



# VISÃO DAS CORES

## AUTOR

**Luigi Bilotto** : Brien Holden Vision Institute, Public Health Division, Sydney, Australia

## REVISÃO DE PARES

**Bina Patel** : New England College of Optometry, Boston, United States

## ESTE CAPÍTULO INCLUI UMA REVISÃO DE :

- Visão das cores normal
- Deficiência em visão das cores
- Avaliação da visão das cores
- Placas pseudo-isocromáticas
- Testes de ordenação de cores.

## INTRODUÇÃO

Visão das cores é a função visual que nos permite perceber a variação dos comprimentos de onda físicos que estão compreendidos no espectro visível.

## VISÃO DAS CORES NORMAL

As pessoas com visão das cores normal são denominadas tricromatas. Os tricromatas têm 3 tipos diferentes de fotoreceptores tipo cone na retina, os quais contêm fotopigmentos que absorvem os comprimentos de onda da luz dentro do espectro visível.

- Eritrolabe refere-se ao fotopigmento que absorve o comprimento de onda vermelho.
- Clorolabe refere-se ao fotopigmento que absorve o comprimento de onda verde.
- Cianolabe refere-se ao fotopigmento que absorve o comprimento de onda azul.

Todos os tons espectrais podem ser combinados através de uma mistura aditiva das três cores primárias retiradas das partes do espectro referentes aos comprimentos de onda longos (vermelho), médios (verde) e curto (azul) (Fig.11.1).



**Figura 11.1:** Cores do arco-íris visto por um indivíduo com visão das cores normal

## EFICIÊNCIA EM VISÃO DAS CORES

A deficiência em visão das cores pode ser congênita ou adquirida.

### DEFICIÊNCIA DAS CORES CONGÊNITA

Aproximadamente 4% da população total tem deficiências de cor congênitas, das quais 95% são homens. As deficiências podem apresentar-se como anomalias parciais as quais são as mais comuns, ou como uma ausência completa de um fotopigmento de um cone que engloba o sistema de pigmentação na retina.

Certas abreviações são atribuídas a cada parte do sistema de pigmentação da retina:

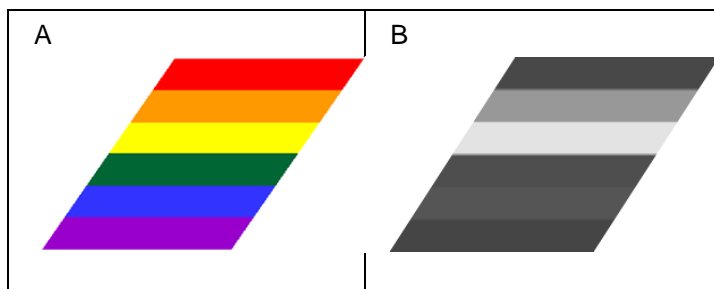
- Prot refere-se ao vermelho ou ao pigmento do sistema eritrolabe do cone
- Deut refere-se ao verde ou ao pigmento do sistema clorolabe do cone
- Trit refere-se ao azul ou ao pigmento do sistema cianolabe do cone

Existem três tipos diferentes de deficiência das cores que estão baseadas na quantidade de cores do sistema de pigmentos do cone que são necessárias para fazer o ajuste de uma cor num anomaloscópio, um aparelho especialmente utilizado para distinguir as diferentes deficiências de cor. O paciente deve ajustar a relação de luz verde e vermelha para obter uma luz amarela igual, no que diz respeito ao tom, brilho e saturação.

