

DISCROMATOPSIA: Métodos de Exame

Lúcia Carvalho de Ventura Urbano *

A preocupação com o estudo das cores iniciou-se com Teofrasto (300 A.C.) conforme relata CHANCE (1922) ¹³.

Enorme contribuição trouxe NEWTON (1664) ⁷⁹ com a descoberta do espectro luminoso.

TUBERVILLE (1664) ¹⁰⁷ observou em alguns indivíduos uma percepção diferente de cores.

PRIESTLY (1777) ⁸⁵ referiu distúrbio cromático em uma família de 3 irmãos, LORT (1779) ⁷⁴ publicou o primeiro herograma.

DALTON (1798) ¹⁷ descreveu com detalhes sua própria alteração, admitindo ser devida a modificação do vítreo que estaria tingido de azul e não permitiria a passagem da luz vermelha. A partir de Dalton passou a ser chamado genericamente de daltonismo, a percepção anormal das cores. Hoje o termo preferido é discromatopsia que significa toda e qualquer alteração do senso cromático.

Diversas teorias tentam explicar o mecanismo da alteração cromática: LOMONOSOV (1776) ⁷³, YOUNG (1082) ¹¹⁷, MAXWELL (1861) ⁷⁵, HERING (1889) ⁵⁵, HELMHOLTZ (1911) ⁵⁴, FORBES (1928) ³³, BLUMSCHAFF (1929) ⁹, EDRIDGE-GREEN (1930) ²⁵, FRANZ (1941) ³⁶, GRANIT. (1943) ⁴⁶, GÖTHLIN (1944) ⁴⁵, LE GROSS-CHACKO (1947) ⁷⁰, HARTRIDGE (1948) ⁵², RICHARD (1948) ⁹⁰, HOUSTON (1955) ⁵⁸, SCHROEDER (1960) ⁹⁹, HURVICH-JAMESON (1962) ⁵⁹.

As teorias mais aceitas são de: Young-Helmholtz (unidas por se completarem), Hering e Hartridge.

YOUNG (1802) ¹¹⁷ admitiu que cada ponto retiniano continha um número enorme de partículas, reduzidas a três para efeito didático, que agiriam preferencialmente sobre uma parte do espectro resultando vermelho, amarelo, azul. A ausência de uma dessas partículas daria uma modificação na percepção das cores.

HERING (1889) ⁵⁴: haveria três pares de elementos fotoquímicos na retina: branco-preto, amarelo-azul, vermelho-verde. Ocorreria entre eles um mecanismo catabólico-anabólico. A assimilação seria feita pelo branco, amarelo, vermelho. A desassimilação pelo preto, azul, verde. Uma variação qualquer, em um desses elementos fotoquímicos desorganizaria a reação e daria uma percepção cromática anormal.

HELMHOLTZ (1924) ⁵³ imaginou em um ponto retiniano três fibras, cada uma respondendo a um único comprimento de onda. A excitação uniforme das três daria o branco. Na ausência de uma dessas fibras haveria percepção cromática anormal. Sendo praticamente uma complementação da hipótese de Young, costuma-se falar em Teoria de Young-Helmholtz associada.

HARTRIDGE (1949) ⁵² — existiriam três unidades básicas. A primeira com os três receptores fundamentais: para o vermelho, verde e azul. A segunda possuindo resposta, na retina periférica, para o amarelo com azul. A terceira, presente nas proximidades da região foveal, constituída de informação para vermelho mais o azul-esverdeado. A ausência de um dos receptores daria distúrbio cromático.

Segundo RIGGS (1967) ⁹¹, a alteração cromática seria um misto das duas teorias mais aceitas: tricromática (Young-Helmholtz) processando-se no estágio receptor, enquanto a oponente (Hartridge) ocorreria nos níveis corticais.

SVAETICHIN (1965) ¹⁰³ propõe um sistema Young-Hering associado. A informação é recebida nos três cones receptores retinianos. Cada cone se liga a dois processos paralelos oponentes e um deles levará a mensagem cromática ao nível cortical. Explicando melhor: por exemplo o vermelho, seria recebido pelo cone que possuísse eritrolabe, e a partir da retina, por um fenômeno de "breakdown" no par vermelho-verde, somente o vermelho seria transmitido ao córtex cerebral.

WALBRAVEN e BOUMAN (1966) ¹¹⁴ admitem a teoria zonal, que reúne tom, saturação e luminosidade, com as hipóteses de Young-Helmholtz e Hering. Consideram canais de brilho e cromático separados, que somente se reuniriam em nível cortical.

KUHNE (1878) ⁶⁶, cuja hipótese é até hoje aceita provou que a rodopsina, é o único pigmento visual dos bastonetes. Já os pigmentos dos cones são discutidos. RUSHTON (1961) ⁹⁴, BAKER, RUSHTON (1965) ⁵ descobriram o eritrolabe responsável pela percepção do vermelho. RUSHTON (1964) ⁹⁴ encontrou o clorolabe que informa o verde. RUSHTON (1966) ⁹⁶ identificou o cianolabe que responde a luz de comprimento azul.

Provavelmente nenhuma classificação dos defeitos de visão cromática, satisfaria

* Belo Horizonte, Minas Gerais — Brasil, 1976.

a todos os proponentes das várias teorias, diria CHAPANIS (1949) ¹⁴.

WRIGHT (1944) ¹¹⁵, didaticamente, do ponto de vista cromático classifica todos os indivíduos em:

- | | | |
|----------------------------|---|---------|
| a) Tricromata | } | Normal |
| b) Dicromata | | Anormal |
| c) Acromata ou Monocromata | | |

Tricromata Normal — indivíduos sem qualquer distúrbio cromático, percebe o espectro visível como uma extensa faixa colorida que começa no vermelho escuro, discrimina os tons intermediários e finaliza insensivelmente depois do violeta.

Tricromata Anormal — Aparentemente normal, vê as três cores primárias, mas uma delas de maneira anômala. Confunde algumas secções do espectro. Compreende este grupo: deuteranômalo, protanômalo, tritanômalo e tetartanômalo (hipotético).

Deuteranômalo em maior número, informa precariamente o verde requerendo muito mais do que o normal numa mistura vermelho-verde para obter o amarelo.

Protanômalo — percepção deficitária para o vermelho, necessitando muito mais do que o normal, numa mistura vermelho-verde, para obter o amarelo.

Tritanômalo — o mais raro, com dificuldade para algumas gamas de azul, exige muito mais do que o normal para obter o azul-esverdeado.

Dicromata — não identifica secções largas do espectro, podendo reunir alguma parte dele, com uma mistura de duas cores primárias, mas confundindo certos tons com branco. Abrange: deuteranope, protanope, tritanope e tetartanope (praticamente hipotético).

Protanope — tem no espectro um mínimo de saturação em torno de 496 λ que é considerado seu ponto neutro. O eixo traçado à direita deste ponto é a base para a construção dos testes cromáticos, com objetivo de detectar as alterações cromáticas para o vermelho. Isto porque todas as figuras localizadas sobre este eixo, chamado de confusão, não são percebidas pelo protanope.

Deuteranope — tem o ponto neutro em 500 λ ; o do tritanope é 570 λ , enquanto o do tetartanope é 502 λ (hipotético).

Monocromata — vê todo o espectro em termos de luz e sombras, sem cor, ou alternadamente percebe uma cor, dependendo da saturação, em tonalidade branca, cinza e preta. Igualar duas cores é para ele, como se igualasse duas luminosidades.

Outra classificação subdivide as discromatopsias em: congênicas (melhor chamadas hereditárias) e adquiridas.

As formas congênicas protan e deutan, são recessivas ligadas ao cromossomo X; o distúrbio tritan é autossômico dominante e a acromatose é autossômica recessiva. Já as formas adquiridas, sem componente genético, são devidas a doenças sistêmicas ou oculares propriamente ditas.

Principais diferenças entre as duas formas: congênicas e adquiridas:

Congênicas

1. Hereditária
2. Geralmente bilateral
3. Sempre os mesmos erros
4. Traçados característicos
5. Não há agravamento nem cura
6. Boa acuidade visual (exceto monocromatas).

Adquiridas

Não hereditária

Uni ou bilateral

Erros variáveis

Traçados menos definidos

Pode haver agravamento ou cura

Acuidade visual deficitária

O primeiro a tentar diagnosticar as discromatopsias foi o inglês Wilson, que empregou pequenos quadrados de papéis coloridos, enquanto Cohn usou frascos com pós-coloridos e Hilbert líquidos fluorescentes. CAMPOS, (1949) ¹².

Segundo GONÇALVES (1971) ⁴², para determinar as alterações cromáticas existem 4 métodos subjetivos de exame classificados como:

- a) denominação
- b) discriminação
- c) comparação
- d) igualação

Segundo RIBEIRO-GONÇALVES (1976) ⁸⁹, há um único método objetivo de exame cromático: registro do potencial occipital evocado — P. O. E.

Na identificação das alterações congênicas, pelos métodos de denominação, discriminação ou comparação pode-se fazer os dois olhos ao mesmo tempo. Nos distúrbios adquiridos é necessário o exame de cada olho separado. No método de igualação e do P. O. E., por causa dos aparelhos utilizados, só é possível examinar um olho de cada vez.

MÉTODO DE DENOMINAÇÃO

Faz uma avaliação grosseira. Utiliza as lanternas, cujas principais são: Edridge-Green, Hering, Berens-Stein, Giles-Archer, Aczel.

LANTERNA DE EDRIDGE-GREEN

(1920)²⁵ — constituída de uma caixa, com uma lâmpada, um condensador e cinco discos móveis. O disco 1 tem orifícios que podem variar de diâmetro e são ajustáveis à lâmpada colocada a uma determinada distância. Os discos 2-3-4 possuem vidros coloridos: vermelho A e B, amarelo, verde, azul e um orifício livre. O disco 5 contém vidros neutros de densidades diferentes. Uma gama de tons, com saturação variada, modifica o ponto luminoso, meio de filtros espectralizados, simulando chuva ou neblina. O portador de discromatopsia tem dificuldade em reconhecer uma cor quando esta é modificada por vidros neutros ou filtros espectralizados.

LANTERNA DE HERING (1924)⁵⁵ — consta de filtros com vidros: vermelho, verde, amarelo e azul, através dos quais a luz refletida por espelhos pode ser vista em diversas cores, que devem ser referidas pelo paciente. Tem uma pequena abertura de diâmetro variável.

TESTE DE BERENS-STEIN (1939)⁷ — os autores imaginaram um exame aplicado, ao mesmo tempo em um grupo de pessoas. Copiaram em filme colorido Kodachrome de 35 milímetros as tábuas de Ishihara e Stillings. Transformaram em slides e adaptaram a uma lanterna pequena. Estes slides são projetados na tela de uma sala, em penumbra suficiente, para permitir aos examinandos anotar num papel os números que vêem.

