



UMA FANTÁSTICA VIAGEM AO MUNDO DAS CORES E SENSações



Vanderlei S. Bagnato



Índice

UMA FANTÁSTICA VIAGEM AO MUNDO DAS CORES E SENSações.....	1
I - O UNIVERSO NÃO É PRETO E BRANCO	1
II - O KIT E SEUS COMPONENTES.....	8
Experimento 1. As cores primárias e sua soma.....	10
Experimento 2. Soma com diferentes intensidades.....	12
Experimento 3. A cor dos objetos que iluminamos.....	12
Experimento 4. Os objetos que transmitem luz.....	14
Experimento 5. A subtração das cores.....	16
Experimento 6. A visão estereoscópica (o olho e o cérebro).....	17
Experimento 7. Ilusões de óptica com imagens	19
Experimento 8. “Tempo de resposta do olho”.....	20
Experimento 9. Solte a imaginação.....	21

UMA FANTÁSTICA VIAGEM AO MUNDO DAS CORES E SENSAÇÕES

I - O universo não é preto e branco

Apesar de ouvirmos constantemente que o Universo é mecânico, temos que lembrar que ele é também colorido. A luz acaba tornando tudo ao nosso redor visível e em cores. A mecânica está por trás dos movimentos da distribuição da massa enquanto a luz nos revela sua composição, sua distância, seu tamanho e mesmo sua idade. Para entendermos a maravilha toda ao nosso redor, é preciso que tenhamos um entendimento da luz, de sua interação com a matéria, e principalmente como enxergamos tudo isto. O entendimento da luz, sua natureza e suas propriedades faz parte de uma importante área da Física, denominada de "Óptica Física". Nela aprendemos a chamada natureza eletromagnética para a luz e os fenômenos associados com isto. Um destes fenômenos é a interação da luz com a matéria, fato preponderante para entendermos como enxergamos os objetos ao nosso redor. a coleção de experimentos dentro deste KIT, tornara você familiarizado com todos estes conceitos.

Vamos começar explicando a chamada **natureza eletromagnética da luz**.

Foi o grande Físico J. C. Maxwell quem propôs que a luz e os fenômenos elétricos e magnéticos têm tudo haver um com o outro. Maxwell mostrou que a luz é uma onda de eletricidade que caminha pelo espaço. Como toda onda, ela apresenta variações periódicas no espaço e no tempo. A periodicidade espacial é chamada de comprimento de onda (λ) enquanto a quantidade de oscilações por unidades de tempo caracteriza a chamada frequência (f).

Embora não seja fácil visualizar diretamente a luz, podemos fazer um esforço de imaginação para representar a onda eletromagnética, como na fig. 2.

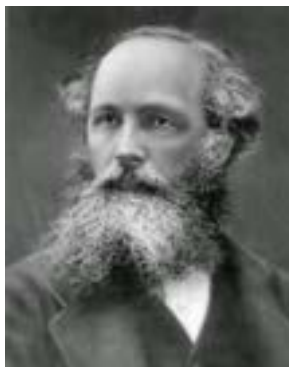


Fig. 1. J.C MAXWEL

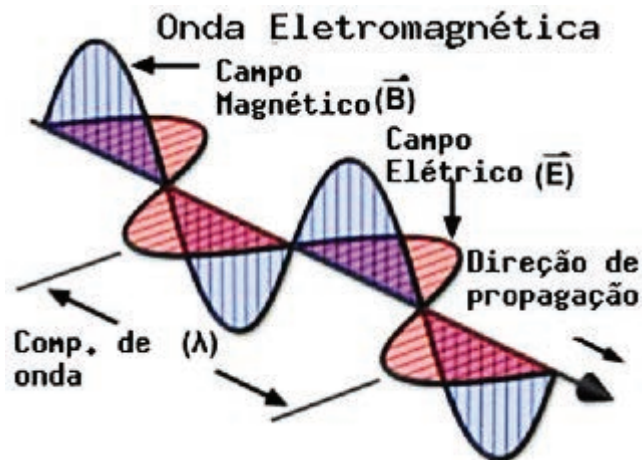


Fig.2. Configuração espacial de campos propagantes caracterizando a luz.

Se pudéssemos tirar uma foto de um feixe de luz se propagando no espaço, teríamos aquilo que podemos chamar de um congelamento dos campos que compõe a luz. Perpendicular á direção de propagação, teríamos campos elétricos (E) que ao longo da propagação sobem e descem.

