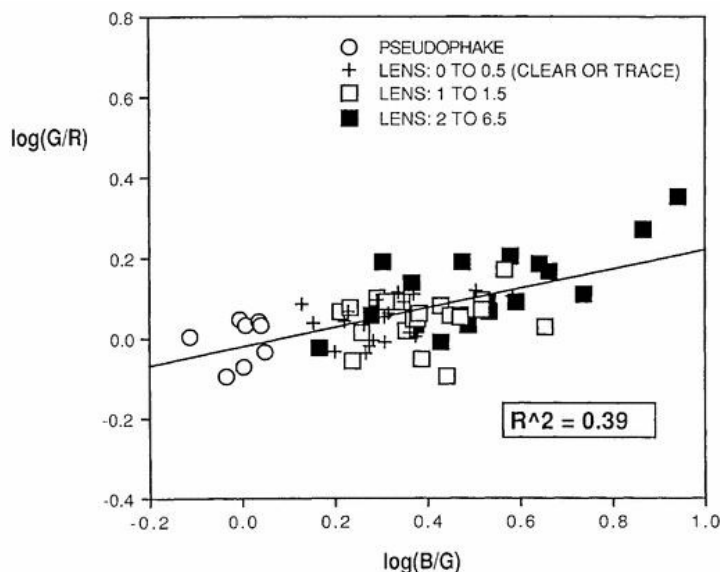


EXERCICIS PROPOSATS TEMA 7

1. a) Descriu breument en què consisteix un anomaloscopi.
 b) Analitzem dos subjectes, un normal i un altre amb visió roig-verd variant (segons la terminologia de Lakowski) emprant dos anomaloscopis diferents. Tots dos anomaloscopis contenen una equació per a defectes roig-verd, però el primer està construït amb LEDS i el segon està generat amb un monitor CRT. Amb cada un dels anomaloscopis, fem un experiment consistent en demanar primer a l'observador normal que iguale l'estímul de referència amb els dos primaris, i després mostrem la igualació a l'observador amb visió variant, preguntant-li si veu igualats els dos hemicamps. Quina serà la resposta amb cada un dels anomaloscopis? Per què? Segons això, com podem classificar els subjectes amb diferents defectes de visió del color amb l'anomaloscopi generat amb el monitor CRT? És a dir, podem conservar les classificacions de Lakowski?

2. Amb una població de subjectes d'edats compreses entre els 59 i 95 anys, tots catalogats com tricromàtics normals, hem fet mesures amb un anomaloscopi, determinant la relació de primaris R/G per l'equació de Rayleigh, i la relació B/G per l'equació de Moreland, i es troben els resultats de la figura.

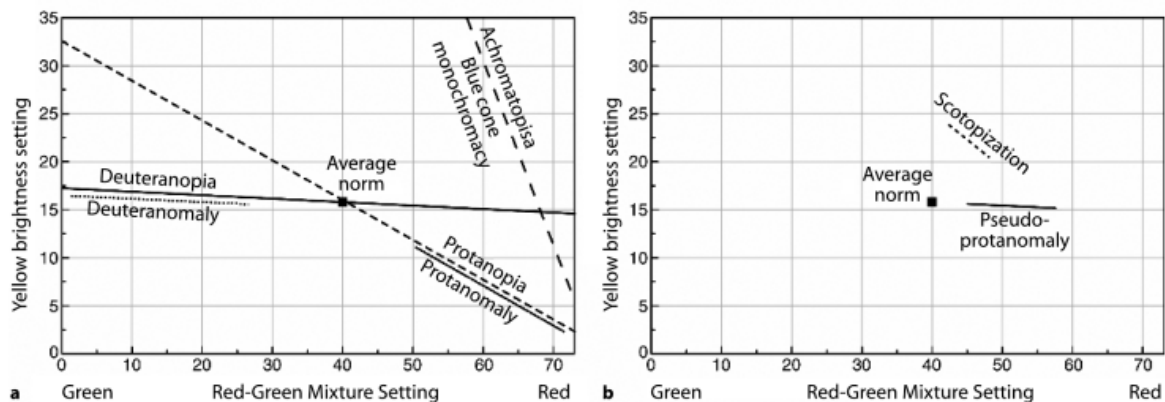


3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

(En *Colour Vision Deficiencies X, Documenta Ophthalmologica Proceedings Series Volume 54, 1991, pp 347-352, Moreland JD, Torczynski E, Tripathi R, Rayleigh and Moreland matches in the ageing eye*)

Cada un dels subjectes ha sigut catalogat segons el tipus de cataracta que pateix en tres grups, emprant una estimació subjectiva amb una làmpada d'esquerda. Quina de les dues equacions és més sensible a l'aparició d'una cataracta?

3. La següent figura il·lustra els comportaments típics amb un anomaloscopi emprant l'equació de Rayleigh, tant per a anomalies congènites (esquerra) com per a anomalies adquirides (dreta).



Si el rang d'igualació d'un subjecte no comprèn tot el rang disponible per a l'aparell, s'usa el quocient anòmal (AQ) per a poder caracteritzar al subjecte. Aquest quocient es defineix de la següent manera:

$$AQ = \frac{\left(\frac{\text{Quantitat de primari verd en el punt mitjà}}{\text{Quantitat de primari roig en el punt mitjà}} \right)_{\text{Subjecte}}}{\left(\frac{\text{Quantitat de primari verd en el punt mitjà}}{\text{Quantitat de primari roig en el punt mitjà}} \right)_{\text{Normals}}}$$

Si M és el valor màxim de l'escala R/G del dispositiu i P és el punt d'aquesta escala en què hi ha el centre de l'interval d'un observador, tindrem

$$AQ = \frac{\left(\frac{M - P}{P} \right)_{\text{Subjecte}}}{\left(\frac{M - P}{P} \right)_{\text{Normal}}}$$