LANTERNA DE SLOAN (1944)¹⁰¹ — utilizada para o teste do limiar cromático de Sloan. Constituída de duas lâmpadas, um espelho e três círculos com discos.

Uma lâmpada de 60 watts está contida num suporte; a segunda localizada do outro lado do campo do teste, serve para controlar a fixação.

A superfície especular deve ser difusamente iluminada.

O 1.º disco, com 8 aberturas destina-se a variar a luminosidade do campo do teste; possui filtros neutros de densidade 2,1; 1,8; 1,5; 0,9; 0,6; 0,3; 0,0.

O 2.º disco também com 8 aberturas contendo cada uma um filtro colorido, cujo objetivo é variar a cor do campo do teste. Esse 8 filtros compreendem: 2 vermelhos, 2 amarelos, 2 verdes, 1 azul e 1 branco.

O 3.º disco apresenta 3 aberturas: tem a finalidade de variar para 1/8; 1/4 ou 1 polegada o tamanho do campo do teste.

O exame é feito em câmara escura. Se o paciente é colocado a 10 pés de distância usa-se a menor abertura do disco: 1/8 polegada; se a 20 pés, 1/4 de polegada.

Inicia-se com o máximo de intensidade luminosa, repetindo a seguir com o mínimo.

Mostra-se durante 5 segundos um par de cores.

Podem ser vistas, modificadas pelos filtros, luzes: verde, branco, vermelho, amarelo, azul e laranja.

Este teste classifica pacientes em protan, deutan e tritan pelos erros cometidos na identificação das luzes.

LANTERNA DE GILES-ARCHER (1954)⁴¹ — utiliza o amarelo como cor de confusão. O aparelho possui três fendas de diâmetros diferentes através das quais são mostradas, à uma distância de 5 metros, luzes em tons de vermelho, verde, amarelo e branco. Faz apenas o diagnóstico do eixo protan-deutan.

TESTE DE ACZEL (1963)¹ — utiliza os optotipos de Landolt. Cada um em forma de anel cinzento é interrompido por uma linha colorida de igual luminosidade. Os anéis com dimensões de 0,1 a 0,5 são apresentados através de um projetor oftalmológico à uma distância de 5 metros. O paciente deverá identificar as diversas cores que aparecem na tela.

MÉTODO DE DISCRIMINAÇÃO

Diversos autores criaram exames deste grupo constituído pelas tábuas ou pranchas pseudo-isocromáticas. Todas têm um denominador comum, que é o fato, das diferenças de tonalidades de uma cor percebida pelos normais, não o são pelos discromatopsicos.

A cor de impressão usada na produção das tábuas não é permanente. Assim é muito importante que as placas sejam expostas o mínimo possível à luz. Quando não está em uso o teste deve ser guardado protegido. Não cobrir as pranchas com celofane ou outro similar pois estes materiais podem alterar a qualidade espectral refletida. Passar as páginas segurando pelas bordas e não tocar nas figuras com os dedos.

O livro será segurado pelo paciente a aproximadamente 45 centímetros dos olhos. Deverá ser fixo pois a movimentação dele varia a intensidade da luz refletida nos diversos ângulos, permitindo as vezes as figuras serem vistas pelos deficientes cromáticos. Evitar advertir de que errou, e anotar se há hesitação na resposta. Repetir as pranchas em que houve erros.

A intensidade da iluminação é um fator importante. Se muito baixa pode resultar erros (BABEL, 1965)⁴. Cada teste tem seu nível ótimo de iluminação. A regra geral é que esta deve ser duas ou três vezes o limite superior da visão mesópica, que é o nível de luminância do campo visto com 10 candelas por metro quadrado (cd/m²) com a pupila dinâmica.

Os autores SMITH (1931)⁹⁷, JUDD (1933)⁶² descreveram com detalhes a padro.

nização da C.I.E. (Commission Internationale d'Eclairage) no que se refere a iluminação padrão C, de 6.700 K.^o compatível com a temperatura da cor da platina ou então a iluminação D, de 6.500 K.^o.

Antigamente era difícil o rigor dessas iluminações e fazia-se por aproximação. A lâmpada de Macbeth 40 BK dava 2.850 K.^o e o resto corrigia-se com filtros (JUDD, 1961) ⁶³. Hoje já existem lâmpadas de 6.500 a 6.700 K.^o LAKOWSKI (1969) ⁶⁷. Estas duas intensidades correspondem à luz do céu com pouco sol. A diurna direta tem a temperatura de 5.400 K.^o e a do céu azul claro 12.000 a 26.000 K.^o.

As iluminações C ou D são aplicáveis para os testes pigmentares de discriminação e também os de comparação VERRIEST, (1963) ¹¹¹, (1964) ¹¹².

GONELLA (1970) ⁴⁴, preconiza uma lâmpada azulada de 150 watts e TRUSIEWIX-ZOWA (1973) ¹⁰⁶, iluminação diurna ou fonte artificial de lâmpadas incandescentes.

FRISÉN-HEDIN, (1972) ³⁸, aconselham o uso de uma mesa, com uma caixa de madeira, onde se coloca a tábua pseudo-isocromática, com a iluminação dirigida para ela.

As principais tábuas pseudo-isocromáticas são de: Stillings, Ishihara, Blum-Schaaf, Edridge-Green, Rabkin, Bostrom-Kugelberg, Dvorine, Hardy-Rand-Rittler (H-R-R), Tritan de Farnsworth, Tokyo Medical College (T.M.C.), Gardiner.

TÁBUAS DE STILLINGS (1880) ¹⁰⁴ — foi a que originaram a criação de todas as outras.

O autor reuniu as informações de um pintor com alteração vermelho-verde e de um professor com distúrbio no eixo azul-amarelo. Observou que o pintor não distinguia números em vermelho-verde se estes estavam sobre um fundo marrom e cinzento. Isto o orientou para escolher as cores de confusão do teste.

HERTEL (1929) ⁵⁶ reuniu em 15 cartões (cada um subdividido em dois outros numerados) as tábuas de Stillings. Os dois primeiros servem para explicar ao paciente. O diagnóstico protan e deutan é feito por erros de informação da prancha 3 à 12; o tritan é identificado por enganos cometidos nas tábuas 13 à 15. Este teste não dá o grau da alteração. Tem sua maior aplicação nas discromatopsias congênicas.

TÁBUAS DE ISHIHARA — A primeira edição foi publicada em Tokyo (1917). Os cartões de confusão das cores foram cuidadosamente escolhidos, para cair dentro das áreas aonde os defeitos cromáticos acentuam-se. As placas têm fundo de pontos coloridos cujos diâmetros variam de 1 a 5 milímetros. Os números ou linhas sinuosas (para crianças e iletrados), bem como os circu-

los do fundo variam em tonalidade, saturação e brilho numa mesma prancha.

Na protanopia há uma diminuição do espectro visível na extremidade do vermelho e a zona verde-azulada para o normal aparece cinzenta, separando esta área em duas partes distintas. O vermelho púrpura que é a cor complementar do verde-azulado surge como cinza.

Na deuteranopia a zona do espectro verde para o normal é cinzenta, separando esta parte visível em duas regiões. O vermelho púrpura (como também para o protanope) é cinza.

Na protanomalia e deuteranomalia uma parte do espectro não é cinzenta e aparece como uma cor indistinta.

Uma das particularidades dos que confundem vermelho-verde é que as cores azul e amarelo são acentuadamente vivas em comparação com as primeiras.

A edição de 1976 consta de 38 pranchas sendo 25 com números e 13 com linhas sinuosas (para analfabetos e crianças).

O teste é constituído de várias séries:

Série I — uma prancha de demonstração com números e outra para iletrados. Possui círculos laranja em fundo azul-acinzentado. Serve para explicação e para comprovar simulação, pois deve ser percebido por todo paciente.

A seguir, cada série é constituída de 4 placas com números ou 2 com linhas sinuosas.

Série II — em fundo verde com números alaranjados.

Série III — o inverso da II, o fundo é laranja e os números verdes.

Série IV — fundo verde-azulado com números laranja.

Série V — fundo laranja amarelado com números verdes.

Série VI — as cores se misturam e para os normais não há propriamente um fundo. Os números são vistos somente pelos deficientes.

Série VII — cada prancha tem dois números: um vermelho e outro vermelho-púrpura, em fundo de pontos cinzentos de diferentes luminosidades. Os protanopes vêem só o 2.^o. Os deuteranopes o 1.^o Protanômalos e deuteranômalos percebem ambos com alguma dificuldade.

Refere-se o autor (Ishihara) que este teste também identifica acromatopsia pela ausência de informação em todas as tábuas.

É muito útil para o diagnóstico das alterações cromáticas congênicas.

Leitura das pranchas de 1 a 25

ISHIHARA — (Edição 1976)⁶⁰

Prancha	Normal	Alteração		Acromatopsia
		Protan-Deutan		
1	12	12		12
2	8	3		x
3	6	5		x
4	29	70		x
5	57	35		x
6	5	2		x
7	3	5		x
8	15	17		x
9	74	21		x
10	2	x		x
11	6	x		x
12	97	x		x
13	45	x		x
14	5	x		x
15	7	x		x
16	16	x		x
17	73	x		x
18	x	5		x
19	x	2		x
20	x	45		x
21	x	73		x

		Protan		Deutan	
		Forte	Médio	Forte	Médio
		22	26	6 (2)6	2
23	42	2 (4)2	4	4(2)	
24	35	5 (3)5	3	3(5)	
25	96	6 (9)6	9	9(6)	

De acordo com o gráfico um paciente que lê a começar da primeira prancha os números 12-3-5-70-35-2-17-21, não diferencia nada da tábua 10 à 17 e a seguir desta vê 5-2-45-73, concluindo com 6-2-5-6, referindo que existe ao lado de cada um dos quatro últimos números um outro que não consegue identificar precisamente, podemos considerá-lo como protanômalo.

Se no entanto lê 12-3-5-70-35-2-5-17-21, não vê nada da prancha 10 à 21 concluindo a leitura com 6-2-5-6, trata-se de um protanope.

PRANCHAS DE BLUM SCHAAFF — criadas em 1929, segundo CAMPOS (1949) 12, Constituídas de 10 cartões cada um com dois anéis, apresentam um fundo com pequenos polígonos coloridos. Diagnosticam qualitativamente alterações nos eixos vermelho-verde, azul-amarelo.

CARTÕES DE EDRIDGE-GREEN — descritos por JENNINGS (1931) 61. São um total de 24 e constituídos de letras: 18 pranchas com apenas uma e 6 com duas entrelaçadas como monograma. As cores usadas são: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, violeta. A não percepção de uma letra de

determinada cor, indica distúrbio nesta área cromática.

