están disponibles las diferentes opciones de puntuación del test.

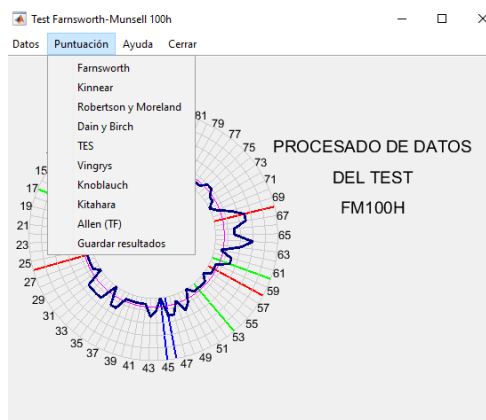


Figura 4: Pantalla principal con la barra de herramientas desplegada para la opción de Puntuación.

Para obtener el TES y los errores parciales PTESRG y PTESBY selecciona la opción TES del desplegable:

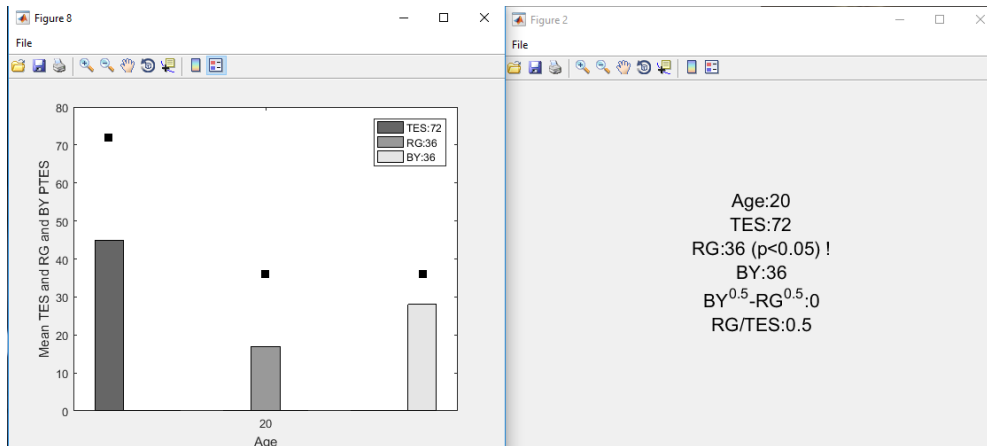


Figura 5: Puntuación para el error total y los errores parciales.

La gráfica de barras presenta el error medio de la población normal para el grupo de edad del paciente y sus propios resultados. Los valores numéricos del paciente aparecen en la leyenda. La segunda pantalla presenta de nuevo los valores numéricos, señalando aquellos que presentan diferencias estadísticamente significativas respecto a la población normal. En esta pantalla aparecen otros parámetros además de los tres nombrados, puedes consultarlos en la bibliografía.

En las opciones de puntuación de Farnsworth y Kinnear obtenemos dos gráficas, una radial y otra lineal. En ambas gráficas aparecen marcadas con líneas de colores las zonas de confusión de los tres tipos de anomalías, lo que permite identificar al paciente según dónde se acumulen sus errores.