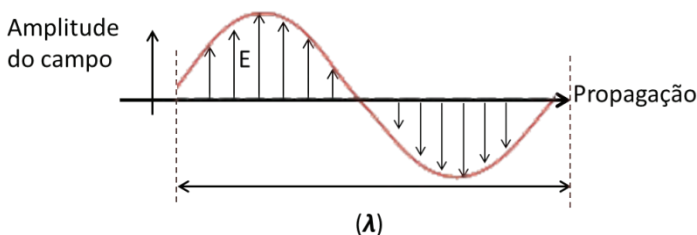


Fig.3. A distância percorrida para que o campo volte a ter o mesmo valor e sentido, é a definição do comprimento de onda. O mesmo acontece com o campo magnético só que num plano perpendicular ao plano no qual o campo elétrico oscila.

Na visão, como na fig.3, congelamos o tempo, verificando, como que, neste único instante de tempo ocorre a variação espacial da componente elétrica da onda eletromagnética. Poderíamos agora fazer diferente, congelar o espaço e verificar como que este mesmo campo varia no tempo. Isto pode ser feito se fixar um observador numa posição e verificar como que o campo varia com o passar do tempo naquela específica posição. O resultado está mostrado na fig.4.

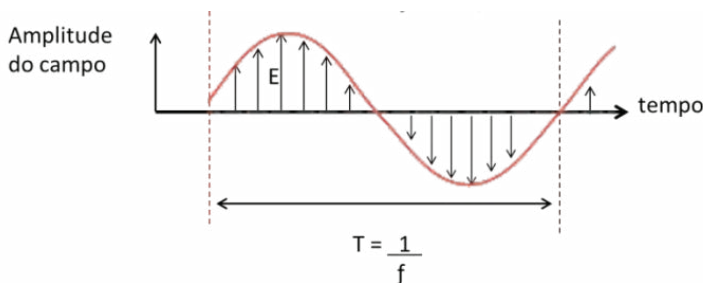


Fig.4. Observação temporal revela uma amplitude que oscila para cima e para baixo. O tempo para que o campo saia de certa situação e retorne a ela é o chamado período de oscilação (T) e seu inverso fornece a frequência da oscilação (f). Como em um período, a amplitude do campo elétrico de uma oscilação completa, significa que propagou no espaço a quantidade.

Desta forma a velocidade da onda no caso a luz

$$c = \frac{\lambda}{t}$$

o $c = \lambda.f$

Segundo Maxwell, toda radiação eletromagnética, propaga-se com velocidade c ($= 3000.000\text{km/s}$) no vácuo, então comprimento da onda e frequência estão sempre ligados.

Dependendo da região de frequência (ou equivalentemente de comprimento de onda), a radiação eletromagnética receberá nomes diferentes, formando o chamado espectro das radiações eletromagnética como mostra a fig.5.

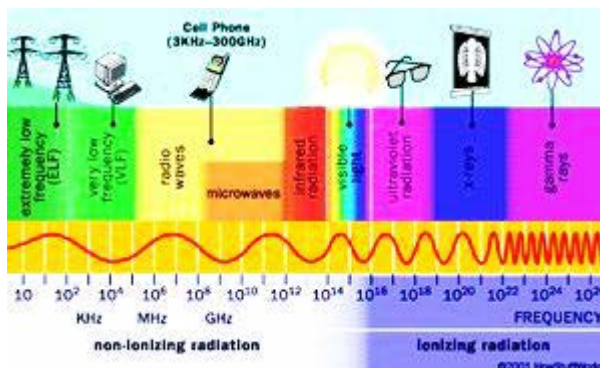


Fig.5. Para cada região de frequência, o mesmo fenômeno físico recebe diferentes nomes.

A região da chamada luz - visível, corresponde a uma região espectral bastante pequena, comparada com o todo.



Fig.6. Região do espectro visível.

Em termos de comprimento de onda o espectro visível está mostrando na fig.6. Aqui o comprimento de onda está expresso em unidades de 10^{-9} m, chamado de nanômetro (nm).

Agora que temos uma boa noção sobre a luz, temos que entender um pouco dos fundamentos de sua interação com a matéria. Para isso temos que lembrar que a matéria é feita de átomos e moléculas. Mais importante do que isto é entender que a matéria é na sua essência, cargas elétricas. Por convenção, os elétrons, são negativos e os prótons contidos no núcleo são positivos. A matéria macroscópica é sempre um balanço de forças entre estas cargas, dando origem às estruturas moleculares, sólidos, líquidos e tudo ao nosso redor. É importante lembrar que na matéria usual, a massa está contida nos núcleos, mas quase todas as propriedades dependem essencialmente dos elétrons. Costumamos dizer que a química de quase tudo ao nosso redor depende dos elétrons, de como estão distribuídos e quão facilmente eles podem ser transferidos de um átomo para outro.