ATLAS DE RABKIN (1936) 86 — num total de 20 tábuas com números e desenhos geométricos. Classifica qualitativa e quantitativamente em: protan, deutan e tritan.

ATLAS DE BOSTROM-KUGELBERG (1943) 10 — adotado oficialmente pelo Royal Medical Board na Suécia. Consta de 20 cartões: 15 com números, 2 com linhas sinuosas e 3 vistos apenas pelos que possuem alteração cromática. Utiliza duas cores de confusão em três tonalidades, de diferenças pouco pronunciadas, de identificação difícil mesmo para os normais. Faz o diagnóstico dos defetos do eixo vermelho-verde, não dando a intensidade.

ATLAS DE DVORINE (1944a) 19, (1944b) 20, (1948) 21 a primeira edição consta de 15 pranchas incluindo uma de demonstração, todas com números. A segunda edição (1953a) 22 tem 14 tábuas com números e 7 contendo formações sinuosas à semelhança de estradas, que devem ser percorridas com um lápis à distância, pelos iletrados e crianças.

Segundo DVORINE (1953a) 22, (1953b) 23, (1955) 24 a segunda edição do teste é constituída de duas partes:

Secção I: — com uma tábua de demonstração em vermelho num fundo azul, contendo o número 48, visto por todo paciente. Há mais 14 pranchas, cada uma com dois números, de diferentes combinações de alaranjado.

Secção II: — a tábua de demonstração é em azul com fundo vermelho. Há 7 cartões com linhas sinuosas.

O autor admite que mais de 3 erros já indica alteração nos eixos vermelho-verde ou azul-amarelo.

ATLAS DE HARDY-RAND-RITTNER — H-R-R. (1945) 47, (1951) 48, (1954a) 49, (1954b) 50, (1955) 51, RAND-RITTNER (1956) 87.

É considerado por alguns como teste de saturação e não de discriminação. CRUZ-COKE (1970) 16. Isto porque as verdadeiras tábuas pseudo-isocromáticas constam de figuras de colorações diversas, impressas em fundos coloridos variáveis. No H-R-R há, em todas as pranchas, o mesmo fundo cinza, com pontos de diferentes tamanhos e luminosidades. O que varia, em tom, luminosidade e saturação, são as figuras usadas (cruz, círculo, triângulo).

Cada prancha é dividida em quatro quadrantes: em um ou dois deles um símbolo pode aparecer e não mais do que dois por tábua.

O paciente deve informar o que vê. Por usar símbolos em vez de números, este teste é muito útil para crianças e iletrados.

O H-R-R detecta alterações cromáticas tanto do ponto de vista qualitativo (diferen-

ciando protan, deutan, tritan e tetartan), como quantitativo (classificando o defeito em leve, médio, forte). Para o diagnóstico protan, usa-se símbolo vermelho ou verde-azulado e para o deutan vermelho-púrpura e verde.

As figuras das pranchas qualitativas são baseadas na variação de localização do ponto neutro dos diversos tricromatas anômalos. Um protanômalo por exemplo, não verá pequenas diferenças de verde-azulado com 490 λ de radiação (aproximadamente seu ponto neutro). Esta será nitidamente percebida pelo deuteranômalo, cujo ponto neutro é em torno de 500 λ.

Para o diagnóstico quantitativo, o fundamento é mostrar um tom, com aumento gradativo do seu croma, ou saturação.

O H-R-R. pode ser subdividido em 5 séries:

Série I — com 4 tábuas de demonstração, vistas por todos os pacientes.

Na última, não há nenhuma figura.

Série II — com 2 tábuas cuja finalidade é diagnosticar alteração no eixo azul-amarelo.

Série III — com 4 tábuas aplicáveis para detectar as modificações no eixo vermelho-verde.

Série IV — com 10 tábuas que classificam quantitativamente os protan-deutan em: leve, médio e forte.

Se o paciente lê corretamente as séries II e III, é considerado normal. Se erra na II passamos para a V a fim de concluir que grau de alteração possui no eixo azul-amarelo. Se o erro é na série III, continua-se na IV para determinar quantitativamente o distúrbio protan-deutan.

Um aspecto interessante deste teste é que, quando transcrito para o gráfico, a paciente lê a sua própria coluna até o grau de sua alteração. Exemplificando no gráfico a seguir, N indica que o símbolo não foi visto e S que sim.

H-R-R

		PROTAN	DEUTAN	RESULTADO FINAL
	TESTE	7 N	X N	NORMAL
	RE-TESTE	8 N	X N	DEFICIENTE
DEFEITO A-A	1	9 X	N N	A-A
	2	10 N	X N	V-V
DEFEITO V-V	3	11 X	N N	ANÁLISE DIAGNÓSTICA
	4	12 S	S S	TIPO
DEFEITO A-A	5	13 S	X N	PROTAN
	6	14 S	X N	DEUTAN
DEFEITO V-V	7	15 X	S N	TRITAN
	8	16 S	S N	TETARTAN
DEFEITO A-A	9	17 S	X S	INCLASSIFICADO
	10	18 X	S S	EXTENSÃO
DEFEITO V-V	11	19 S	S S	LEVE
	12	20 X	X S	MÉDIA
DEFEITO A-A	13	21 S	X S	FORTE
	14	22 S	X S	

O examinando só percebeu uma figura nas pranchas 3 e 4, portanto sua alteração

é no eixo vermelho-verde. Na continuação para determinar a extensão do defeito, ele só começa a ler a coluna protan, no nível médio; não vê nenhum símbolo no leve. Toda a coluna deutan não é lida. É um protanômalo simples.

As vezes as informações são confusas, anota-se falhas nas duas colunas. Consideramos então inclassificado.

É muito útil nas discromatopsias adquiridas.

PLACA PARA TRITAN DE FARNSWORTH (1955) ³⁰ — Constituída de uma prancha única com círculos vermelhos, verdes e azuis. Estes dois últimos formam dois quadrados. O verde é visto com mais nitidez, mesmo pelos normais. Na tritanomalia o quadrado azul é mais facilmente identificável que o verde. Na tritanomalia somente o azul é visto.

ATLAS DO TOKYO MEDICAL COLLEGE — T.M.C. — UMAZUME criou em 1957 ¹⁰⁸ e descreveu em 1962 ¹⁰⁹. VOS (1972) ¹¹³ comenta com detalhes o teste.

Não há prancha de demonstração. São 13 ao todo, subdivididas em quantitativas (grupos I, II, III) e qualitativa (grupo IV).

Grupo I — possui 5 pranchas, cada uma com um único número laranja em fundo verde-amarelado. Separa protan e deutan.

Grupo II — constituído de 2 pranchas, cada uma com um único número azul em fundo cinzento, invisível para o tritan.

Grupo III — com 3 pranchas de dois números cada: um vermelho-púrpura, outro verde-azulado. O 1.º não é percebido pelo protan e o 2.º não o é, pelo deutan

Grupo IV — tem 3 pranchas cada uma com dois números laranja, diferindo apenas na saturação (croma) a fim de que se possa distinguir três diferentes graus de deficiência, entre os que cometem algum erro no grupo I. O fundo é verde-amarelado. Os que lêem corretamente o grupo IV são classificados como distúrbio leve: os que vêem apenas o número de saturação alta: defeito moderado; se não identificam nenhum dos dois números: alteração severa.

No diagnóstico tritan não há diferenciação do grau.

TESTE DE GARDINER (1973a) ³⁹, (1973b) ⁴⁰. Aplicável em criança desde 5 anos e subnormais. Consta de 8 tábuas com uma ou duas letras cada. Idênticas letras existem em plástico preto e são arrumadas numa mesa aonde o paciente se sentará. Ele apontará qual a letra que é igual à da prancha que se está mostrando. As duas primeiras de demonstração, em fundo azul acinzentado com letra laranja, são vistas por todos e servem para confirmar se o examinado entendeu. Havendo erro em uma delas, deve-se adiar o exame por alguns meses. Seguem-se duas pranchas em fundo la-

Nas extremidades de cada caixa (cujo exame é feito separado e em 2 minutos), existem duas pastilhas fixas para orientar o paciente na ordenação das restantes, que se acham misturadas na mesa com fundo preto. São dispostas em cada caixa em linha reta e após concluído pelo examinando a seqüência, colocando juntas as que lhe parecem mais semelhantes, fecha-se a caixa e a inversão dela permite ler os números no verso da pastilha. Anota-se os resultados, transcrevendo depois para o gráfico. Este possui 13 círculos concêntricos de valor 2 a 14 com 85 raios eqüidistantes. BARON ET ALII, (1956) ⁶. Para transcrever para o círculo BERTRAND-KELLER (1971) ⁸ GOMEZ ET ALII (1972) ⁴³, calcula-se o índice parcial de cada pastilha, que é a soma da diferença entre ela e suas duas vizinhas: a anterior e a posterior. O mínimo de diferença possível é 2. Considerando a seguinte ordem: 11-12-13-15-14-16-17 etc... A pastilha 12 será a soma da diferença para as de números 11 e 13, portanto 2; já a 14 terá 3 de diferença ou seja 14-16 (2) e 14-15 (1). Marca-se no gráfico a subdivisão 2 para a pastilha 12 e a 3 para a pastilha 14. Faz-se em todas elas. Depois une-se os pontos e teremos um círculo mais ou menos regular nos normais. PERDRIEL (1962) ⁸¹.

Picos acentuados no traçado indicam uma ordenação incorreta nas pastilhas e sugerem alteração cromática que será:

- a) protan se o pico ocorre entre os números 70 a 62;
- b) deutan entre os números 61 a 56
- c) tritan entre os números 52 a 46
- d) tetartan (hipotético) abaixo do número de 46.

O mínimo de índice parcial de cada pastilha é dois e sendo estas ao todo 85, admite-se como 170 o número base para cálculo do total dos erros.