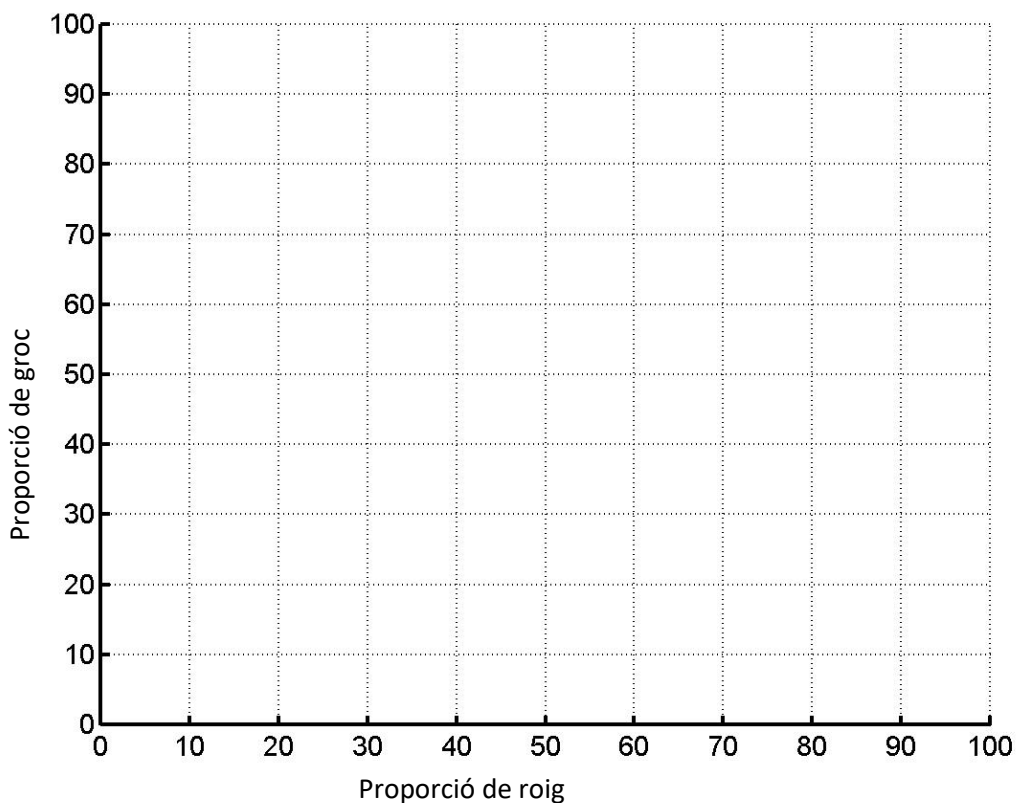
a) Calcula quin valor del quocient anòmal correspon a un $P = P_{\text{normal}}$ i a valors de P corresponents als extrems de l'escala del dispositiu (tingues en compte

que aquests dos últims valors no serien possibles mai per al centre de l'interval d'igualació d'un subjecte, però serviran per a l'apartat següent).

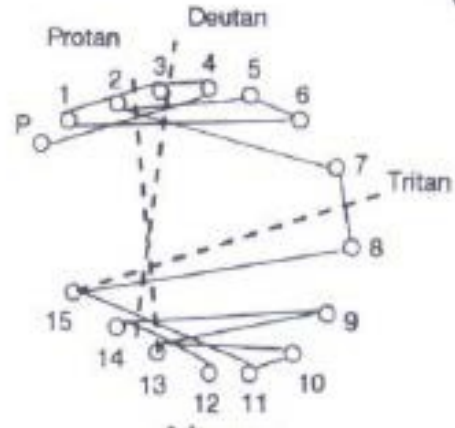
b) Quins valors pren AQ quan l'interval d'igualació es mou cap a l'extrem verd de l'escala? I quan es mou cap a l'extrem roig de l'escala?

c) Per als observadors normals, AQ pren valors entre 0.7 i 1.4. Tenint en compte això, classifica als observadors segons els resultats obtinguts amb l'anomaloscopi que es mostren en la figura inicial.

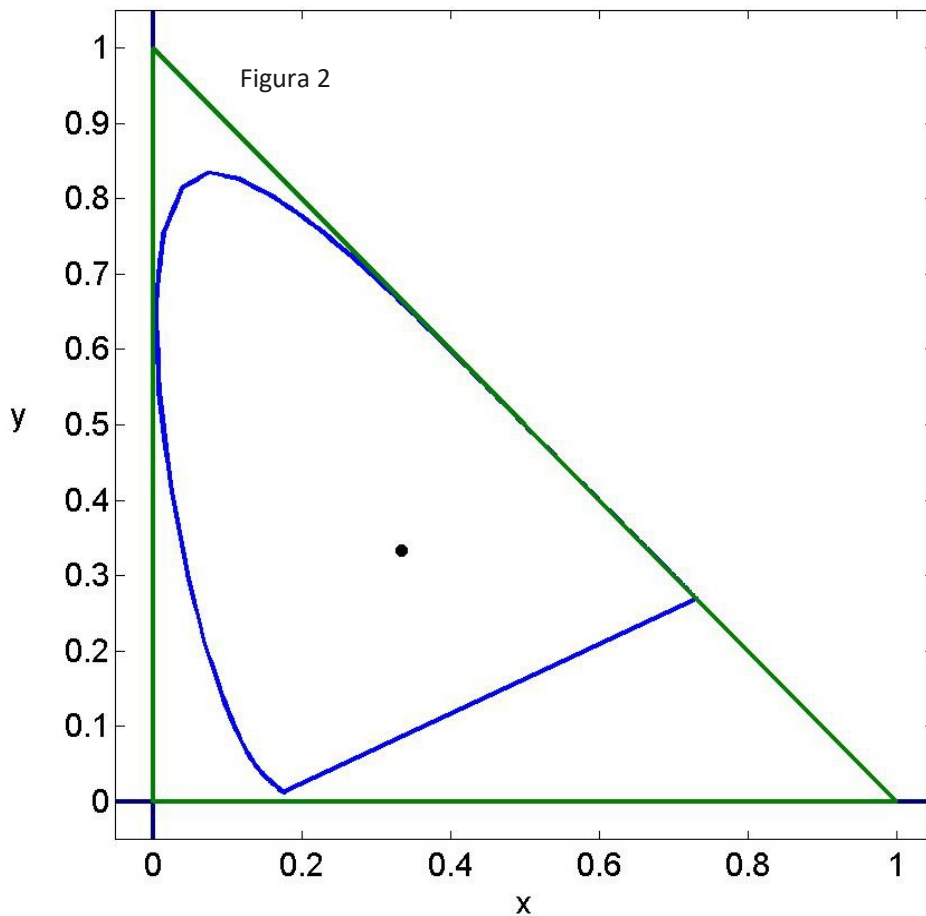
4. Construïm un anomaloscopi amb l'equació de Rayleigh per a detectar i classificar pacients amb defectes roig-verd. A l'hora de calibrar-lo, ajustem les radiàncies màximes dels leds roig i verd del dispositiu perquè siguin d'igual lluminositat per a un pacient protanop. Representa en la figura següent els resultats que obtindries amb aquest dispositiu per a protanops i deuteranops. Justifica la resposta.



5. Què es pot dir del sistema visual d'un pacient amb diabetis mellitus, al qual li hem fet el test t D15 dessaturat, amb el resultat de la figura? Hauríem pogut detectar aquesta alteració amb el test Ishihara? Amb l'ajuda d'una gràfica, indica què caldria esperar si a aquest pacient li mesurarem la corba de llindar incremental enfront de la longitud d'ona, damunt d'un fons blanc.



6. Quina diferència hi ha entre les diferents versions del test D15 (estàndard, Lanthony i Adams)? Ajudat del diagrama cromàtic adjunt. Quins avantatges i desavantatges tindria l'ús de cada una de les versions del test?