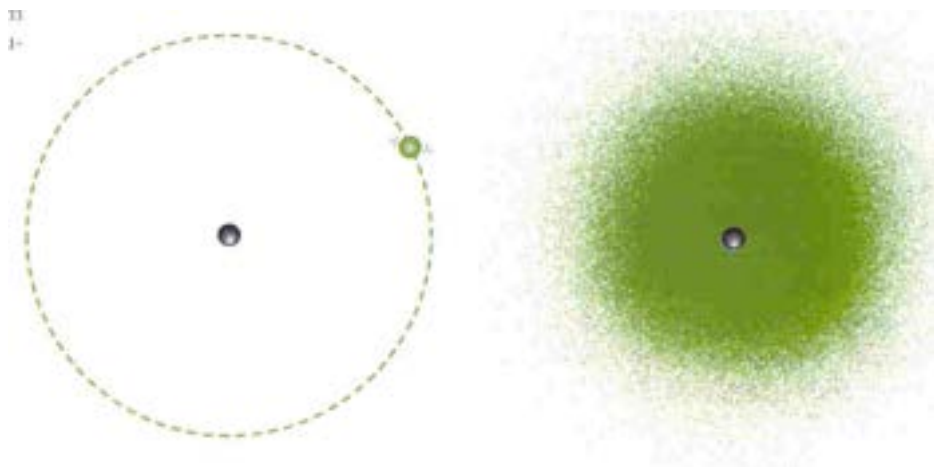


Fig.7. A essência da matéria: átomos e cargas. A visão mais simples do elétron girando ao redor do núcleo, e a visão mais realística do elétron distribuído numa nuvem ao redor do núcleo.

Sendo a matéria essencialmente feita de cargas e a luz de eletricidade é natural que haja uma forte interação entre eles. Quando o campo elétrico da luz atinge a matéria, ele age essencialmente nas cargas, fazendo sobre elas a chamada força elétrica ($F = qE$). O produto da carga pelo campo fornece a amplitude da força. Como o elétron é muito mais leve do que o núcleo, a força produz efeitos maiores nos elétrons. Do ponto de vista da física moderna (a chamada visão quântica) o elétron, preso ao núcleo não deve ser imaginado como uma partícula girando ao redor do núcleo (como indicado na fig.7), mas como uma nuvem de cargas ao redor do núcleo. Esta nuvem de cargas caracteriza o chamado orbital eletrônica, e é neste orbital que queremos mostrar como que a luz interage com a matéria. Para simplificar vamos imaginar o esquema da figura 8 com o núcleo positivo centrado na nuvem eletrônica negativa (Fig. 8).

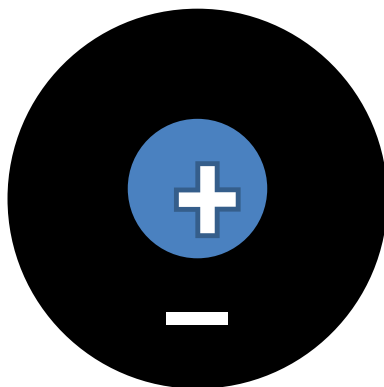


Fig.8. Os elétrons no átomo, se distribuem como nuvem de cargas (-) ao redor do núcleo.

Estas nuvens é que da origem às ligações químicas em diferentes termos e a infinitudes de coisas ao nosso redor. Apesar de esta nuvem ter vários formatos, vamos, por simplicidade imaginar apenas a distribuição esférica de cargas.

Para entender o que ocorre na interação da luz com a matéria, vamos imaginar uma pequena porção de matéria que é um átomo e sobre ele incidindo um feixe de luz.