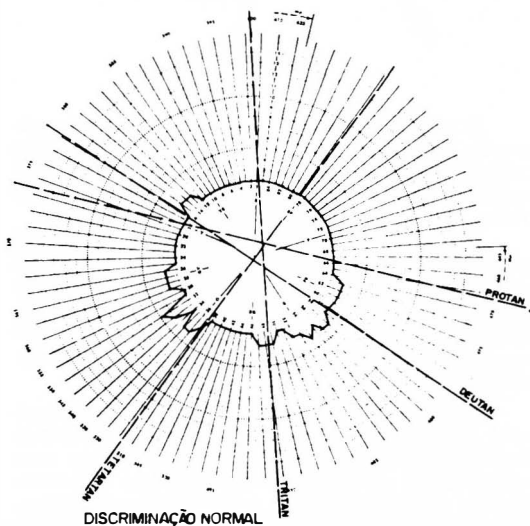
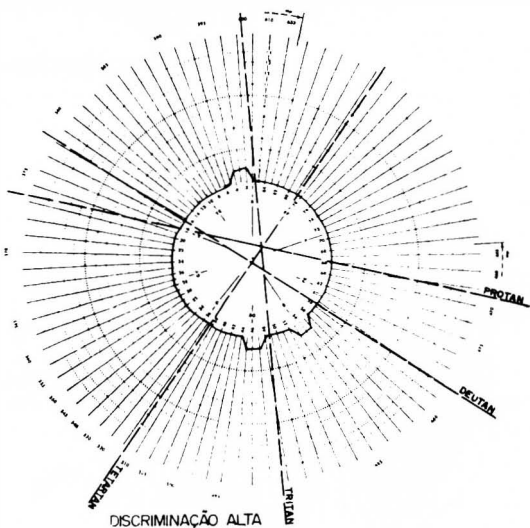
Subtrai-se 170 de todas as somas parciais entre as pastilhas. Se o paciente não cometesse nenhuma inversão na ordenação a soma base seria zero pois teríamos 170 — (2 x 85). No entanto pequenos erros são cometidos, mesmo pelos normais. Para ASPINALL (1972) entre os normais uma discriminação alta poderia dar uma diferença de até 20; uma discriminação padrão de 20 a 80; e finalmente uma baixa de 80 a 120. Isto considerando que não haja picos salientes que indiquem distúrbio cromático.

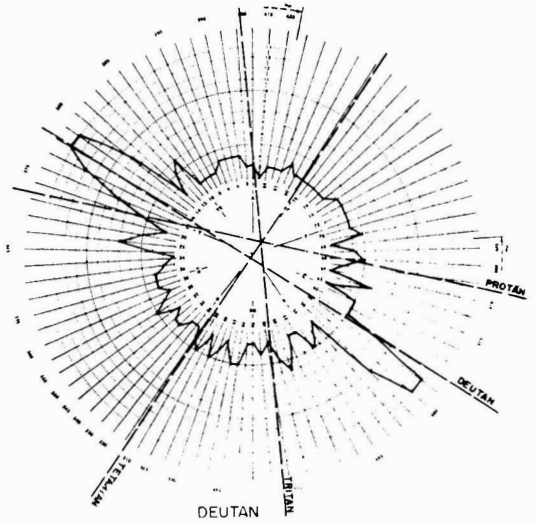
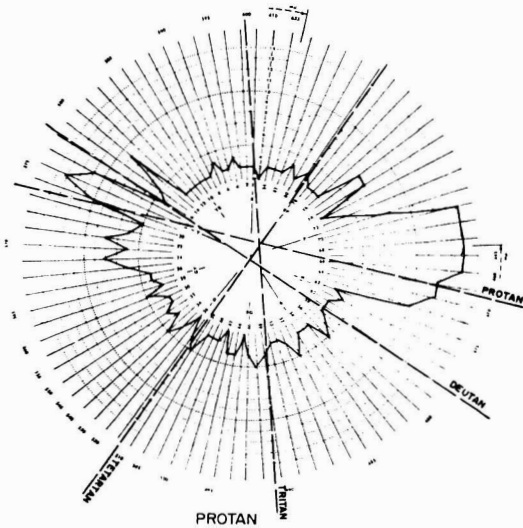
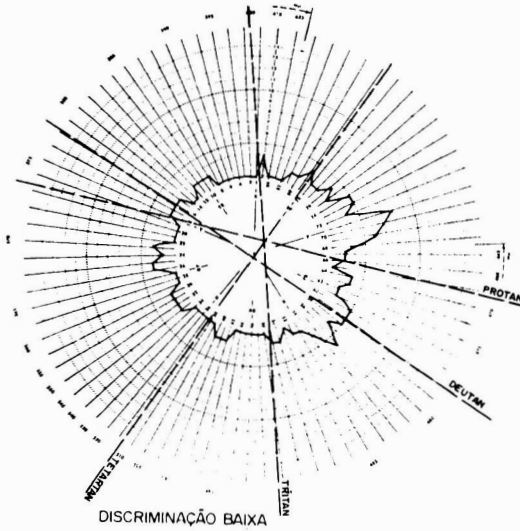
No 100 Hue os erros não ocorrem no eixo da sua alteração, mas sim no perpendicular a eles. O deutan, por exemplo, não faz picos anômalos no eixo verde-vermelho como era de se esperar, mas sim na área amarelo e azul. Isto porque a sua discriminação diferencial é melhor aonde a saturação intrínseca é pior (Lei de PITT). O deutan arruma a caixa 4 com rapidez. Coloca as pastilhas vermelhas com aumento

da nuance amarela numa direção, e azul na outra, em torno de um dos seus dois pontos neutros. Ordenando as amostras verdes da caixa 2, dispõe todas do mesmo jeito, para um lado as do amarelo e para o outro as do azul. Amarelo e azul são para o deutan cores extremamente fortes. A sua dificuldade em arranjar as pastilhas é nas caixas 1 e 3.

LAKOWSKI (1969) ⁶⁷ em diversos grupos, não achou média de erros significativamente diferente ao comparar os olhos de cada paciente. Já ASPINALL (1974) ³ aconselha para uso clínico esta comparação. Este teste é mais utilizado nas discromatopsias adquiridas.

Vemos a seguir, a distribuição feita por pacientes sem alterações cromáticas (com discriminação alta, normal e baixa) e também a realizada por portadores das diversas formas de discromatopsias.





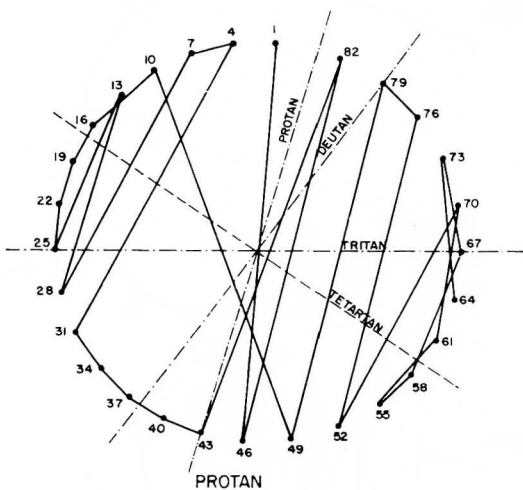
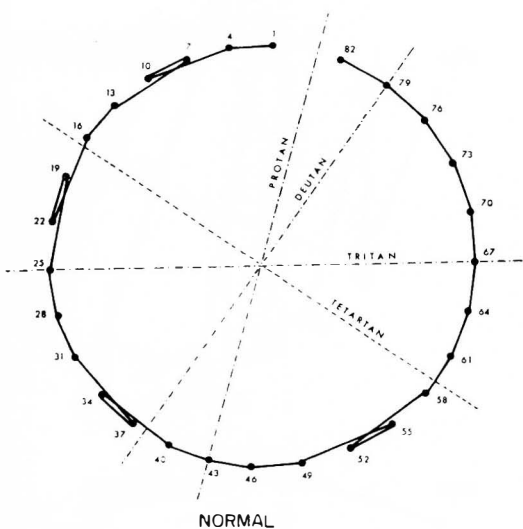
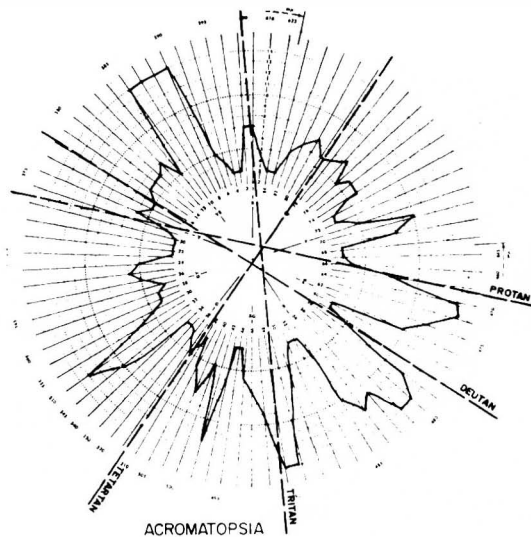
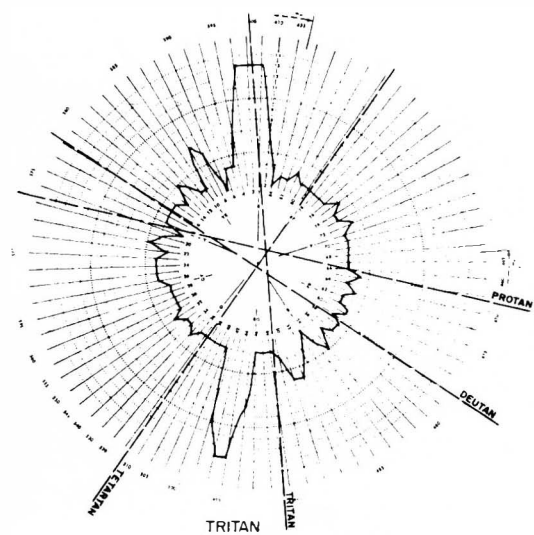
D 28 DE ROTH (1966) ⁹². — O autor separou uma pastilha de cada três do 100 Hue mantendo no verso das selecionadas o número original e a mesma localização no gráfico.

Há um peão fixo de referência e mais 27 pastilhas. Estas são misturadas numa mesa em fundo preto e o paciente as ordenará de maneira circular na caixa, colocando sempre juntas as que lhe pareçam mais semelhantes. Exame útil nas discromatopsias adquiridas.

No gráfico a seguir temos a distribuição das pastilhas feitas por um paciente normal, observando-se pequenas falhas sem significado patológico. Finalizando apresentamos outros traçados com a ordem realizada pelo examinando, portador de distúrbio

cromático e o resultado transcrito no gráfico. Os quatro eixos assinalados (protan, deután, tritan, tetartan), orientam a distribuição da alteração característica que se dará de forma paralela a um deles.

PANEL D 15 de FARNSWORTH (1946) ²⁸. Descrito com detalhes por LINSKYSZ (1964) ⁷¹. O teste consta de um peão de referência e 15 pastilhas numeradas, dispostas em linha reta na caixa. São misturadas numa mesa em fundo preto e após organizadas pelo paciente anota-se os resultados e transfere-se para o gráfico. Os erros são cometidos entre as amostras diametralmente opostas, porque as tonalidades ocupam posições muito afastadas no círculo cromático. O deután por exemplo põe a pastilha 12 antecedendo a 3. Isto devido a que o



vermelho-púrpura e o verde azulado lhe parecem semelhantes.

Cada pastilha tem brilho 5 e saturação 5. Este teste tem maior aplicação nos distúrbios cromáticos adquiridos.