7. Per als que teniu bona base en colorimetria i visió de color: Construïm un test d'ordenació, emprant 15 mostres definides en l'espai CIELab, que compleixen les següents condicions:

- estan distribuïdes uniformement en to,
- tenen cromàcia constant i igual a 20 i
- tenen claredat constant i igual a 100, quan s'usa com a referència un blanc equienergètic de 100 cd/m².

Utilitzant el model de Boynton, fes una predicció de quina seria la seqüència d'ordenació de pacients protanops, deuteranops, tritanops i monocromàtics de cons.

Assumint que aquesta predicció és realista, seria el test fet així una bona ferramenta de detecció i classificació d'anomalies cromàtiques? Quina resposta donaria un pacient amb els cons normals, però sense canal roig-verd? I si només li faltara el canal blau-groc? S'assemblen aquestes respostes a les dels dicròmats?

8. Un home de trenta-nou anys, sense problemes refractius, medis oculars transparents i una bona agudes visual, fa la següent ordenació del test Farnsworth-Munsell de 100tons:

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

- Representa el resultat del test en les gràfiques adjuntes —linear i polar—, emprant tant el criteri de Farnsworth (on l'error s'assigna a la peça) com el de Kinnear (on l'error s'assigna a la posició).
- Quina és la puntuació total del pacient? Pots calcular centres de gravetat de les regions de major error? Quin tipus de defecte té el pacient?
- Calcula la puntuació parcial en la direcció roig-verd i en la direcció blau-groc. És consistent aquest resultat amb l'anàlisi que has fet en l'apartat anterior?

9. Un pacient de sexe femení, amb retinopatia diabètica, però encara amb una relativa bona agudesa visual, fa la següent ordenació en el test Farnsworth-Munsell de 100 tons:

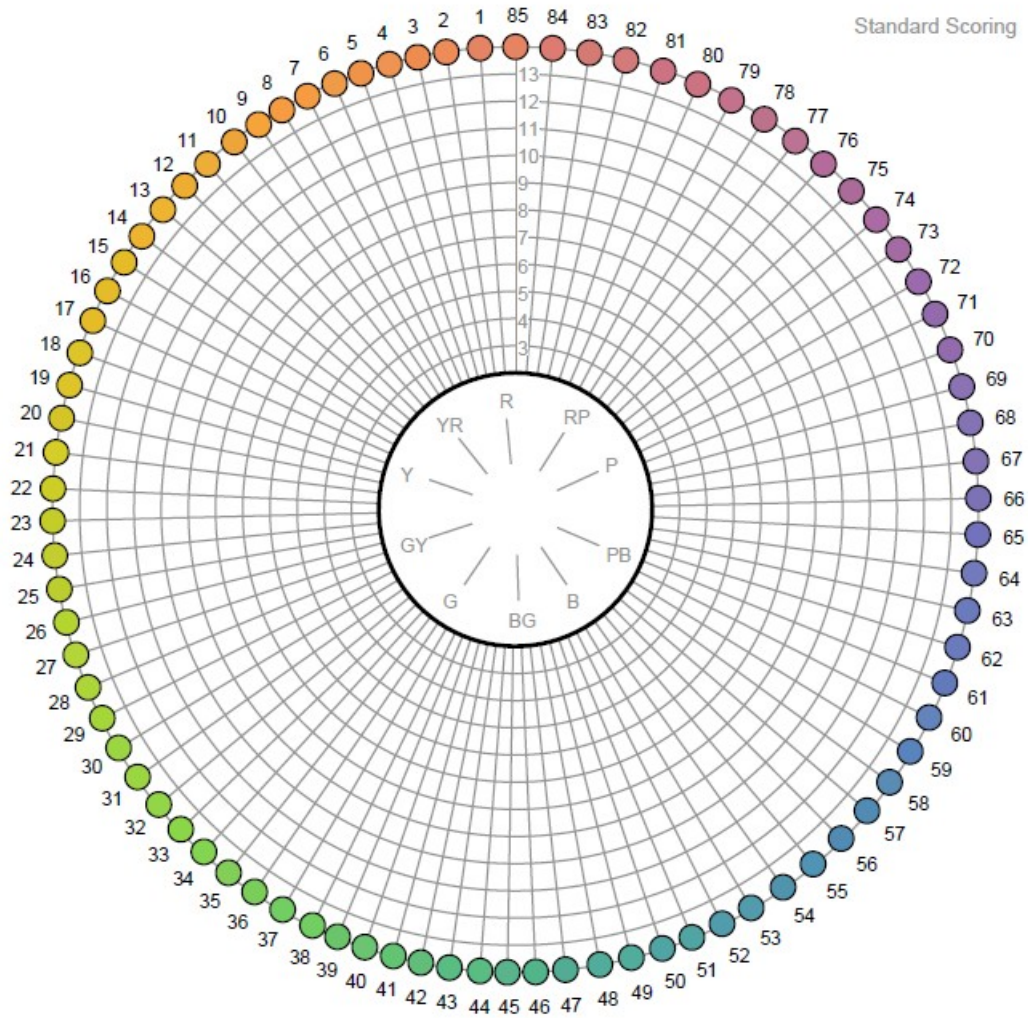
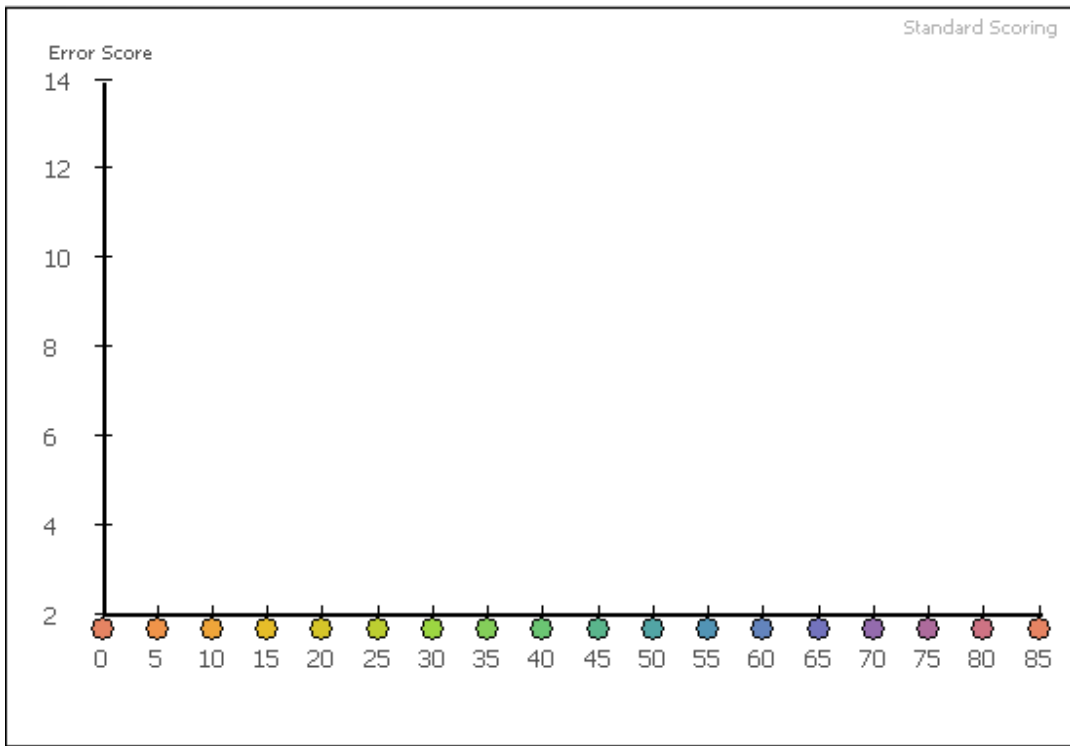
85, 1, 4, 3, 2, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 19, 14, 16, 17, 18, 20, 15, 21
22, 23, 24, 28, 26, 25, 27, 33, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 35, 38, 37, 39, 40, 41, 42
43, 44, 46, 45, 47, 50, 48, 49, 51, 52, 56, 53, 54, 57, 58, 60, 55, 61, 62, 59, 63
67, 64, 65, 66, 68, 75, 72, 69, 71, 73, 70, 74, 76, 77, 79,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