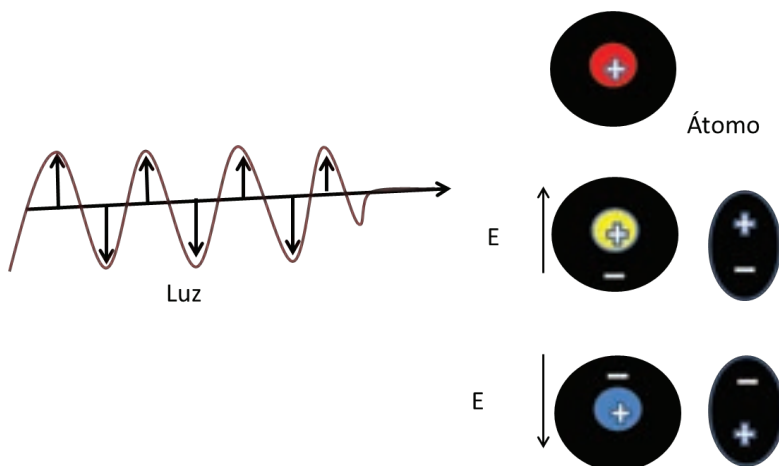


Fig.9. Antes da luz interagir com o átomo, a distribuição de cargas é esfericamente simétrica. Após a interação a nuvem eletrônica se desloca ficando mais alongada.

Quando a luz encontra os átomos a força feita pelo campo elétrico da luz, desloca a nuvem eletrônica. Como o campo é oscilante, a carga passa a oscilar absorvendo desta forma a energia contida na luz. Dependendo da forma com que a nuvem eletrônica se encontra presa nos núcleos, para cada frequência da luz ela vai oscilar mais ou menos. A carga oscilante por sua vez emite luz (este também é um dos achados da teoria de Maxwell). É através deste fantástico mecanismo das interações dos campos com as cargas que ocorre a maioria dos fenômenos ópticos ao nosso redor. Dependendo de como estão distribuídas as cargas na matéria, determinadas frequências ou comprimentos de onda da luz são absorvidos ou emitidos. As chamadas moléculas pigmentadas das plantas são características por selecionarem bem um certo comprimento de onda para ser absorvido ou emitido, dando a elas cores especiais.

As cores dos objetos ao nosso redor são consequência deste complexo mecanismo de absorções - emissões. Após entendermos a natureza da luz e a forma básica de sua interação com a matéria, temos que entender **como enxergamos as coisas**.

Nosso olho tem uma parte de manipulação da direção dos raios de luz (basicamente elementos de óptica geométrica), e uma parte de detecção da luz (muito fotoquímica), é essencialmente transparente (cristalina e humor vítreo) e tem a função de formar e transmitir as imagens.

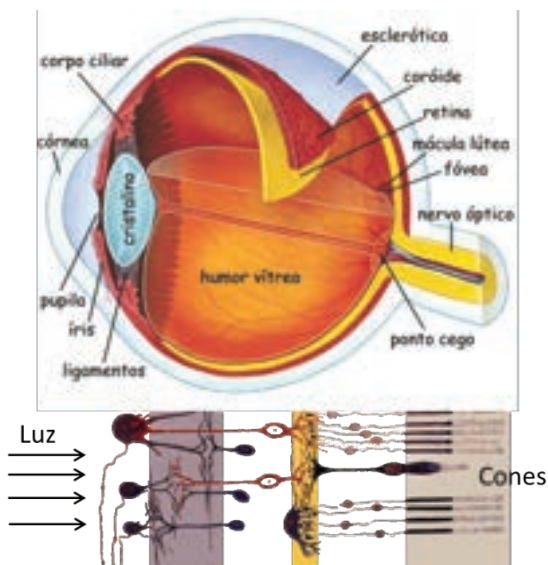


Fig.10. A parte dos detectores está localizada no fundo do olho e é basicamente composta das chamadas bastonetes e os chamados cones.

Enquanto os bastonetes (em maior numero) detectam a quantidade de luz (intensidade), os cones detectam as cores. Quando a luz chega aos cones, uma reação química ocorre em cada um produzindo os sinais que serão transmitidos ao cérebro. O olho humano tem apenas 3 tipos de cones capazes de detectar luz nas cores: vermelho, verde, azul. Estes são, na verdade, as únicas cores capazes de se detectar e portando são chamadas de cores primárias. Quando mais de um cone é acionado pela luz, ao mesmo tempo começamos a ter a sensação das combinações das cores, e aí, uma infinidade de possibilidades torna-se possível.

A detecção da luz ainda não é o fim. As reações fotoquímicas das moléculas que compõe os detectores geram também o sinal elétrico que, conduzido pelos nervos (nervo óptico), chega ao nosso cérebro, onde a interpretação também da origem às sensações e uma série de fenômenos, incluindo as chamadas ilusões de ópticas.

Agora que já temos esta base, então estamos prontos para uma fantástica viagem ao mundo das cores e das sensações na prática.