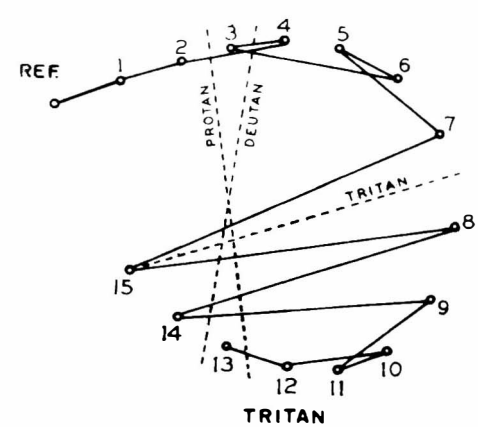
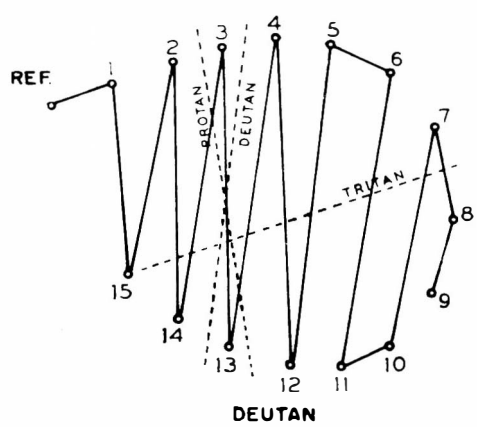
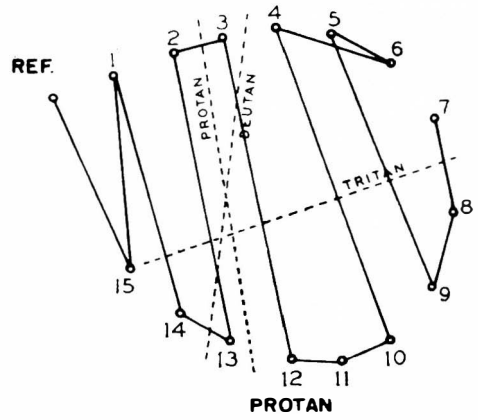
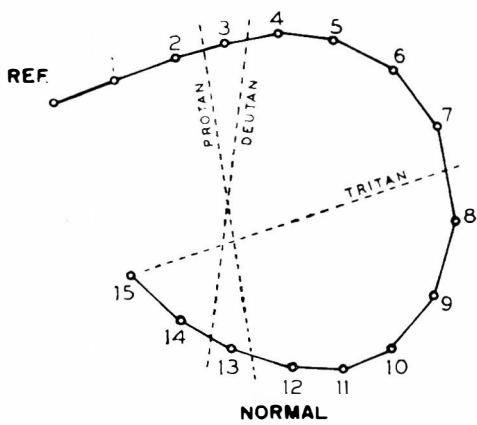
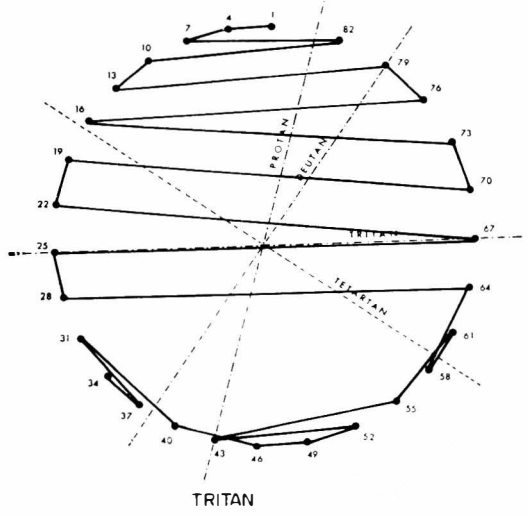
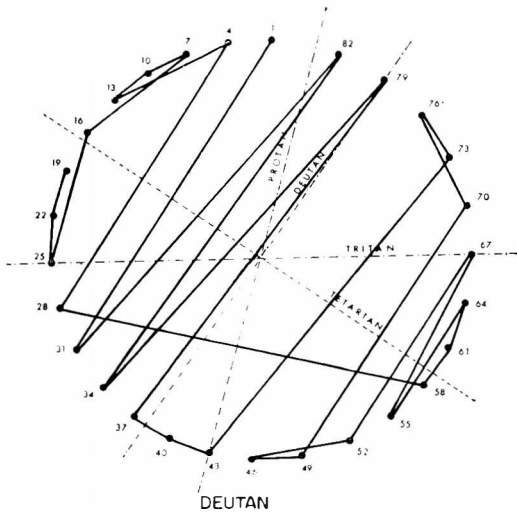
PINCKERS (1971)⁸² admite que toda pastilha do Panel D 15 tem seu equivalente no 100 Hue. Assim os números 1 a 15 do primeiro corresponderiam no 100 Hue aos números 58, 56, 50, 41, 36, 31, 27; 19; 12; 6; 2, 84, 77, 73, 70.

Vemos a seguir a distribuição normal do D 15 e a realizada pelos portadores das diversas alterações cromáticas.

D 15 DESATURADO — LANTHONY, DUBOIS-POULSEN, (1973)⁶⁸, LANTHONY (1974)⁶⁹. — Segundo eles, nas discromatopsias a saturação é o primeiro fator da sensação colorida a se degradar. As cores tor-

nam-se pálidas, antes de deixarem de ser percebidas. Os autores utilizaram as mesmas 15 pastilhas do D 15, baixaram a saturação para 2 e aumentaram o brilho para 8. Comparadas com as pastilhas do D 15 padrão, cuja saturação é 5 e brilho 5, as pastilhas do D 15 desaturado são mais claras e mais brilhantes. Segundo os autores já citados anteriormente, este novo teste detecta formas frustas de distúrbio cromático, que escapam ao D 15 padrão.

THE CITY UNIVERSITY COLOUR VISION TEST — Consta de uma adaptação feita por FLETCHER (1972)³¹ (s. d.)³², acrescentando ao Panel D 15 mais 5 pastilhas de tons neutros. Desaturou as 20 e fez a distribuição em 10 folhas, em fundo preto, contendo cada uma 5 pastilhas :uma



central e quatro periféricas. O paciente deverá identificar qual das quatro periféricas é mais semelhante à central. A localização é referida como: superior, inferior, direita e esquerda. A extensão do defeito é avaliada pelo número de erros cometidos.

As respostas do paciente estão assinaladas com um círculo. De acordo com o gráfico houve 5 respostas normais e 5 compatíveis com alteração deutan. Como ele conseguiu ler 5 páginas corretamente, podemos considerá-lo deuteranômalo e expres-

sar como $R = A/T$ sendo R = resultado, A = respostas alteradas, T = total de respostas. No caso descrito seria $R = 5/10$ (deutan).

GRÁFICO DOS RESULTADOS

Página	Normal	Protan	Deutan	Tritan
1	I	D	E	S
2	D	I	E	S
3	S	I	D	E
4	D	S	I	E
5	E	D	S	E
6	D	E	I	S
7	E	S	I	D
8	E	D	I	S
9	I	E	S	D
10	E	S	D	I

MÉTODO DE IGUALAÇÃO

Baseia-se nas equações de igualações de três tipos principais:

- RAYLEIGH (1881)⁸⁸ — luz amarela e uma mistura vermelho-verde;
- TRENDELEMBURG (1939)¹⁰⁵ — luz azul e mistura indigo e azul-esverdeado;
- Acromático — luz branca obtida por mistura de duas ou três cores primárias.

Os aparelhos chamados anomaloscópios, são os de Nagel (modelos I e II) e o de Kettesy.

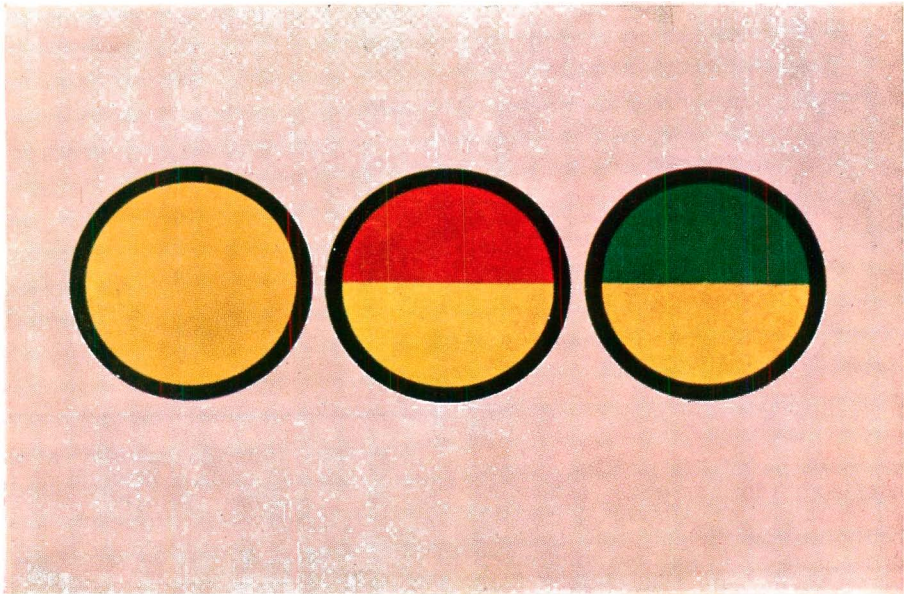
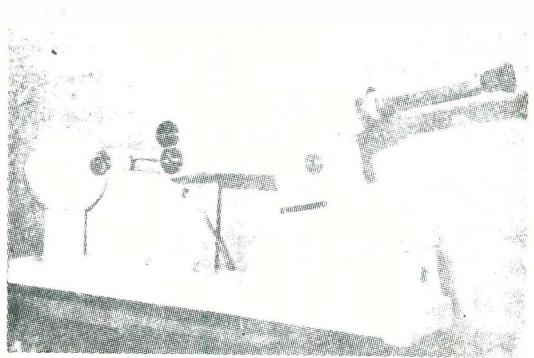
ANOMALOSCÓPIO DE NAGEL (1907)⁷⁸.

— Utilizou o autor cores especiais, que mantêm inalteradas as três variáveis monocromáticas: tonalidade, brilho, saturação.

O modelo I é construído com a equação de RAYLEIGH (1881)⁸⁸; modelo II aplica a de TRENDELEMBURG (1939)¹⁰⁵.

Possui um suporte metálico que sustenta um tubo dirigido para a fonte luminosa. A ocular, com uma lente para focalização, localiza-se no início do tubo. Dentro deste existem três fendas e um diafragma. Do lado direito e esquerdo do tubo, observam-se dois parafusos que giram dois tambores. O tambor regulado pelo parafuso da direita tem subdivisões de 0 a 87; o tambor que é movimentado pelo parafuso da esquerda é graduado de 0 a 73. O diafragma regula as três fendas: através de cada uma delas passa uma radiação espectral: vermelha lítio (670,8 nm); verde tálio (546,0 nm); ou amarelo sódio (589,3 nm). Pela ocular vê-se que as radiações vermelho e verde são projetadas na metade superior do círculo colorido; a luz amarela, na metade inferior.