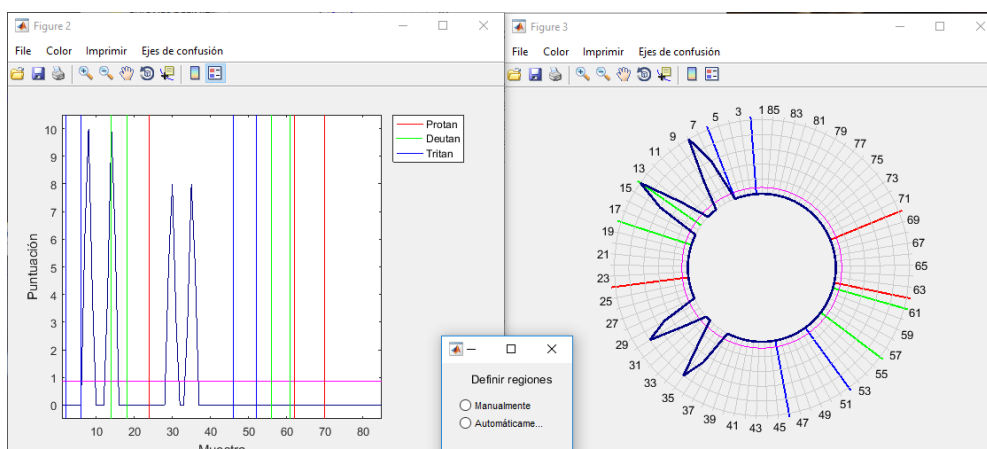


Figura 6: Con el criterio de Farnsworth como ejemplo, gráfica lineal y radial de errores.



Algunas veces la clasificación no será evidente, por lo que al mismo tiempo que aparecen las gráficas se abre una ventana para definir las regiones de acumulación de errores de forma automática o manual. Este procedimiento de definir regiones nos proporciona el centro de gravedad de las zonas de picos (líneas amarillas), lo que ayuda a clasificar al paciente.

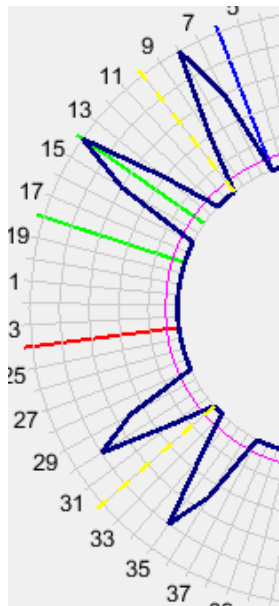


Figura 7: Centros de gravedad (líneas amarillas) una vez seleccionas las regiones.

En la opción de puntuación de Dain y Birch nos preguntará en primer lugar si aplica Farnsworth o Kinneair para el cálculo y a continuación dibujará también dos gráficas, una lineal y una radial:

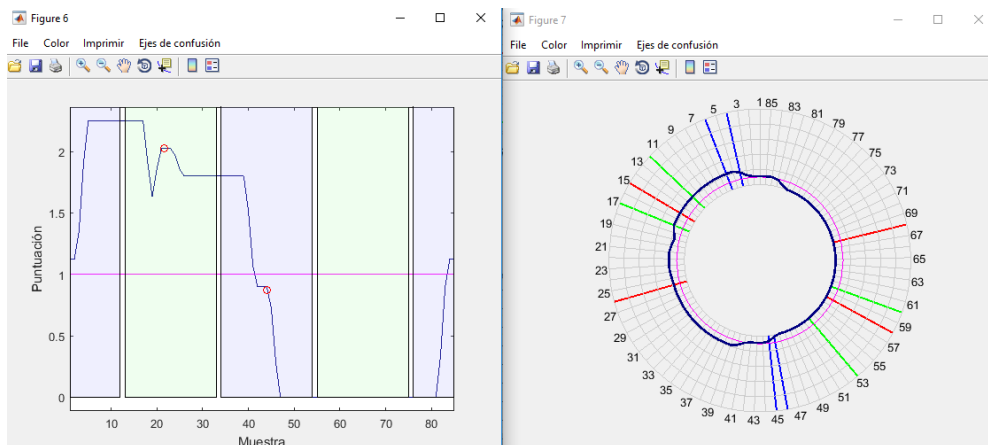


Figura 8: Con el criterio de Dain y Birch, gráfica lineal y radial de errores.



En este caso la gráfica lineal lleva marcadas las regiones de confusión rojo-verde (verde) y azul-amarillo (violeta).

En la opción de puntuación de Vingrys nos presenta la gráfica con la nube de vectores diferencia y el cálculo de los parámetros.

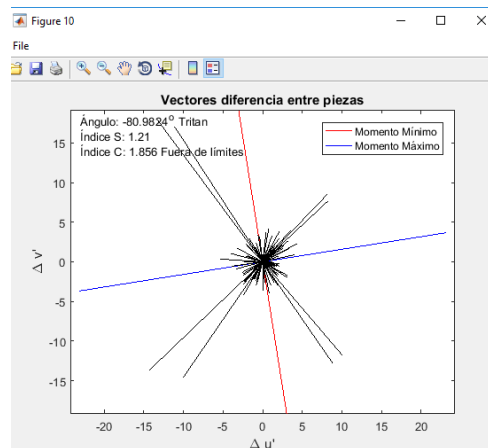


Figura 9: Gráfica con el criterio de Vingrys.