L'edat del pacient en el moment de fer la prova és de quaranta-cinc anys, no té errors refractius i els medis oculars són transparents.

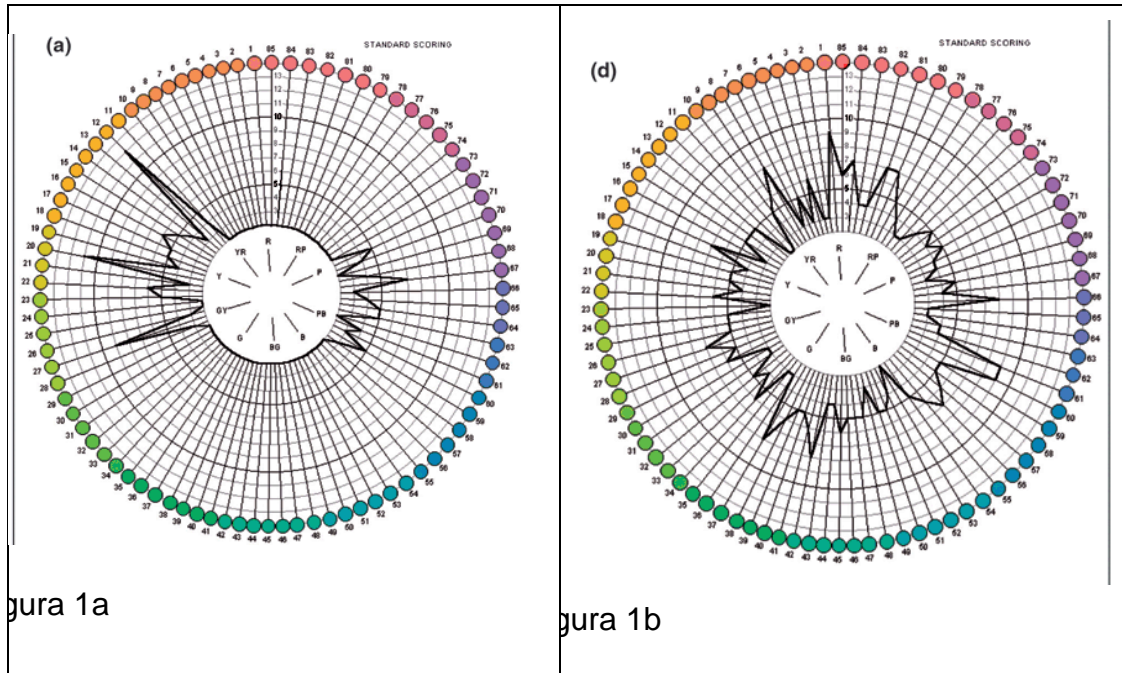
- Representa el resultat del test en les gràfiques adjuntes —linear i polars—, emprant tant el criteri de Farnsworth (on l'error s'assigna a la peça) com el de Kinneer (on l'error s'assigna a la posició).
- Quina és la puntuació total del pacient? Pots calcular els centres de gravetat de les regions de major error? Coincideixen les seues posicions amb les dels dicròmats? On són els eixos de major pèrdua de discriminació de color? Quin tipus de defecte té el pacient? Què pot dir-se de l'estat del sistema visual del pacient, a partir d'aquests resultats?
- Aplica el mètode de suavitzat de Dain i Birch per a intentar determinar si hi ha una direcció preferent de pèrdua de discriminació.
- Calcula la puntuació parcial en la direcció roig-verd i en la direcció blau-groc. És consistent aquest resultat amb l'anàlisi que has fet en l'apartat anterior?

Per a resoldre aquests exercicis pots ajudar-te de les publicacions següents:

- P R Kinneer, A Sahraie, 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* 2002 86: 1408-1411
- M. D. de Fez, M.J. Luque, M. A. Diez, Directrices para la administración y puntuación del test Farnsworth-Munsell de 100 tonos, *Ver y Oír*, 157, 413-420, 2001 (en línia: www.ua.es/area/vision_color/docs/revistes/fm100.pdf)
- J. Birch, Diagnosis of defective color vision, Capítulo 9, Acquired colour vision defects, pp 109 y siguientes. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001. (Accessible mitjançant Google Books, <http://books.google.es/books?id=iqt99jwO2ywC&lpg=PP1&dq=%22diagnosi%20of%20defective%20colour%20vision%22&pg=PA113#v=onepage&q&f=false>)



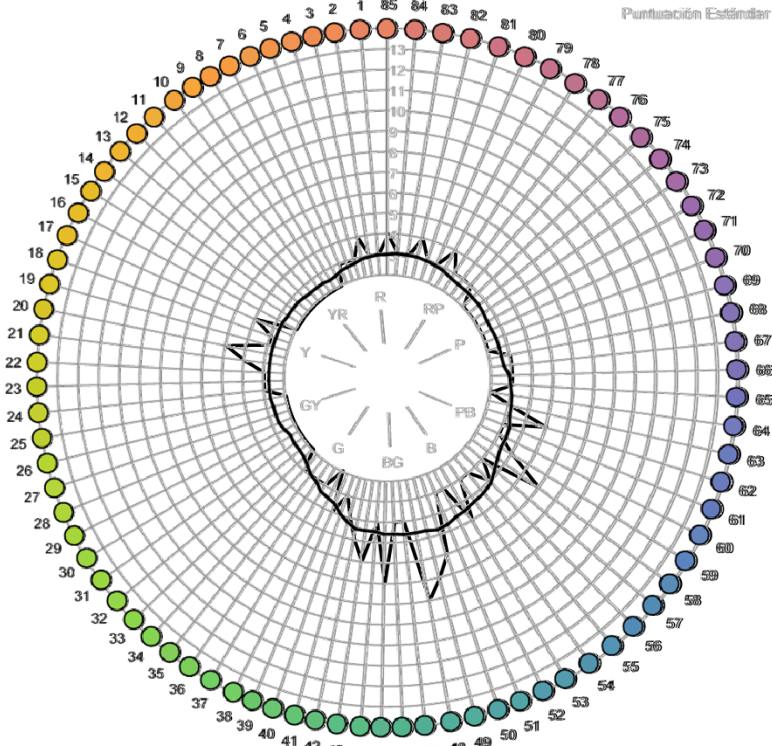
- 10.a) Descriu breument en què consisteix el test Farnsworth-Munsell de 100H.
- b) Descriu els passos que cal seguir per a fer un diagnòstic del tipus del defecte cromàtic que pateix el pacient de la Figura 1a.
- c) Podries aplicar el mateix procediment d'anàlisi per al pacient de la figura 1b? Justifica la teua resposta i, en cas que consideres que no és possible, indica quin seria el procés alternatiu.