ANOMALOSCÓPIO DE NAGEL MODELO I:



O tambor regulado pelo parafuso da direita registra luminosidade amarela, nula na graduação 0 e máxima em 87; o tambor movimentado pelo parafuso da esquerda varia da percepção do verde puro, visto na graduação 0, ao vermelho puro na subdivisão 73.

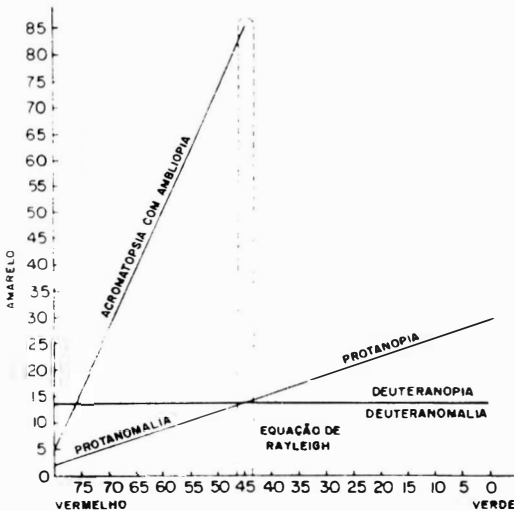
Segue-se a percepção no anomaloscópio, por indivíduos normais:

No primeiro círculo há igualação: é a chamada equação de Rayleigh. No segundo o tambor da esquerda está no 73 — percebendo vermelho e amarelo. No terceiro o tambor da esquerda está no 0 vendo-se verde e amarelo. O exame de cada olho é feito separadamente, permanecendo o outro ocluído.

De início o paciente olha, durante 3 minutos uma base fosca circular, situada abaixo da ocular. A finalidade é criar uma adaptação neutra e assegurar visão fotópica no nível inicial da sensibilidade. (SCHMIDT (1955) 98.

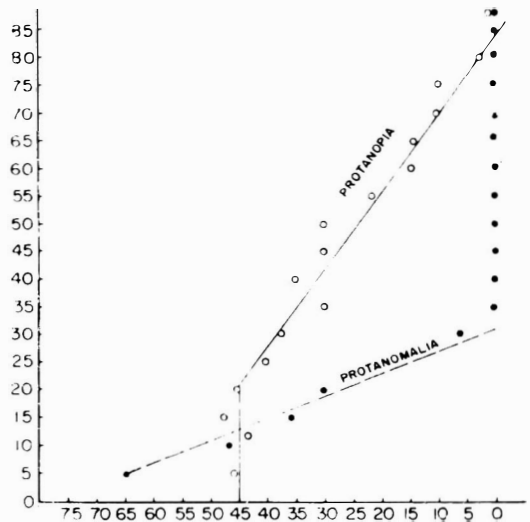
O examinador colocará o seu tambor, que emite radiação amarela em 5, e pedirá ao examinando que, olhando pela ocular, tente igualar a outra metade do círculo luminoso, movimentando o seu tambor que é o da mistura vermelho-verde.

Anota-se o resultado. Muda-se o tambor do amarelo para a graduação 10, e nova igualação deve ser feita. Em média, teste de 5 em 5 subdivisões do índice amarelo. São portanto 17 medidas, ao longo das 87 subdivisões da luz amarela.



Como se vê no gráfico padrão, a equação de Rayleigh (dos normais) segue uma linha reta; isto porque toda vez que variamos o brilho do amarelo na graduação de 0 a 85, o tricromata normal, faz uma modificação proporcional no seu tambor para igualação.

Após concluído o exame transferem-se os resultados obtidos para o gráfico: na ordenada colocam-se as leituras do amarelo, e na abscissa as da mistura vermelho-verde, correspondente à igualação.



No gráfico anterior, temos os traçados da protanomalia e da protanopia, cujas igualações foram obtidas:

Índice do examinador	Igualação na protanomalia	Igualação na protanopia
5	65	45
10	47	43
15	35	47
20	30	45
25	5	40
30	0	37
35	0	30
40	0	35
45	0	30
50	0	30
55	0	23
60	0	16
65	0	15
70	0	13
80	0	5
85	0	0

Pode-se também calcular a alteração cromática aplicando a fórmula do quociente de anomalia. FRANCESCHETTI ET ALII, (1963) 34.

$$Q.A. \frac{73 - a'}{a'} : \frac{73 - a}{a}, \text{ onde "a" é po}$$

sição do tambor movimentado pelo parafuso da esquerda na equação média para normais e a' a localização do mesmo tambor realizada pelo paciente na igualação. A equação normal média tem seus limites entre 0,65 e 1,3. Na protanomalia é inferior a 0,65 e na deuteranomalia é superior a 1,3. Os dicromatas aceitam bem a equação normal; no gráfico é que eles se diferenciam: em vez da linha vertical dos tricromatas normais, o traçado dos protanopes é oblíquo e dos deuteranopes horizontal.

O Anomaloscópio tipo I é muito útil nas discromatopsias adquiridas do eixo vermelho-verde.

Anomaloscópio de Nagel Modelo II — O aparelho é igual ao modelo I: as radiações é que são diferentes. Utiliza o azul (486,1 nm) e a mistura de indigo (464,5 nm) com verde azulado (518,5 nm). Os resultados variam muito, mesmo entre normais por causa do cristalino. A fórmula para cálculo do Q.A. é idêntica ao modelo I ou seja:

$$Q.A. = \frac{73 - a'}{a} : \frac{73 - a}{a}$$

O modelo II é aplicado nas discromatopsias adquiridas do eixo amarelo-azul.

Anomaloscópio de Kettesy (1949) ⁶⁴ — iguala cores pigmentares definidas. O aparelho tem uma ocular e dois cilindros rotatórios, independentes que rodam em torno de seus eixos e misturam as cores. A movimentação superior a modificação vai do cinza ao preto e ao branco.

O examinador movimenta o cilindro superior e o examinando tenta igualar com o cilindro inferior. A equação normal de igualação é 50/50, ou seja, os dois cilindros caminham igualmente, havendo necessidade da mesma quantidade de vermelho-verde e cinza. Este aparelho detecta alterações do eixo vermelho-verde. Mais útil para discromatopsia adquirida.

MÉTODO OBJETIVO

O único exame objetivo de possibilidades futuras, segundo RIBEIRO-GONÇALVES (1976) ⁸⁹, é o registro do potencial occipital evocado.

Faz uma avaliação relativa, devido às atuais dificuldades técnicas.

O princípio é de que estímulos fotópicos variáveis dariam respostas diferentes em tricromatas e dicromatas.

SHIPLEY ET ALII (1966) ¹⁰⁰, observaram em tricromatas normais que o comprimento de onda modificava-se com a variação da intensidade luminosa.

Em algumas cores esta variação era tal que informava para uma cor, um traçado compatível com outra cor. Já nos tricromatas anormais e dicromatas, um comprimento de onda poderia permanecer o mesmo,

apesar do uso de várias intensidades luminosas.

KINNEY CHRISTINE (1974) ⁶⁵ utilizaram 60 estímulos luminosos variáveis em comprimento de onda e luminosidade. Usaram um eletroencefalógrafo convencional, acoplado a um computador para memorização e cálculo da média das respostas. O paciente fixa um alvo subtendendo um ângulo de 10°, a 1,2 metro à sua frente.

Este alvo é iluminado, através de um fotoestimulador GASS PS-2, situado acima da cabeça do examinando, que dispara flashes com 10 us de duração e intervalados de 1 segundo. A composição cromática desses alvos visa especialmente, o diagnóstico dos protanopes, deuteranopes e tritanopes. Por exemplo, o alvo para triagem dos deuteranopes, é de cor púrpura e iluminado por uma mistura de púrpura e azul. Essas cores têm a mesma luminância e situam-se no eixo de confusão dos deuteranopes. O alvo para os protanopes, de cor verde é iluminado por uma composição de laranja e verde. Para os tritanopes usam alvos de duas categorias: violeta esmaecido e amarelo esverdeado, iluminado por um flash violeta. Cada paciente recebe uma série de 100 flashes para computação da média das respostas. Compararam dicromatas (protan, deut. e tritan) com pacientes normais do ponto de vista cromático. Encontraram consideráveis diferenças entre os dois grupos principalmente no eixo de confusão de cada dicromata.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

No serviço de Propedêutica Complementar na Clínica Oftalmológica do Hospital São Geraldo (Belo Horizonte), temos experiência com os seguintes testes: Stillings, Ishihara, Hardy-Rand-Rittler (HRR), Gardiner, Panel D 15, D 28, 100 Hue, "City University Colour Vision Test", Anomaloscópio de Nagel modelo I.

Tábuas de Stillings — apesar de fazerem o diagnóstico protan, deut. e tritan, têm poucas pranchas para este último, não diferenciam anomalia de anopia.

Tese de Ishihara — para avaliação quantitativa é deficitário. Não faz o diagnóstico tritan, detecta apenas as alterações do eixo vermelho-verde. É no entanto a tábua pseudo-isocromática mais usada, nas discromatopsias congênicas.

Atlas de Hardy-Rand-Rittler (HRR) — às vezes precário para separar normais de anômalos. É mais eficiente no exame quantitativo dos distúrbios dos eixos vermelho-verde, azul-amarelo. Tem a vantagem de classificar a alteração cromática em leve, média e forte. É a tábua pseudo-isocromática preferida para as discromatopsias adquiridas.

Teste de Gardiner — avaliação grosseira, apenas aplicável em crianças de 5 anos ou subnormais. Informa unicamente se há alteração cromática, no eixo vermelho-verde, não separando nem mesmo o protan do deutan.

Panel D 15 de fácil manuseio, classifica: protan, deutan, tritan e tetartan, sem diferenciar anomali ade anopia. Falha, às vezes, em alterações incipientes. Principal aplicação nas formas adquiridas.

D 28 de Roth — também de rápida realização, é mais refinado que o Panel D 15. Seu gráfico é de fácil elaboração. Faz o diagnóstico nos dois eixos, vermelho-verde e amarelo-azul, mas não separa tricromatas anormais de dicromatas. É mais usado nas discromatopsias adquiridas.

100 Hue de Farnsworth — exige boa acuidade visual e ótima colaboração do paciente (que deve ter mais de 8 anos de idade). Seu gráfico é muito trabalhoso, dando às vezes picos anômalos sem significado patológico. Tem sobre o Panel D 15 e o D 28 a vantagem de diagnosticar acromatopsia, com relativa segurança; igual aos dois testes citados não separa anomalia de anopia. É mais aplicado nas formas adquiridas.