Al igual que en el caso de los errores total y parciales, aparece señalado cuando el parámetro C presenta diferencias estadísticamente significativas respecto a la población normal.

4 RESULTADOS

En esta parte de la práctica se trabajará con casos reales de observadores que han realizado la prueba física (observadores 1 a 5). Realiza el diagnóstico de cada uno de ellos razonando las conclusiones.

Obs. 1

85	1	2	3	4	5	6	8	7	10	9	11	12	13	16	14	19	15	17	18	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	41	43
46	44	45	48	47	49	50	51	52	54	53	56	55	58	63	57	59	60	61	62	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	76	77	75	78	79	80	81	82	83	84	Edad=25		

**Obs. 2**

85	1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	12	11	13	14	16	15	18	17	20	19	21
23	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
46	45	44	47	48	50	49	51	53	52	55	54	58	56	60	57	59	63	61	62	64	65
67	66	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	Edad=19		

Obs. 3

85	3	6	1	2	8	5	9	7	4	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	44
47	43	49	45	51	46	48	50	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	Edad=20		

Obs. 4

85	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	13	15	18	16	12	20	17	19	21
22	27	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	60	59	63	62	61	64	66
65	68	69	70	67	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	Edad=23		

Obs. 5

85	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	49	48	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	66
67	65	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	Edad=42		

5 REFERENCIAS

García-Domene MC, Díez Ajenjo A, de Fez Saiz D, Luque Cobija MJ (2016) Base de datos normativa para las puntuaciones parciales rojo-verde y azul-amarillo del test Farnsworth-Munsell 100Hue. XI Congreso Nacional de Color, Universidad de Vigo, Spain, 19-22 July 2016.

Vingrys AJ, King-Smith PE (1988) A quantitative scoring technique for panel tests of color vision. Invest Ophthalmol Vis Sci 29:50-63.

Kinney PR, Sahraie A (2002) New Farnsworth-Munsell 100 hue test norms of normal observers for each year of age 5-22 and for age decades 30-70. Br J Ophthalmol 86:1408-1411.

Dain SJ, Birch J (1987) An averaging method for the interpretation of the farnsworth-munsell 100-hue test—I. Congenital colour vision defects. Ophthalmic Physiol Opt 7:267-280.



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

ACTIVIDAD 1

Si dispones de un test FM 100H puedes realizar tu propia ordenación. Es necesario que la iluminación de las piezas sea la adecuada (C o D65, en cabina de iluminación) y que la prueba se realice de forma monocular.

Para llevar a cabo la ordenación de las muestras del test FM 100H las muestras deben estar situadas sobre una superficie acromática y no muy luminosa, por lo que se suele utilizar el fondo de la cabina de iluminación o la parte interna de la caja que contiene al propio test, procurando que las muestras estén uniformemente iluminadas y que no haya sombra sobre ellas. Se sacan las fichas de una de las cuatro cajas de ordenación (excepto las dos fijas de los extremos) y se desordenan sobre la superficie acromática, con cuidado de no volverlas y de no tocar la parte coloreada. Se ordenan las fichas desde la primera fija hasta la última fija, de forma que cada ficha nueva que se coloque sea la más parecida a la anterior. Esta ordenación puede hacerse directamente dentro de la caja o trasladar las fichas a ella una vez ordenadas. Se anota la secuencia obtenida (para agilizar la toma de datos, se suele anotar sólo aquellas fichas que no están en su lugar correspondiente). El tiempo máximo para realizar cada caja es de dos minutos.