- d) Explica quins passos faries per a analitzar el resultat del test FM100h del pacient de vint anys de la figura 1b.
- e) En què hauria canviat la teua anàlisi, si l'edat del pacient haguera sigut de cinquanta-sis anys?

11. Què pots dir del sistema visual del pacient de la figura següent?

 **Resultats de l'examen de colors Farnsworth-Munsell 100H**



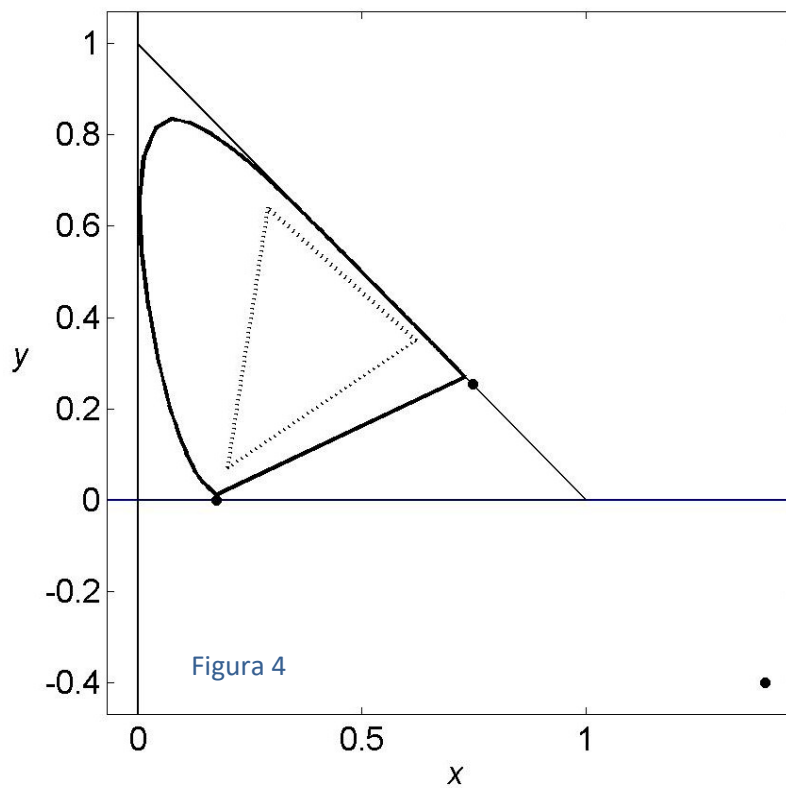
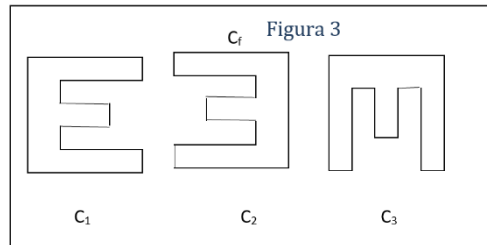
<p>Puntuación Total de Error (TES): = 100 Clasificación: = Discriminación Mediana</p> <p>Tema: Emilia G-3 Turienzo-Urzay Referencia: 133232 Fecha Nacimiento: 25/2/1932 Fecha del Examen: 17/11/2007 Duración del Examen: 8 (mins) Sexo: sin especificar Localización Geográfica: sin especificar Tipo de Industria: sin especificar Función Principal del Cargo: sin especificar Años de Experiencia: sin especificar Tipo de Iluminación: sin especificar</p>	<p>Orden Piezas: 85, 2, 1, 3, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 18, 19, 21, 23, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 35, 37, 38, 39, 42, 40, 41, 44, 43, 48, 45, 49, 46, 47, 50, 53, 51, 52, 54, 55, 57, 56, 59, 60, 58, 62, 61, 63, 64, 65, 67, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 77, 79, 81, 80, 82, 84, 83</p> <p>Comentarios: = H-1</p>
--	--

Examen producido por:
 Laboratorio Munsell de Servicios de Color
 X-Rite Inc
 Kentwood MI

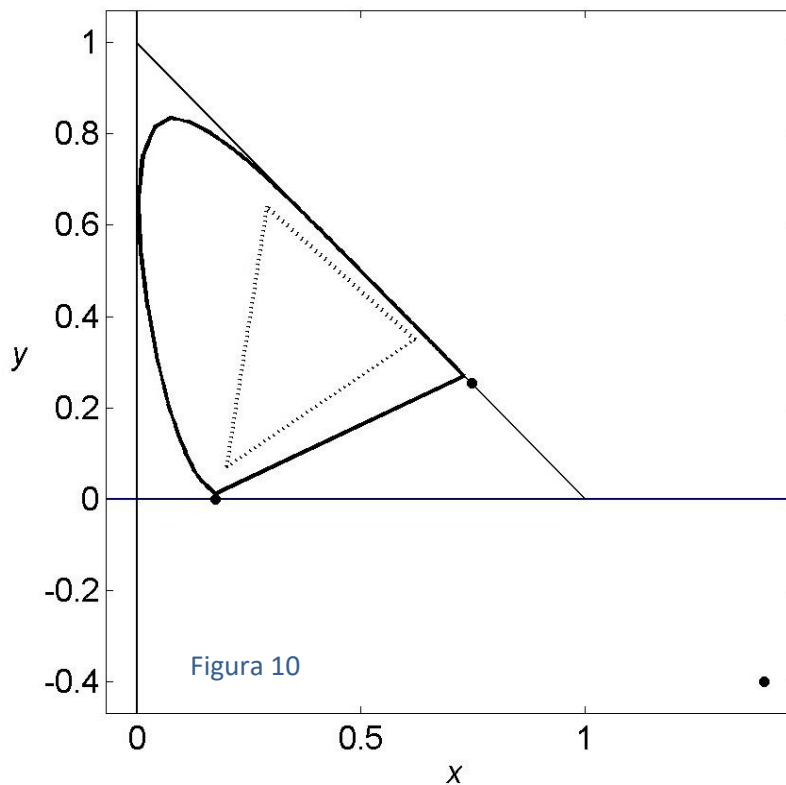
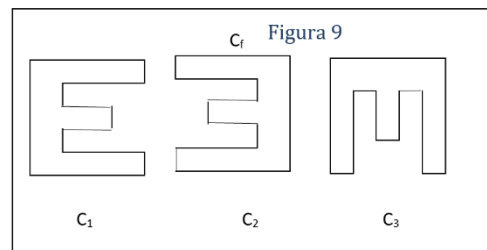
12. a) Amb l'ajuda del diagrama cromàtic adjunt (Figura 4), tria unes cromaticitats per al fons C_f i els tres objectes, C_1 , C_2 i C_3 de la làmina de la Figura 3, de manera que aquesta et permeta avaluar la gravetat d'un defecte tipus tritan.