### TIPOS DE DEFICIÊNCIAS DE COR

#### MONOCROMATISMO

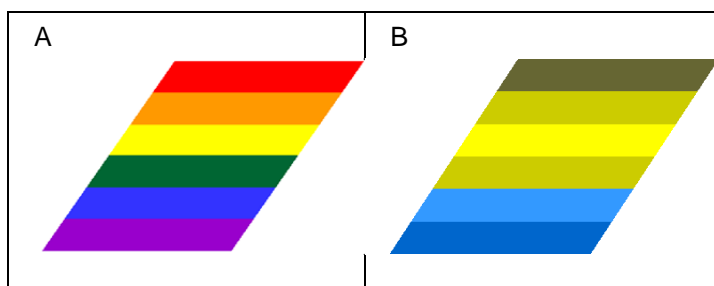
Os **monocromatas** têm ausência de dois ou dos três pigmentos dos cones. Existem dois tipos, os monocromatas de bastonetes ou típico e monocromata de cones ou atípico. O **monocromata de bastonetes** não tem sistema fotópico funcional. As pessoas com monocromatismo de bastonetes normalmente têm disfunção macular, nistagmus e baixa visão. O monocromata de cones tem um fotopigmento de cone funcional do sistema fotópico. As pessoas com monocromatismo de cones podem ser ainda caracterizadas por monocromatas vermelho, verde ou azul. O monocromata vermelho ou verde tem acuidade visual reduzida mas adequada enquanto o monocromata azul tem uma acuidade visual muito baixa. Todos os tipos de monocromatismo os quais são extremamente raros levam a uma impossibilidade na discriminação da cor (Fig.10.2b).



**Figura 11.2:** (a) Cores do arco-íris observadas por um indivíduo com visão das cores normal; (b) Cores do arco-íris observadas por um indivíduo com monocromatismo

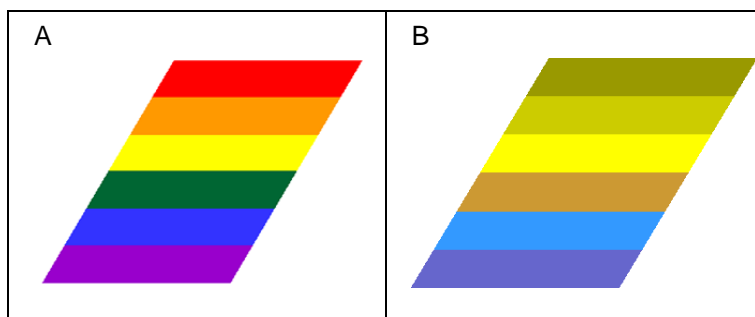
Os **dicromatas** têm um defeito absoluto ou ausência completa numa parte do sistema de pigmentos dos cones. O dicromatismo pode-se separar em Protanopia, Deuteranopia e Tritanopia. Em todos os dicromatas existe um ponto **neutral dentro** do espectro. Em condições fotópicas, é o ponto que aparece acromático. Não existe tom presente no ponto neutral pois é a posição na qual os restantes dois pigmentos estão equilibrados.

A **protanopia** é uma anomalia do eritrolabe. Existe uma perda de luminosidade na extremidade vermelha do espectro. Estes indivíduos experienciam confusões na cor ou dificuldade entre verde, amarelo e vermelho. Por exemplo, a cor vermelha é percebida como sendo mais escura talvez semelhante ao castanho (Fig. 11.3b). Finalmente a sua sensibilidade espectral desvia-se na direcção dos comprimentos de onda mais curtos.



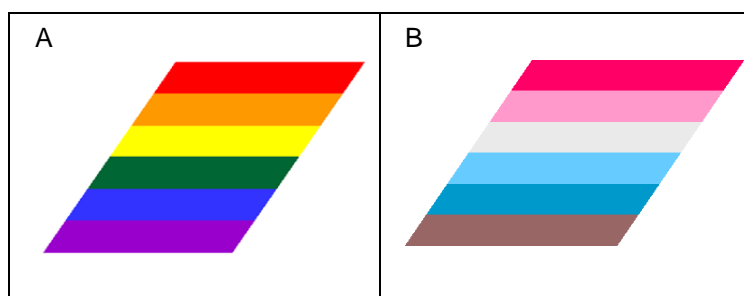
**Figura 10.3:** (a) Cores do arco-íris vistas por um indivíduo com visão de cor normal; (b) Cores do arco-íris vistas por um indivíduo com protanopia

**Deuteranopia** é uma anomalia do clorolabe. Existe uma perda de luminosidade na parte verde do espectro. Estes indivíduos experienciam confusões de cor e dificuldade em discriminar entre o verde, amarelo e vermelho (Fig. 11.4b). A sua sensibilidade espectral não se altera.