II - O KIT E SEUS COMPONENTES

O material que compõe este kit constitui da seguinte maneira, quatro fontes de luz, três nas cores primárias (verde, vermelho e azul) e uma na cor branca. Além disto, temos quatro conjuntos de filtros por transmissão, um óculos para visão 3D, uma gravura para visão 3D, um pião giratório de cores, cartões para ilusão de óptica, objeto branco para iluminação e a própria caixa do kit que funciona como anteparo para projeção.



Fig.11. Constituintes do KIT.

As fontes de luz funcionam com baterias (pilhas), que podem ser facilmente trocadas, removendo-se a parte de baixo de cada fonte e retirando as pilhas com cuidado. Para evitar que as pilhas se descarreguem facilmente, evite deixar as fontes ligadas.



Fig.12. Baterias na parte de baixo das fontes.



Fig.12. Torne-se familiarizado com todos os constituintes do KIT.

Antes de começarmos os experimentos, torne-se familiarizado com todos os constituintes e verifique se as fontes iluminam adequadamente.

Agora estamos prontos para começar os experimentos.



Experimento 1. As cores primárias e sua soma.

Para verificar que as cores e as sensações de cores funcionam de forma levemente diferentes, vamos tomar cada um dos iluminadores e posicionar como na fig 14. É necessário posicionar como indicado (na extremidade da folha de papel do tipo sulfite). Ligue individualmente cada fonte (uma de cada vez). Observe que há uma projeção delineando uma certa área. Se você ligar cada um individualmente, quais as cores que você vê?



Fig.14. Montagem para projeção de cores.

Agora ligue todas as fontes juntas, que cores você observa? Mas regiões que não há sobreposições observaram as cores primárias. Nas regiões onde há sobreposição, observamos a soma delas. Baseada em suas observações, preencha a tabela abaixo de resultados.



Fig.15. Projeções de cada cor individual.



Fig.16. Proyecciones simultáneas y suma de los colores.

Verde + Vermelho =
Vermelho + Azul =
Azul + Verde =
Verde + Vermelho+ Azul =

Você pode ligar e desligar os iluminadores, mantendo apenas os pares para melhor observar e preencher a tabela.

Se só tínhamos 3 fontes de cores, como surgiram as outras cores? Do ponto de vista de radiação eletromagnética, o amarelo existe na natureza? E no experimento feito, existe radiação eletromagnética no amarelo? Você consegue explicar o conceito das sensações das cores?



Experimento 2. Soma com diferentes intensidades.

Tomando apenas as fontes verdes e vermelhas, posicione-as como mostrado na foto, uma de frente para outra, separadas com aproximadamente 15 cm. Ligue ambas as fontes e observe as cores que são formadas. Cada fonte projeta luz numa única cor, mas a intensidade diminui à medida que afastamos com a fonte. As vezes as observações ficam melhor fazendo os experimentos com pouca luz ambiente.



Fig.17. Fontes e regiões com intensidades diferentes

Posicionando as fontes desta forma, combinamos verde e vermelho em diferentes intensidades. Na região central vemos o amarelo e ao afastarmos desta região na direção da fonte vermelha, observamos os diversos tons de amarelo, inclusive o laranja.

Repita este experimento combinando as fontes de luz e convencendo-se de que variando a intensidade das fontes, passamos por uma grande variedade de sensações das cores.

Experimento 3. A cor dos objetos que iluminamos.

Ao iluminamos um objeto, a cor que observamos corresponde à aquele comprimento de onda (ou coleção deles) os quais o objeto consegue nos devolver. Se incidirmos luz branca sobre um objeto, certos componentes do branco desaparecem, mais ou menos em intensidade e, aquilo que não é absorvido pelo corpo vem para nossos olhos e nos dá a sensação da cor.

Tome o cartão contendo faixas coloridas e ilumine com a fonte de luz branca. Todas as cores são notadas de forma clara certo?



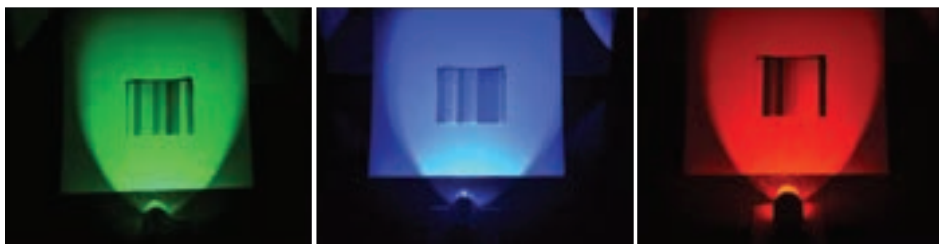
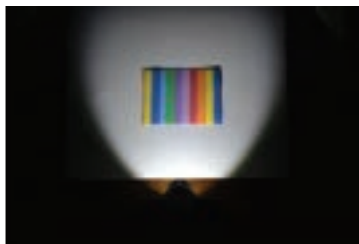


Fig.18. Iluminado diferentes cores com diferentes fontes.