b) Com respondrien a aquest test un pacient normal, un que fos deutan i un altre que fora protan?

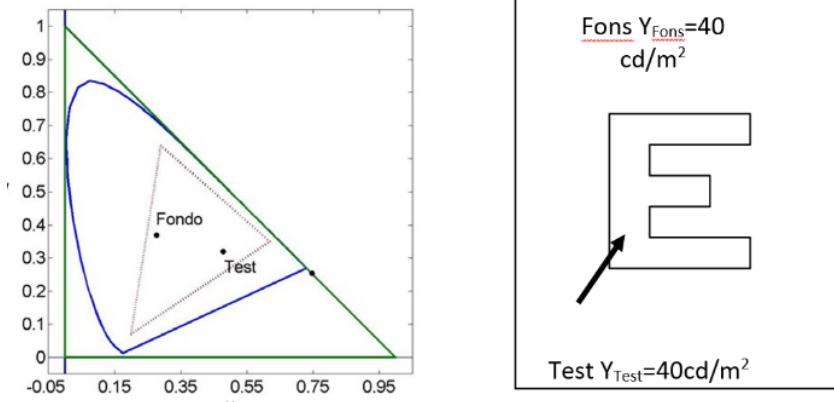
c) Com classificaries a un pacient tritan en funció de la seua resposta al test? Raona la resposta.



- 13.a) Amb l'ajuda del diagrama cromàtic adjunt (Figura 10), tria unes cromaticitats per al fons C_f i els tres objectes, C_1 , C_2 i C_3 de la làmina de la Figura 9, de manera que et permeta avaluar la gravetat d'un defecte tipus deutan.
- b) Com respondrien a aquest test un pacient normal, un pacient que fos protan i un altre pacient que fos tritan?
- c) Com classificaries a un pacient deutan en funció de la seua resposta al test? Raona la resposta.

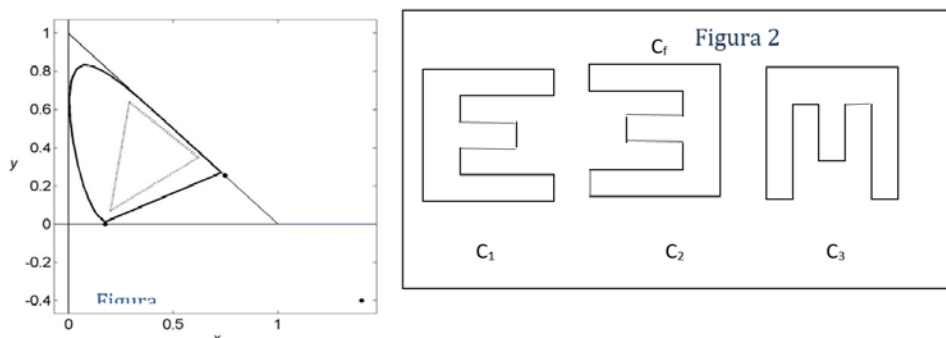


14. Un investigador construeix un test per a detectar la presència de defectes tipus protan, amb les cromaticitats i les luminàncies que s'indiquen en la figura. En el procés de validació del test, es veu que tots els pacients de tipus protan aconsegueixen ser catalogats com a normals. On és el problema del disseny? Què pot fer-se per a resoldre el problema?



15. El diagrama cromàtic adjunt mostra la gamma de colors que es pot obtenir amb les tintes d'una certa impremta.

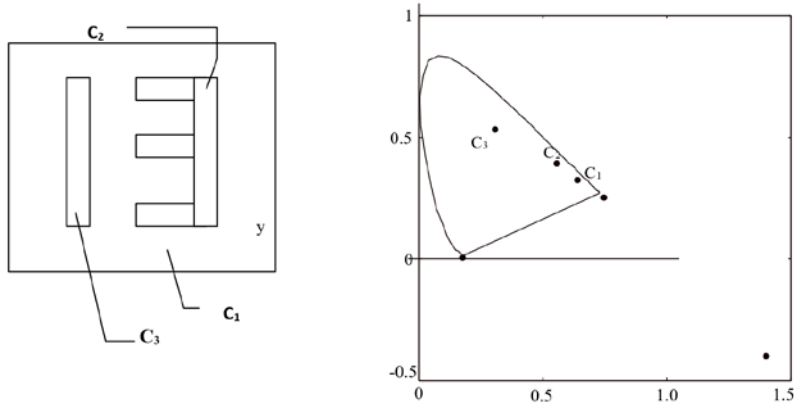
- Tria, raonadament, unes cromaticitats per al fons C_f i els tres objectes, C_1 , C_2 i C_3 de la làmina de la Figura 2, reproduïbles per aquesta impremta, de manera que es pugui avaluar la gravetat d'un defecte tipus deutan.
- Com respondrien a aquest test un pacient normal, un altre que fos deutan i un altre de tipus protan?
- Com classificaries a un pacient deutan en funció de la seua resposta al test?
- És possible distingir un deuteranop d'un deuteranòmal extrem amb aquest dispositiu?



16. Certa làmina d'un test pseudoisocromàtic té l'estructura que es mostra en la figura 3, sent C_1 , C_2 i C_3 els colors representats en el diagrama cromàtic adjunt. En passar el test a un grup de pacients dicròmats, prèviament ben caracteritzats amb un anomaloscopi, comprovem que els normals veuen el 13, els deuteranops l'1 i els protanops no són capaços de veure res.

a) Era d'esperar aquest resultat?