City University Colour Vision Test — é uma modificação do Panel D 15. Os círculos dos papéis coloridos das pastilhas são colocados em folhas de cartolina preta. Tem a vantagem do paciente não tocar acidentalmente na cor como ocorre no Panel D 15, porque as folhas são passadas pelo examinador. Faz o diagnóstico protan, deutan e tritan, e, pelo número de erros cometidos separa os tricromatas anormais dos dicromatas. Aplicáveis nas formas adquiridas.

Anomaloscópio de Nagel modelo I — de alto valor aquisitivo. Exige muito do examinando e do examinador. Os resultados no entanto após transcritos para o gráfico separam nitidamente anomalia de anopia. Faz o diagnóstico apenas dos distúrbios do eixo vermelho-verde e da acromatopsia. É o único aparelho a utilizar cor espectral, dando portanto um resultado muito mais preciso.

Em resumo, para uso clínico os testes aplicados são: Stillings, Ishihara, H-R-R, Gardiner, Panel D 15, D 28, "City University Colour Vision Test". Desses os mais úteis são Ishihara, HRR, D 28.

Para fins de pesquisa os mais indicados são o 100 Hue e o Anomaloscópio de Nagel modelo I.

RESUMO

A autora descreve inicialmente as teorias fundamentais de visão cromática e dá as classificações dos distúrbios cromáticos. A seguir detalha os cinco principais métodos de exames: denominação, discriminação, comparação, igualação e potencial occipital evocado.

Dos testes que tem experiência, admite para uso clínico como melhores as tábuas de Ishihara, o atlas de H-R-R e o D 28 de Roth; para fins de pesquisa aconselha o 100 Hue e o Anomaloscópio de Nagel modelo I.

SUMMARY

The author first describes the basic chromatic theories giving the classifications of chromatic disturbances. Next she specifies the chief 5 methods for examination: denomination, discrimination, comparison, equalization and occipital evoked potential.

In her experience, she admits as the bests tests for clinical the Ishihara, H-R-R, and D 28 of Roth, and for research she advises the 100 Hue and the Nagel Anomaloscope model 1.

REFERÊNCIAS

1. ACZEL, G. — Über die Möglichkeit der Bestimmung der Farbensehscharfe. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, Stuttgart, 153: 515-23, 1963.
2. ASPINALL, P. A. — An upper limit of non random cap arrangements in the Farnsworth Munsell 100 Hue. *Ophthalmologica*, Basel, 168: 128-31, 1972.
3. ASPINALL, P. A. — Inter-eye comparison on the 100 Hue test. *Acta Ophthalmol.*, Copenhagen, 52: 307-16, 1974.
4. BABEL, J. — Diagnosticque des dyschromatopsias congénitales et acquises. *Ophthalmologica*, Basel, 149: 277-94, 1965.
5. BAKER, H. D. & RUSHTON, W. A. H. — The red sensitive pigment in normal cones. *J. Physiol.*, London, 176: 56-72, 1965.
6. BARON, M. M. J.; CABAN, A.; PARMEN-TIER-BELOUX, M. — Application du test de Farnsworth 100 Hue dans l'examen de la vision colorée. *Press. Med.*, Paris, 64: 561-2, 1956.
7. BERENS, C. & STEIN, L. — Group color vision tests. *J. Am. Med. Ass.*, Chicago, 113: 1563-4, 1939.
8. BERTRAND, M. J. J. & KELLER, J. — A propos de la transcription graphique du test de Farnsworth 100 Hue. *Bull. Soc. Ophthalmol. Fr.*, Paris, 71: 877-83, 1971.
9. BLUM, P. & SCHAFF, E. — *Le daltonisme* Paris, Masson, 1929. (Apud CAMPOS, 1949).
10. BOSTRON, C. G. & KUGELBERG, J. — *Ta-bulae pseudo-iso-chromaticae*. Stochholm, Kifa, 1943.
11. BRINDLEY, G. S. — Human colour vision. *Prog. Biophys.*, London, 8: 49-94, 1957.
12. CAMPOS, E. — Discromatopsias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA. 6. Recife, 1949. *Anais...* Pernambuco, Imprensa Oficial, 1949. p. 21-119.
13. CHANCE, B. — Some aspects of the status of color vision. *Am. J. Ophthalmol.*, Chicago, 5: 274-87, 1922.
14. CHAPANIS, A. — Diagnosing types of color deficiency by means of pseudo-isochromatic tests. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, 39: 242-9, 1949.
15. CRUZ-COKE, R. — Theories. In: *Color blindness* Sprigfield, Charles C. Thomas, C. 1970. cap. 3, p. 35-40.
16. CRUZ-COKE, R. — Diagnosis. In: *Color blindness*. Sprigfield, Charles C. Thomas, C. 1970. cap. 5, p. 57-78.
17. DALTON, J. — Extraordinary facts relating to the vision of colours. *Memb. Lit. Philos.*, Manchester, 15: 25-8, 1798.
18. DUKE-ELDER, S. — Colour vision. In: — *The physiology of the eye and vision*. London, Henry Kripton, 1968. p. 617-51. (System of Ophthalmology. 4).
19. DVORINE, I. — *Dvorine pseudo-isochromatic plates*. Baltimore, 1944.
20. DVORINE, I. — A new diagnostic method of testing and training color perception. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, Chicago, 21: 225-35, 1944.
21. DVORINE, I. — Dvorine color perception screening test. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, Chicago, 25: 130-3, 1948.

22. DVORINE, I. — **Dvoino pseudo-isochromatic plates**, 2 ed. New York, Bruce & World, 1953a.
23. DVORINE, I. — The use of volume two of the Dvorine color perception testing and training charts for grading color perception difficulties. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, Chicago, **30**: 478-9, 1953b.
24. DVORINE, I. — Preliminary report on the diagnostic efficiency of the second edition of the Dvorine pseudo-isochromatic plates. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, Chicago, **32**: 259-61, 1955.
25. EDRIDGE-GREEN, F. W. — The detection of colour blindness from a practical point of view. *Proc. R. Soc. Med.*, London, **14**: 4-10, 1920.
26. EDRIDGE-GREEN, F. W. — Demonstration of the theory of vision. *Proc. R. Soc. Med.*, London, **23**: 619-20, 1930.
27. FARNSWORTH, D. — The Farnsworth Munsell 100 Hue and dichotomous tests for color vision. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **33**: 568-78, 1943.
28. FARNSWORTH, D. — **The Farnsworth dichotomous test for color blindness. Panel D 15**. New York, The Psychological Corporation, 1946.
29. FARNSWORTH, D. — **The Farnsworth Munsell 100 Hue for the examination of color discrimination**. Baltimore, Munsell Color, 18-49.
30. FARNSWORTH, D. — **Farnsworth tritan plate. A polychromatic plate for detecting tritanomalous vision**. New London. Medical Research Laboratory, 1955.
31. FLETCHER, R. J. — A modified D 15 test. *Mod. Probl. Ophthalmol.*, Basel, **11**: 22-4, 1972.
32. FLETCHER, R. J. — **The City University Colour Vision Test**. London, Keeler Instruments. s.d. 10 p. il. exams.
33. FORBES, W. T. M. — An interference theory of color vision. *Am. J. Psychol.*, Austin, **40**: 1-8, 1928.
34. FRANCESCETTI, A.; FRANÇOIS, J.; BABEL, J. — Examen fonctionnel. In: **Les Hérédo-dégénérescences chorio-rétiniennes, dégénérescences tapeto-rétiniennes**. Paris, Masson, 1963. V. 1, cap. 3, p. 61-117.
35. FRANÇOIS, J. & VERRIEST, G. — Les dyschromatopsies acquises (I). *Ann. Ocul.*, Paris, **190**: 713-46, 1957.
36. FRANZ, W. — Theory of colour vision. *Naturwissenschaften*, Berlin, **29**: 766-72, 1941.
37. FREY, R. G. — Zur Wahl der geeigneten Beleuchtung für die Farbensinnprüfung mit pseudo-isochromatischen Tafeln. *Wien. Klin. Wochenschr.*, Berlin, **76**: 170-2, 1964.
38. FRISEN, L. & HEDIN, A. — Illumination box for colour vision tests. *Acta Ophthalmol.*, København, **50**: 520-4, 1972.
39. GARDINER, P. A. — **The guy's colour vision test for young children**. 2ed. London, Keeler Instruments, 1973a. 8 p. il.
40. GARDINER, P. A. — A colour vision test for young children and handicapped. *Dey. Med. Child. Neurol.*, London, **15**: 437-40, 1973b.
41. GILES, G. H. — The clinical testing of colour vision. *Brit. J. Physiol.*, London, **11**: 1-7, 1954.
42. GONÇALVES, E. — Propedêutica — acuidade visual, visão cromática, eletro-fisiologia e cartas de Amsler. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA**, 16. Campinas, 1971. *Anais...* Campinas, Ed. Referência, 1971. V. 1 p. 467-533.
43. GOMEZ, A.; GROM, E.; FLORES, E. B. — Examen del sentido cromático con el test Farnsworth 100 Hue. *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.*, Barcelona, **32**: 255-64, 1972.
44. GONELLA, A.; AGUILAR, J.; MALBRAN, E. — Discromatopsias congenitas. *Arch. Ophthalmol.*, B. Air., Buenos Aires, **45**: 501-18, 1970.
45. GÖTHLIN, G. F. — Hemmungsprozesse in dem normalen Farbensinn mechanismus. *Ophthalmologica*, Basel, **107**: 158-77, 1944.
46. GRANIT, R. — A physiological theory of colour perception. *Nature*, London, **151**: 11-4, 1943.
47. HARDY, L. H. — Standart illuminants in relation to color testing procedures. *Arch. Ophthalmol.*, Chicago, **34**: 278-82, 1945.
48. HARDY, L. H.; RAND, G.; RITTLER, C. — Color vision and recent developments in color vision testing. *Sight Sav. Rev.*, New York, **21**: 194-203, 1951.
49. HARDY, L. H.; RAND, G.; RITTLER, C. — The H-R-R- polychromatic plates. *Arch. Ophthalmol.*, Chicago, **51**: 216, 1954a.
50. HARDY, L. H.; RAND, G.; RITTLER, C. — The H-R-R- polychromatic plates. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **44**: 509-23, 1954b.
51. HARDY, L. H.; RAND, G.; RITTLER, C. — **AO H-R-R- pseudo-isochromatic plates for detecting, classifying and estimating the degree of defective color vision**. Southbridge, American Optical Corporation, 1955. 24 p. il.
52. HARTRIDGE, H. — The polychromatic theory. *Doc. Ophthalmol.*, Den Haag, **3**: 166-93, 1949.
53. HELMHOLTZ, H. V. — Theories of vision. In: SOUTHALL, James P. C. ed **Physiological Optics**. Wisconsin, The Optical Society of America, 1924, v. 2, p. 426-34.
54. HERING, E. — Über die Hypothesen zur Erklärung der peripheren Farbenblindheit. *Albrecht von Graefes Archiv, für Klinische und experimentale ophthalmologie*, Berlin, **35**: 63-7, 1889.
55. HERING, E. — **Grundzüge der Lehre von Lichtsinn**, 2 ed. Berlin, 1924. (Apud CAMPOS 1949).
56. HERTEL, E. — **Stillings pseudo-isochromatische Tafeln zur prüfung der Farbensinnes**, 18 ed. Leipzig, Georg Thieme, 1929. 1 v. il. exams.
57. HOLMGREN, F. — Über die subjektive Farbenempfindung der Farbenblinden. *Centralbl. Med. Wiss.*, Berlin, **49**: 898-86, 1880.
58. HOUSTON, R. A. — Theory of color vision. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **45**: 589-92, 1955.
59. HURVICH, L. M. & JAMESON, D. — Color theory and abnormal red-green vision. *Doc. Ophthalmol.*, Den Haag, **16**: 409-42, 1962.
60. ISHIIHARA, P. — **Tests for color blindness**. Tokyo, Kanekara Shuppan, 1976. 38 p. il. exams.
61. JENNINGS, J. E. — Evaluation of pseudo-isochromatic tests for the detection of color blindness. *Am. J. Ophthalmol.*, Chicago, **14**: 952-8, 1931.
62. JUDD, D. B. — The 1931 I.C.E. stander observer and coordinate system for colorimetry. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **23**: 359-63, 1933.
63. JUDD, D. B. — Blue glass filters to approximate the blackboard at 6.500 °K. *Farbe*, Berlin, **10**: 31-6, 1961.
64. KETTESY, A. — Pigment anomaloscope: a new procedure for testing the colour sense. *Brit. J. Ophthalmol.*, London, **33**: 47-54, 1949.
65. KINNEY, J. A. & CHRISTINE, L. — Test of color defective vision using the visual evoked response. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **64**: 224-50, 1974.
66. KUHNE, W. — Zur Photochemie der Netzhaut Untersuchungen Physiol. *Inst. Univ. Heidelberg*, Berlin, **1**: 1-14, 1878.
67. LAKOWSKI, R. — Theory and practice of colour vision testing: a review. Part 1. *Brit. J. Ind. Med.*, London, **26**: 173-83, 1969.
68. LANTHONY, M. M. & DUBOIS-POULSEN, A. — Le Farnsworth 15 desaturé. *Bull. Soc. Ophthalmol. Fr.*, Paris, **73**: 861-6, 1973.
69. LANTHONY, M. M. — Etude de la saturation au cours des dyschromatopsies acquises au moyen de 18 Album de Munsell. *Ann. Ocul.*, Paris, **207**: 741-51, 1974.
70. LE GROSS, C. W. E. & CHACKO, L. L. — A possible central mechanism for colour vision. *Nature*, London, **160**: 123-4, 1947.
71. LINKSZ, A. — **An essay on color vision tests** New York, Grune & Straction, C. 1964. 254 p.
72. LINKSZ, A. — The Farnsworth Panel D15 test. *Am. J. Ophthalmol.*, Chicago, **62**: 27-37, 1966.
73. LOMONOSOV, M. V. — **Oratio de origine lucis, sistem novam theoriam colorum**. St.