ACTIVIDAD 2

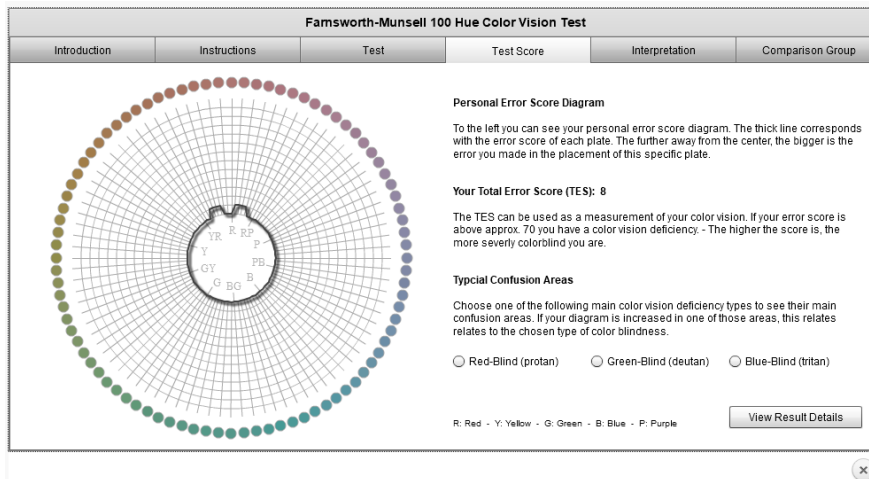
Si no dispones de un test FM 100H otra opción con ciertas limitaciones es utilizar algunas de las opciones recogidas por páginas web. Aunque el diseño colorimétrico sea adecuado, la pantalla de tu ordenador no está caracterizada colorimétricamente y no podemos asegurar la correcta reproducción de los colores diseñados. No es la opción más fiable, pero al menos te permitirá hacerte una idea del funcionamiento del test.

Recomendamos las siguientes páginas: [Opción 1](#) y [Opción 2](#).

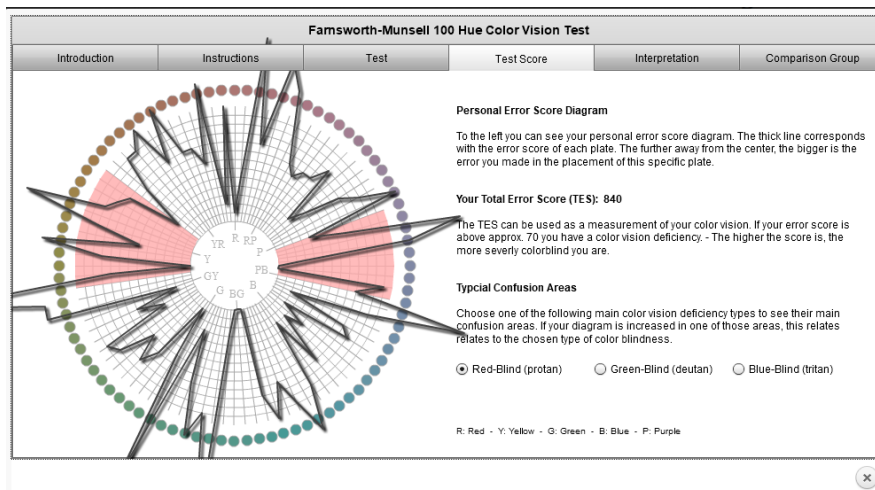


En ambas opciones podrás realizar la ordenación en la pantalla del ordenador, moviendo las fichas con el ratón. Una vez completadas las 4 cajas, puedes acceder al diagrama de errores, aunque no hay forma de acceder a la secuencia numerada para poder utilizarla en nuestra aplicación.