Ilumine agora o cartão com cada uma das fontes de luz. Que cores ficaram claras e que cores ficaram escuras?

As que ficam claras são aquelas que contêm a cor que você está usando para iluminar. Enquanto as que escurecem não contêm ou contêm pouco a referida cor. Observe o que ocorre com as faixas azuis, quando se ilumina com a fonte vermelha e vice-versa. Porque a cor primária do cartão fica negra, quando iluminada pela fonte de outra cor primária?

Observe agora apenas as faixas amarelas. O que ocorre quando iluminada pelo azul? Agora com o vermelho? E com o Verde? Explique suas observações.

Você é capaz de explicar aos seus colegas como vemos os objetos coloridos? Se não, repita este experimento prestando mais atenção.

Quando um objeto é branco que cores ele absorve? E quando o objeto é preto o que acontece?

A componente da luz branca absorvida por um corpo, muito provavelmente vira calor, aquecendo o objeto. Explique a razão dos objetos negros esquentarem mais que os brancos quando exposto ao sol?



Experimento 4. Os objetos que transmitem luz.

Até agora experimentamos com objetos que devolvem cores. Vamos agora experimentar com aqueles que transmitem a luz.

Tome a placa de filtros com as cores primárias (verde, vermelho e azul). Posicione o filtro como indicado na figura 19 . Use a própria caixa do kit como anteparo para projeção (lado branco debaixo da caixa). Com a fonte de luz branca, ilumine a placa de filtros. Você deve ter observado que toda as cores são projetadas.



Fig.19. Projetando as cores do filtro.

Agora ilumine a placa de filtro com uma das fontes coloridas. Comece iluminando com a fonte azul. Por quais filtros a luz azul consegue passar? Repita com a fonte vermelha. Isto permite você entender que a cor de um filtro que transmite a luz, corresponde aquela que não é absorvida pelo filtro.



Fig.16. Iluminação dos filtros de transmissão com cores diferentes.

Tome o filtro de cores secundárias (magenta, ciano e amarelo), repita o experimento com a fonte vermelha e verde. Por quais filtros a luz verde ou a vermelha passaram?

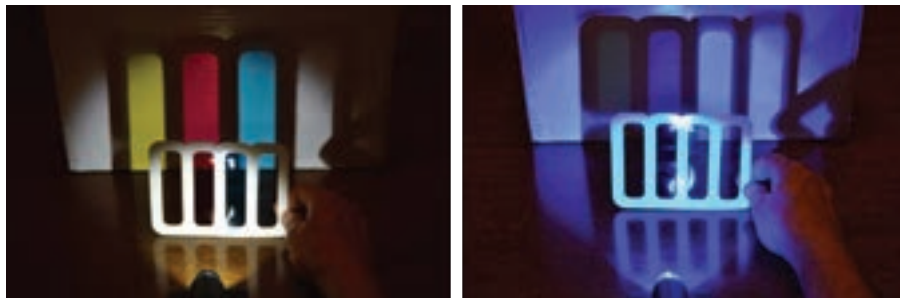


Fig.21. Iluminação dos filtros com as cores secundárias.

Convença-se que a luz primária é transmitida pelo filtro de cor secundária que a contém. Este efeito é complementar aos dos objetos que devolveram as cores. Você concorda com isto?

Pegue dois filtros com as cores primárias, cruze um contra o outro, como mostrado na figura 22 e projete luz branca sobre eles. Em que pontos de sobreposição a luz foi transmitida.

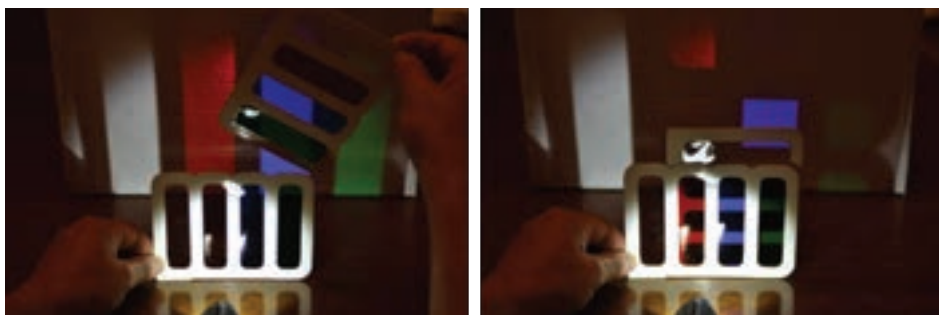


Fig 22. Transmissão através de dois filtros cruzados.