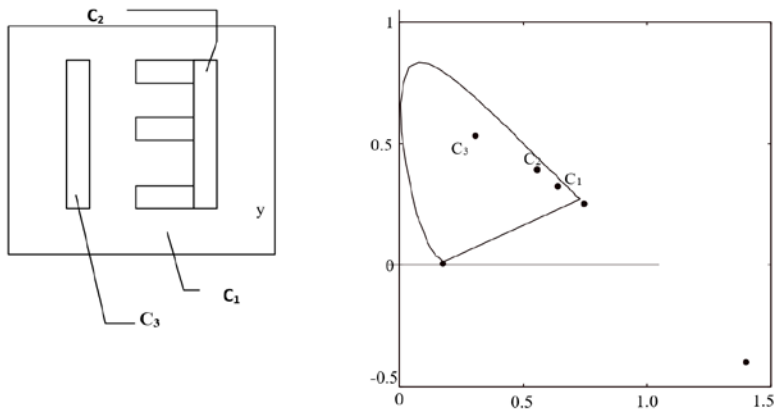
b) On és el defecte de disseny d'aquesta làmina? Justifica la resposta.



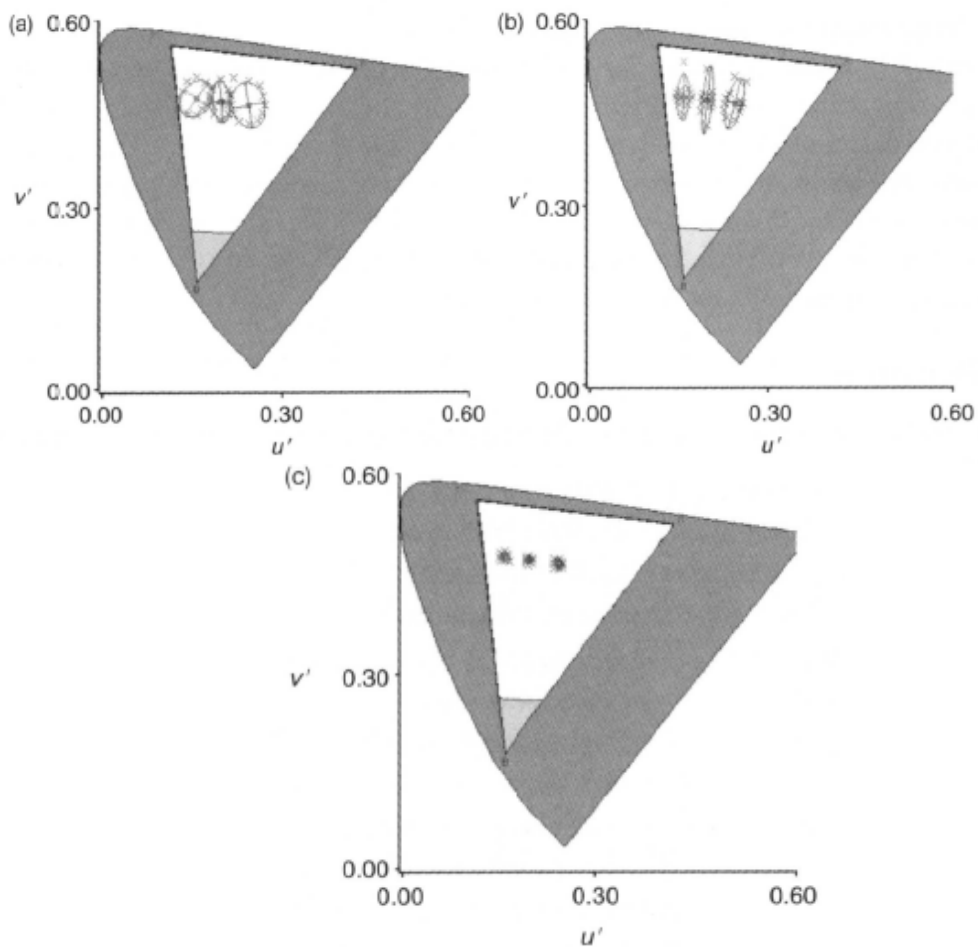
17. Una certa làmina d'un test pseudoisocromàtic té l'estructura que es mostra en la figura següent, sent C_1 , C_2 i C_3 els colors representats en el diagrama cromàtic adjunt.

a) Per a què val aquesta làmina? Justifica la resposta.

b) Per a eliminar claus de lluminositat, l'experimentador demana a un pacient normal que determine la luminància necessària perquè tots els colors de la làmina pareguen igualment lluminoses. Malgrat tot, en mostrar la làmina tant a pacients protanops com a deuteranops, aquests identifiquen perfectament la figura. Discuteix on és l'error de disseny de la làmina i descriu com percebrien la làmina els pacients protanops i deuteranops.



18. En passar el test de color de Cambridge Research a un conjunt d'observadors amb diabetis, s'obtenen, bàsicament, o bé resultats com els de la figura 2a, o bé com els de la figura 2b. La figura 2c mostra els resultats de mitjana per a observadors normals. Descriu els resultats obtinguts i, a partir d'aquests, raona què pot dir-se sobre el sistema visual dels pacients amb diabetis.



19.a) Descriu breument en què consisteix el Cambridge Color Test.

b) Amb aquest test, mesurem l'el·lipse de discriminació al voltant del blanc de dos pacients amb atròfia del nervi òptic. A la vista dels resultats obtinguts per a ambdós pacients i per a un observador normal, descriu en què consisteixen les pèrdues funcionals experimentades per aquests pacients patològics.