**Figura 11.4:** (a) Cores do arco-íris vistas por um indivíduo com visão de cor normal; (b) Cores do arco-íris vistas por um indivíduo com deuteranopia

**Tritanopia** é uma anomalia do cianolabe. Existe uma perda de luminosidade na extremidade azul do espectro (Fig.11.5b). A sua sensibilidade espectral muda em direcção aos comprimentos de onda mais longos.



**Figura 10.5:** (a) Cores do arco-íris vistas por um indivíduo com visão de cor normal; (b) Cores do arco-íris vistas por um indivíduo com tritanopi

## TRICROMATICIDADE ANÓMALA

Os **tricromatas anómalos** têm um defeito parcial ou alteração de uma parte do sistema de fotopigmento dos cones. Os tricromatas anómalos são divididos em:

- Protanómalos Tricromatas
- Deuteranómalos Tricromatas
- Tritanómalos Tricromatas

Os ajustes de cor dos tricromatas anómalos aparecem ligeiramente diferentes devido ao defeito, mas não existem confusões na cor. As pessoas com estes tipos de defeitos normalmente não estão de acordo quanto à tonalidade exacta da cor.

**Tabela 11.1 Classificação da Deficiência de Cor Congénita**

Designação (baseada no número de fotopigmentos dos cones)				Prevalência Masculino (Feminino)	Discriminação do tom
1	Monocromata	Típico ou Bastonete		0.003	Ausente
		Atípico, Incompleto ou Cone		0.000001	Ausente
2	Dicromata		Protanope	1 (0.01)	Severamente Incapacitado
			Deuteranope	1 (0.01)	
			Tritanope	0.002	
3	Tricromata	Anómalo (2 normal; 1 defeituoso)	Protanope	1 (0.01)	Incapacidade Variável
			Deuteranope	5 (0.25)	
			Tritanope	residual	
			Normal		92 (910.6)

## DEFICIÊNCIAS DE VISÃO DE CORES ADQUIRIDAS

As deficiências de visão de cor adquiridas estão normalmente associadas com trauma, toxicidade a drogas ou doença. Estas todas têm potencial para afectar a retina ou o nervo óptico. Pessoas com deficiências de cor adquiridas apresentam na maioria um defeito no azul - amarelo. A deficiência de cor pode estar presente antes do paciente experienciar sensibilidade à luz ou redução na acuidade visual.

## TESTE DE VISÃO DE CORES

O teste de rotina de visão de cores cobre os vários objectivos clínicos necessários a um cuidado apropriado do paciente. Primeiro ajuda no diagnóstico da deficiência da cor e em segundo permite a distinção entre deficiências adquiridas e hereditárias. Contribui ainda para a avaliação e quantificação da função da retina e do nervo óptico.

Os testes presentes funcionam através da exploração da dificuldade de discriminação de cor sentida por pessoas com deficiências de cor. Existem dois tipos de testes para utilização em clínica:

## PLACAS PSEUDO-ISOCROMÁTICAS

Os testes com as placas pseudo-isocromáticas (PPI) requerem que o paciente identifique um símbolo feito de pontos coloridos de tamanho variável, num fundo colorido. A figura e o fundo são escolhidos de forma que o símbolo seja confundido por pacientes com deficiência de cor. Existem muitos tipos disponíveis. As mais comuns são os testes de Hardy Rand Rittler (HRR) e Dvorine.

## PLACAS PSEUDO-ISOCROMÁTICAS DE ISHIHARA

### Instrumentação:

- Teste das placas pseudo-isocromáticas

### Procedimento:

1. A AV do paciente deve ser melhor que 6/60 (0.1) de forma a efectuar o teste.
2. Uma boa iluminação é absolutamente necessária; A lâmpada padrão é a lâmpada de Macbeth Easel.
3. teste é efectuado monocularmente.
4. teste é seguro a 75 cm em frente do paciente.
5. As placas devem ser perpendiculares ao eixo visual.
6. tempo de observação deve ser de pelo menos 3 segundos e não superior a 5 segundos.
7. É pedido ao paciente para identificar os dígitos apresentados na placa.
8. Pode ser pedido aos pacientes para alternativamente traçar os dígitos (ou padrões de traçado) utilizando um aplicador com uma ponta de algodão, se estes não conseguirem identificar os números.
9. A 1ª placa é de demonstração e todas que todas as pessoas deveriam ver. Os pacientes que não consigam ver o número podem não ter percebido as instruções, estar a fingir ou ter uma diminuição significativa da AV.
10. As placas do 2 ao 7 são **placas de transformação** com os normais a verem o número correcto enquanto que os pacientes com deficiência da cor lêem outro número.