Experimento 5. A subtração das cores.

Com o conhecimento gerado nos experimentos anteriores vamos fazer a chamada subtração de cores, que corresponde a extrair cores primárias das secundárias.

Com os dois filtros contendo cores secundárias, sobreponha um com o outro de forma cruzada. Projete a sobreposição com a fonte de luz branca no anteparo branco (lado de baixo da caixa). Observe as cores que você vê, nesta projeção e em que posição.

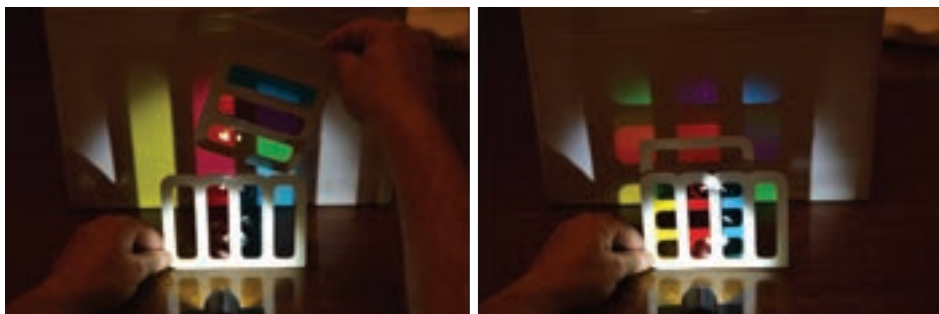


Fig.23. Projeção através dos filtros contendo cores secundárias e cruzados. A subtração das cores.

Com as observações preencha a tabela abaixo.:

FILTROS SUBREPOSTOS	COR OBSERVADA
Magenta + Magenta	
Magenta + Amarelo	
Magenta + Ciano	
Amarelo + Ciano	
Amarelo + Amarelo	
Ciano + Ciano	

Relacione a cor observada com a composição das cores. Você observa a componente primária comum de dois filtros ao sobrepor-los?

De fato, observamos a cor capaz de passar por ambos os filtros. As cores não comuns são subtraídas e desta forma recuperamos a comum, que sempre é uma das cores primárias. Este é o processo de subtração de cores.

Experimento 6. A visão estereoscópica (o olho e o cérebro).

As cores provocam respostas emocionais, e em muitas situações a sensação que se tem de uma imagem, aparentemente contradiz aquilo que seria sugerido por uma análise simples da situação. Isto ocorre devido ao cérebro ser parte integrante do processo de visão, que fornecem as interpretações para os sinais recebidos. Em algumas situações a interpretação pode mesmo mudar repentinamente. Neste contexto originam-se as ilusões de ópticas.

Tome o cartaz contendo a figura do Dinossauro e observe cuidadosamente. Note que o contorno de todos os detalhes não é único. Que cores de contornos você observa? Coloque os óculos bicolores que compõem o kit e observe novamente a figura. Qual foi o resultado de sua observação? Você acha que o objeto 3D observado é real ou foi apenas a ilusão criada? Bloqueia um olho de cada vez e observe. A visão 3D permanece?



Fig. 24. Visão Estereoscópica ou 3D.



A razão desta visão tridimensional origina-se do fato que quando o olho recebe luz de um objeto multicolorido, ele ajusta o foco, através da variação das lentes que compõe o olho. Normalmente, o azul parece focar antes da retina, enquanto o vermelho parece focar depois da retina. A presença do verde foca sobre a retina. Isto ocorre devido a “aberração cromática” da lente que compõe o cristalino de nossos olhos (Isto pode ser entendido nos experimentos do kit de Raios de Luz e a dispersão das cores). Esta situação esta mostrada na figura 25, de forma esquematizada.