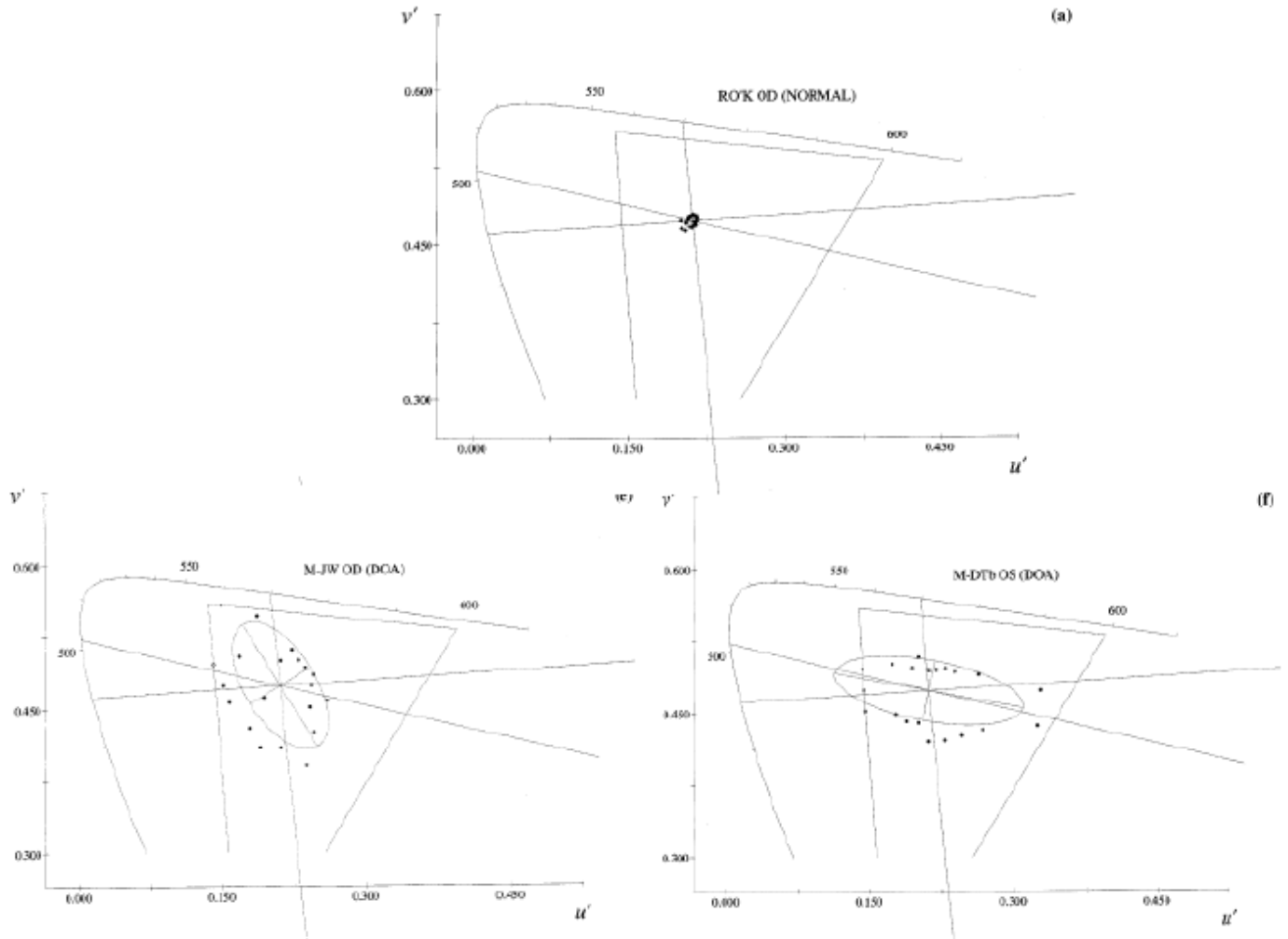
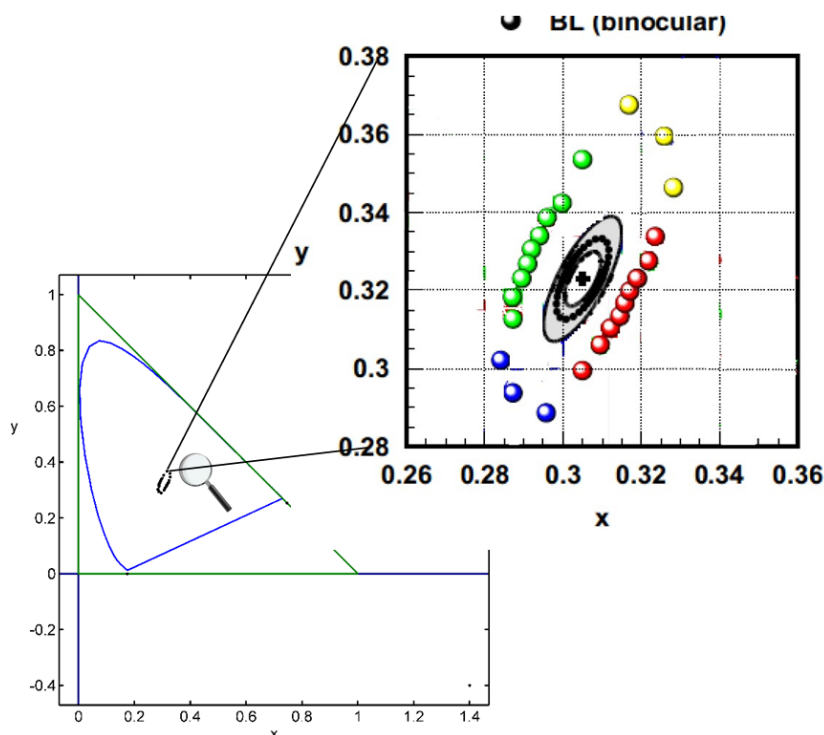


Figura 1

20. Emprant el test de Color de Cambridge, mesurem l'el·lipse de discriminació en l'entorn del blanc d'un pacient amb diabetis, i trobem el resultat de la figura. Descriu què li passa al sistema visual del pacient. (L'el·lipse està representada en el diagrama CIE1931 (esquerra) i l'hem ampliat a la dreta). Els cercles grans corresponen a la mesura feta pel pacient; les el·lipses més internes defineixen l'interval de confiança del 95 % per als normals de la mateixa edat i l'observador normal mitjà. La mesura s'ha fet binocularment. Discuteix quin tipus de problemes pot dur aquesta decisió de fer la mesura binocular.



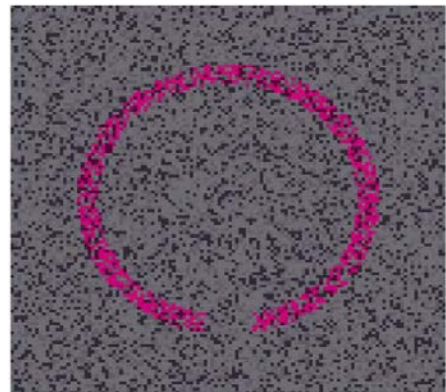
21. a) Descriu molt breument el principi de funcionament d'almenys tres famílies diferents de tests que avaluen l'estat dels mecanismes cromàtics d'un pacient.

b) Quin seria el principi de disseny del Cambridge Color Test?

c) Emprant aquest test, D'Araujo Mora i col·laboradors avaluaren el sistema visual de treballadors exposats al vapor de mercuri. La figura mostra els l·lindars de discriminació respecte a un fons acromàtic. La regió gris més fosca representa observadors normals del rang d'edat dels pacients, la regió gris clara encercla les el·lipses de tots els pacients estudiats. Què pots dir de l'efecte del vapor de mercuri en el sistema visual?



22. Per a avaluar la sensibilitat dels canals cromàtics, fem un experiment consistent a determinar la diferència mínima de color entre un fons acromàtic i el color d'un optotipus (una lletra C), que permet a un observador encertat la posició de l'obertura de la C un cert percentatge de vegades. El llindar es mesura al llarg de 8



direccions, igualment espaciades en angle, en el pla de $A=\text{constant}$ de l'espai de Boynton. La figura permet veure un estímul de mostra, i els llindars d'un observador normal (en negre) i d'un observador problema (en roig), tant en el pla $A=\text{constant}$ de l'espai de Boynton com en el diagrama cromàtic de la CIE.

A partir dels resultats, descriu amb el detall més gran possible l'estat en què es troba el sistema visual del pacient problema. Són consistents els resultats obtinguts amb una anomalia congènita de la visió del color? Raona les respostes.