11. As placas do 8 ao 13 são **placas invisíveis** com os normais a verem mas as pessoas com deficiência de cor a não serem capaz de ver.
12. As placas do 14 e 15 são **placas com desenhos escondidos** com os normais a não serem capaz de ver um número mas a pessoa com deficiência de cor a ser capaz de o fazer.
13. As placas 16 e 17 são **placas de diagnóstico** as quais ajudam a determinar a severidade da deficiência.
14. As placas do 18 ao 24 são **placas com traçado** as quais podem ser usadas para indivíduos que são iletrados ou para crianças.

**Tabela 11.2 Quadro de resultados das Placas pseudo-isocromáticas de Ishihara**

Placa	Normais	Defeito Vermelho-Verde				Total Cegueira de Cor
1	12	12				12
2	8	3				X
3	29	70				X
4	5	2				X
5	3	5				X
6	15	17				X
7	74	21				X
8	6	X				X
9	45	X				X
10	5	X				X
11	7	X				X
12	16	X				X
13	73	X				X
14	X	5				X
15	X	45				X
		Protan		Deutan		
		Fort e	Le ve	Fort e	Lev e	
16	26	6	(2) 6	2	2 (6)	
17	42	2	(4) 2	4	4 (2)	

A marca X indica que a placa não pode ser lida. O espaço em branco indica que a leitura é indefinida. Os números entre parênteses mostram que eles podem ser lidos mas não estão claros comparativamente.

**Método abreviado:**

(Normalmente utilizado em clínica para demorar menos tempo)

- As 7 placas do lado esquerdo são utilizadas para testar o olho direito do paciente e vice-versa.
- Através deste método são testadas 8 placas em cada olho (a primeira placa é testada em ambos os olhos)

Exemplo: OD: 1,3,5,7,9,11,13,15

OS: 1,2,4,6,8,10,12,14

- Se o paciente identificar alguma placa incorrectamente, então o examinador deve apresentar as 17 placas

**Registo dos resultados:**

- O critério de classificação é definido como:

Normal: < ou = a 4 erros em 17 placas

Falha: > ou = to 5 erros em 17 placas

- O examinador regista os resultados anotando o # correcto de placas / # total de placas seguidas pelo tipo de placas usadas. As placas que não foram vistas podem também ser anotadas de forma a ajudar a determinar o defeito de visão de cor.

Exemplo: 7/7 OD, 7/7 OS Ishihara

Exemplo: 12/17 OD, 11/17 OS Ishihara

Se possível, o tipo de defeito de visão de cor é determinado e anotado utilizando o Quadro de Resultados fornecido (Tabela 11. 2).

**TESTE DE HARDY RAND RITTLER (HRR)**

O teste de HRR foi desenvolvido por Hardy, Rand e Rittler e publicado pela American Optical em 1955. Desde então, foi revisto várias vezes com a versão actualmente distribuída a ser o Teste Richmond HRR.

O HRR foi desenhado para:

- A despistagem de indivíduos com visão das cores normal ou deficiente.
- Fornecer uma avaliação qualitativa do defeito de cor através da detecção do defeito como sendo protan, deutan ou tritan.
- Fornecer uma avaliação quantitativa do defeito de cor através da classificação do grau de deficiência como sendo, leve, moderado ou forte.