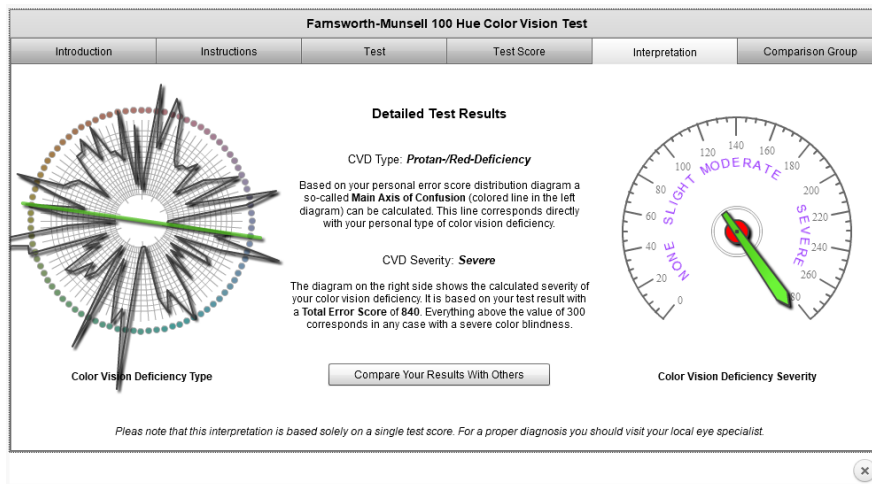
La Opción 1 proporciona, una vez realizada la ordenación, el diagrama radial de errores, con el cálculo del TES:



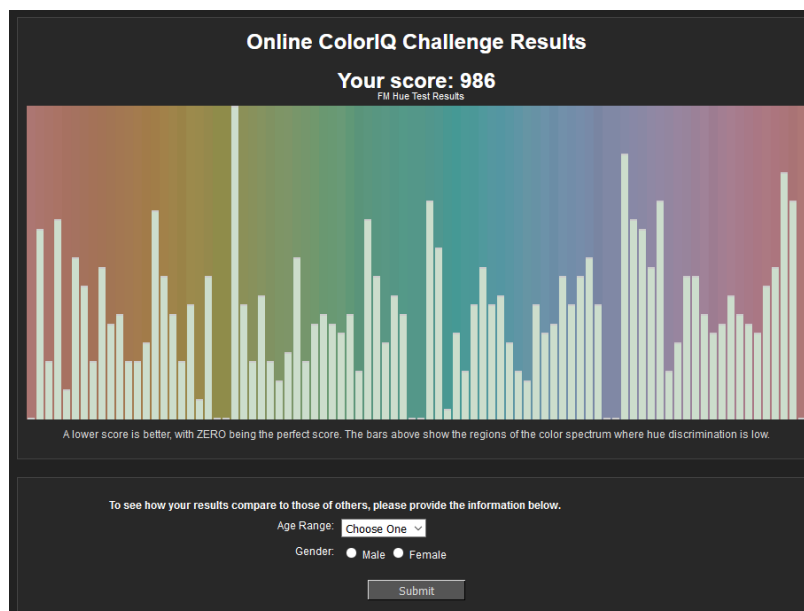
En la pantalla Test Score se puede seleccionar que represente las tres áreas de máximo error para sujetos protán, deután y tritán, lo que facilita el diagnóstico:



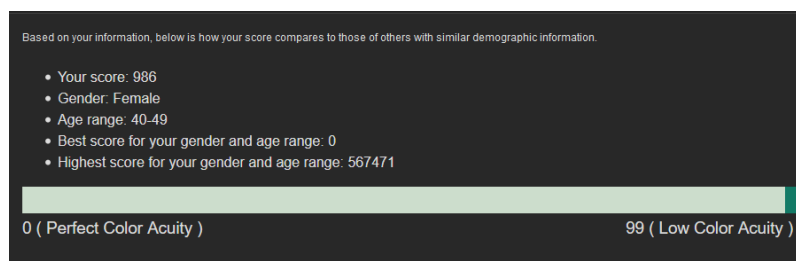
Además, en la pantalla Interpretation tenemos resultados más detallados, con un diagnóstico basado en lo que parece ser el centro de gravedad de los picos del diagrama, así como su altura (Type y Severity).



La Opción 2 proporciona un diagrama lineal de errores de cada ficha similar al diagrama radial:



Proporciona una comparativa con una base de datos por edades, para establecer un diagnóstico que denomina Color Acuity:





Como ejercicio, se propone realizar la ordenación de las muestras con ambas páginas web, comparando los resultados obtenidos a ojo desnudo y con filtros coloreados que produzcan algún tipo de alteración de la visión del color. Como filtro se pueden usar gafas de sol, papel celofán, plásticos semitransparentes...., cualquier material con la suficiente transparencia.