- Petersburg, Academy of Sciences, 1776. (Apud BRINDLEY, 1957).
74. LORT, M. — An account of a remarkable imperfection of sight. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. (Biol.)*, London, **68**: 611-8, 1779.
 75. MAXWELL, J. C. — On the theory of compounds colorus and the relation colours of the spectrum. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. (Biol.)*, London, **150**: 57-84, 1861.
 76. MUNSELL, A. H. — Munsell color system. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **30**: 573-645, 1942.
 77. MUNSELL, A. H. — A color notation. 10 ed. Baltimore, Munsell Color, 1954.
 78. NAGEL, W. A. — Zur Apparate für die augenärztliche Funktionprüfung: Adaptometer und klei Spektralphotometer (Anomaloskop) *Ztschr. F. Augenheilkd.* Berlin **17**: 201-9, 1907.
 79. NEWTON, I. — *Opticks*, London, Sam Smith, 1704. (Apud BRINDLEY, 1957).
 80. PARSONS, J. H. — *An introduction to the study of colour vision*. 2 ed. Cambridge, University Press, 1924.
 81. PERDIEL, G. — Le test de Farnsworth 100 Hue. *Ann. Ocul.*, Paris, **195**: 120-30, 1962.
 82. PINCKERS, A. — Combined Panel D15 and 100 Hue recording. *Ophthalmologica*, Basel, **163**: 23-24, 1971.
 83. POLLACK, A. — Anomalies du sensé chromatique. In: BAILLIARI, P.; COUTELA, C.; REDSLOB, E.; VELTER, E. — *Traité d'Ophthalmologie*. Paris, Masson, 1939. v. 3, p. 339-96.
 84. POLLACK, A. — *Atlas pour l'examen de la vision des couleurs*. Paris, Girard, s.d.
 85. PRIESTLY, J. — Huddart's account of the shoemaker Harris. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. (Biol.)*, London, **67**: 1420, 1777.
 86. RABKIN, E. B. — *Polychromatic plates for color sense examination*. Kiev, State Medical Publishing Board, 1936.
 87. RAND, G. & RITTLER, C. — An evaluation of the H-R-R- pseudo-isochromatic plates. *Arch. Ophthalmol.*, Chicago, **56**: 736-42, 1956.
 88. RAYLEIGH, H. — Experiments on colour. *Nature*, London, **25**: 64-6, 1881.
 89. RIBEIRO-GONÇALVES, E. — *Anátomo-fisiologia da retina. Bases eletrofisiológicas*. Anais do II Curso de Retina da Clínica Oftalmológica da U.F.M.G. e do I Curso de Retina da Sociedade Brasileira de Retina, 1976 (no prelo).
 90. RICHARD, F. — Contribution á la théorie trichromatique des couleurs. *Arch. Psychol.*, Neuchatel, **32**: 177-208, 1948.
 91. RIGGS, L. A. — Electrical evidence on the trichromatic theory. *Invest. Ophthalmol.*, St. Louis, **6**: 6-17, 1967.
 92. ROTH, M. A. — Le test 28 Hue selon Farnsworth. *Bull. Soc. Ophthalmol. Fr.*, Paris, **66**: 231-8, 1966.
 93. RUSHTON, W. A. H. — The chemical basis of colour vision. *New Sci.*, London, **235**: 374-7, 1961.
 94. RUSHTON, W. A. H. — A cone pigment in the protanope. *J. Physiol.*, London, **168**: 345-59, 1963.
 95. RUSHTON, W. A. H. — A visual pigment in the deuteranope. *J. Physiol.* London, **169**: 31-7, 1964.
 96. RUSHTON, W. A. H. — Densitometry of pigments in rods and cones of normal and color defective subjects. *Invest. Ophthalmol.*, St Louis, **5**: 233-41, 1966.
 97. SCHMIDT, I. — The I.C.E. colorimetric standards and their use. *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.*, New York, **33**: 5-15, 1931.
 98. SCHMIDT, I. — Some problems related to testing color vision with the Nagel Anomaloscope. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **45**: 514-22, 1955.
 99. SCHROEDER, A. — Thoery on the receptor mechanisms in color vision. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **50**: 945-9, 1960.
 100. SHIPLEY, T.; WAINE, R.; FRY, A. — Intensity and evoked occipitogram in man. *Vision Res.* Oxford, **6**: 657-67, 1966.
 101. SLOAN, L. L. — A quantitative test for measuring degree of red green deficiency. *Am. J. Ophthalmol.*, Chicago, **27**: 941-9, 1944.
 102. SLOAN, L. L. & HABEL, A. — Tests for colour deficiency based on the pseudo-isochromatic principel. *Arch. Ophthalmol.*, Chicago, **55**: 229-39, 1956.
 103. STILLINGS, S. — Einige Bemerkungen über Farberprüfung. *Centralbl. Praft. Eugenheilkd*, Berlin, **3**: 35-41, 1880.
 104. SVAETICHIN, G.; NEGISHI, K.; FATEH-CHAND, R. — Cellular mechanisms of a Young-Hering Sistem. In: De Reuck, A.U.S. *Ciba Collection on Color Vision*, Boston, Little Brown, 1965.
 105. TRENDELEMBURG, W. — über für Anomaloskop geeinnetste Lichtqualität. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, Stuttgart, **102**: 769-88, 1939.
 106. TRUSIEWIDZOWA, D. — Zastosowanie sztucznego źródła światła do badań zdolnościwidzenia barwa pomocz tablic pseudoizochromatycznych. *Klin. Oczana*, Waszawa, **43**: 1321-5, 1973.
 107. TUBERVILLE, D. — Several remarkable cases in physick relating chiefly to the eyes. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. (Biol.)*, London, **14**: 738-9, 1964.
 108. UMAZUME, K. — *Tokyo Medical College Color Vision Test*. Tokyo, Murakami, Color Research Lab., 1957.
 109. UMAZUME, K.; HARUTAKE, M. — *Tokyo Medical College Color Vision Test. Farbe*, Berlin, **11**: 269-71, 1962.
 110. VENTURA, L. C. — *Estudo do senso cromático nas ambliopias refracional e estrabismica*. Belo Horizonte, Faculdade de Medicina da U.F.M.G., 1973, 70 p. (Tese de Doutoramento).
 111. VERRIEST, G. — Further studies in acquired deficiency of color vision. *J. Opt. Soc. Am.*, Lancaster, **53**: 185-96, 1963.
 112. VERRIEST, G. — *Les déficiences acquises de la discrimination chromatique*. Bruxelles, Imp. Medicale et Scientifique, 1964. Separata de Mémoires de l'Academie Royale de Médecine de Belgique. 2 Ser. 4(5): 37-327, 1964.
 113. VOS, J. J.; VERKAIK, W.; COOGAART, J. — The significance of the TMC and HRR color viison tests to red-green defectiveness. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, Chicago, **49**: 847-59, 1972.
 114. WALBRAVEN, P. & BOUMAN, M. A. — Fluctuation theory of color discrimination of normal trichromats *Vision Res.*, Oxford, **6**: 567-86, 1966.
 115. WRIGHT, W. D. — *The measurement of colour*. London, Adam Hilder, 1944, 223 p.
 116. WRIGHT, W. D. — Color vision. *Surv. Ophthalmol.*, Baltimore, **2**: 476-93, 1957.
 117. YOUNG, T. — On the theory of lights and colours. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. (Biol.)*, London, **12**: 387-97, 1802.