Enquanto o teste de Ishihara é provavelmente o teste mais utilizado para despistagem de defeitos protan e deutan, ele não é capaz de fazer a avaliação de defeitos de cor azul (tritan). O teste HRR por outro lado enquanto usa os mesmos princípios de teste tal como o teste de Ishihara é ligeiramente superior na capacidade de detectar defeitos protan, deutan e tritan. Apenas podem ser identificados defeitos tritan moderados ou severos. Enquanto as placas de classificação são efectivas, o teste é incapaz de distinguir dicromatas e tricromatas anómalos severos.

**Instrumentação:**

- Placas pseudo-isocromáticas HRR
- Folha de classificação laminada
- Pente de pêlo de camelo (para evitar que o paciente toque as placas de cor)

**Procedimento:**

1. "set up" do teste e os requisitos são semelhantes ao do teste de Ishihara.
2. teste HRR é composto por 24 placas, em que cada placa contém 1 ou 2 símbolos, os quais podem ser uma cruz, círculo ou um triângulo. Os símbolos incluem pontos coloridos os quais aparecem num fundo de pontos cinzentos.
3. A primeira placa é uma demonstração que todas as pessoas deveriam ver. Os pacientes que não vêem o número podem não ter percebido as instruções, estar a fingir ou ter uma diminuição significativa da AV.
4. Existem **4 placas de demonstração** com os símbolos a serem vistos por todos os indivíduos, incluindo aqueles com deficiência de cor. Uma das placas não tem um símbolo de forma a que o paciente perceba que pode existir uma placa onde não veja o símbolo.
5. Existem **6 placas de despistagem**, 4 para deficiências protan-deutan e 2 para deficiências tritan. As cores dos símbolos estão nas áreas de confusão cromática protan, deutan e tritan. Os pacientes com deficiências específicas severas não irão ver os símbolos com cores compreendidas nas áreas de confusão específica, no entanto, irão ver outros símbolos os quais não caem nas outras áreas de confusão.
6. Existem 14 placas diagnósticas as quais ajudam a classificar a severidade da doença. Dez placas são para os defeitos protan, deutan e 4 placas para os defeitos tritan.

**TESTES DE ORDENAÇÃO DE COR**

Os mais comuns são os testes de tom Farnsworth D-15 e Farnsworth 100. Eles são normalmente utilizados quando as placas pseudo-isocromáticas falharam ou se o examinador gostaria de ter uma classificação mais detalhada do defeito de cor. Os testes de ordenação de cor classificam os defeitos de visão de cor como protan, deutan ou tritan, mas eles são incapazes de distinguir dicromatas de tricromatas anómalos. É utilizada uma folha de resultados para registar a ordem na qual o paciente ordenou as tonalidades em relação à sua sequência correcta. Uma vez que a sequência é registada é então colocada no gráfico de análise. A deficiência de cor irá ser paralela ao eixo de confusão de cor.

**FARNSWORTH D-15**

O Farnsworth D-15 consiste em 16 cápsulas coloridas. As 16 cores diferentes são seleccionadas do círculo de cor do sistema de Munsell. As amostras de cor escolhidas são igualmente espaçadas em torno do círculo de cor do sistema de Munsell. Assim, a distinção entre cápsulas adjacentes é bastante clara para uma pessoa com visão de cor normal. As pessoas com defeitos de cor severos têm confusões de cor significativas e irão efectuar erros de arranjo significativos ao efectuar o teste. As pessoas com defeitos de cor leves têm confusões de cor mínimas e na generalidade não irão fazer erros de ordenação significativos ao efectuar o teste. Consequentemente, o Farnsworth D-15 é utilizado para diferenciar entre **deficiências de cor severas** na quais o paciente falha e entre **deficiências de cor leves a moderadas** na quais o paciente passa.





## BIBLIOGRAPHY

1. Scheiman M and Wick B. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. 3rd Edition. Lippincott, Williams and Wilkins. Philadelphia. 2008.
2. Benjamin WJ. *Borish's Clinical Refraction*. WB Saunders Company. Philadelphia. 1998.
3. Elliot DB. *Clinical Procedures in Primary Eye Care*. Butterworth-Heinemann. Oxford. 2001.
4. Eskridge JB, Amos JF and Bartlett JD. *Clinical Procedures in Optometry*. JB Lippincott Company. Philadelphia. 1991.