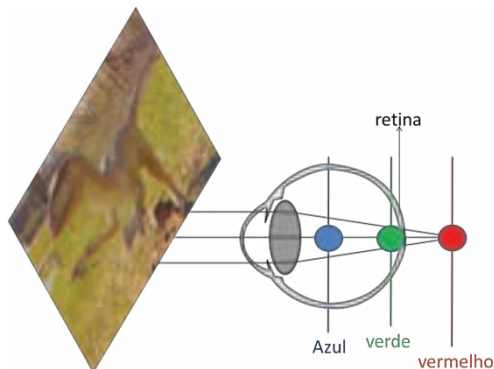


Fig. 25. Visão tridimensional.

Quando olhamos o objeto com um único olho o cérebro faz a interpretação média, e vemos apenas uma figura plana. O mesmo ocorre quando os dois olhos vêem a mesma figura. A situação muda quando cada olho observa uma mesma situação diferente. Ao colocarmos os óculos bi cromático (Azul – vermelho), observamos com cada um dos olhos, uma imagem focada diferentemente como mosntrado na figura 26

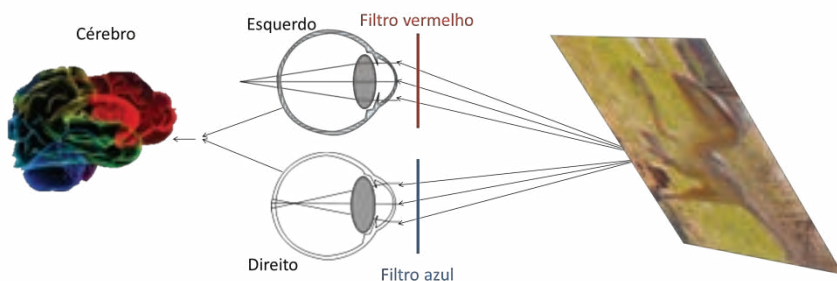


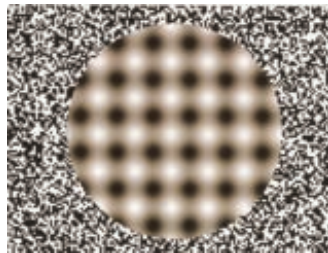
Fig. 26. Cada olho tem imagem focando numa distância diferente.

Em cada olho o foco da cor é diferente “sendo como se” cada cor estivesse numa posição diferente do espaço e, portanto o cérebro interpreta desta forma, dando a sensação de tridimensionalidade. Faça você mesmo um experimento, em uma folha de papel verde, faça dois traços grossos, lado a lado, um azul e outro vermelho. Olhe com os óculos bi cromático. Observe a dificuldade de formação das imagens.

Experimento 7. Ilusões de óptica com imagens.

Vamos agora ver algumas situações ambíguas que criam chances de interpretação diferentes levando as chamadas ilusões de óptica.

Com o cartão que possui pontos escuros, conforme figura ao lado. Lentamente movimente o cartão ao redor de uma posição. O que você observa? A sensação de movimentação dos círculos claros e escuros é pura ilusão de óptica.

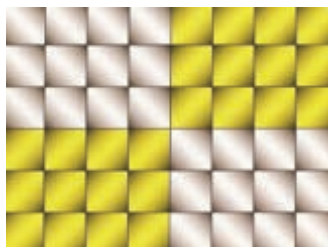


Agora pegue o cartão com traços coloridos. Os traços coloridos são linhas retas ou apresentam pequenas ondulações? Com uma régua, sobreponha aos traços coloridos para confirmar sua resposta. Você ficou surpreso?



Finalmente com o cartão de quadrantes, observe a figura e responda.

As linhas que formam o quadrado da figura são linhas retas ou curvadas? Novamente, confirme sua resposta com uma régua.



Experimento 8. “Tempo de resposta do olho”.

Na verdade, a detecção da luz pelo olho, demora algum tempo. As reações de foto-deteção levam até fração de segundos para ocorrer.

Pegue o pião com o disco coloridos e rode lentamente. Você é capaz de identificar cada cor? Agora rode rapidamente sobre a mesa. O que ocorre com as cores individuais. Qual é a sensação de cor do disco que você observou?



Fig. 27. Pião colorido girando.

De fato, quando procuramos olhar para um único ponto, estímulos diferentes ao olho, a resposta na detecção não é tão rápida e observamos uma soma de tudo. Ao rodarmos o pião, cada ponto do espaço é rapidamente alternado enviando daquele ponto, para o olho sinais diferentes a cada instante. O resultado é a soma de tudo.

No caso das cores, este disco chama-se disco de Newton e constitui uma excelente forma de somar as cores no olho, sendo equivalente a mandar de um único ponto mais de uma cor, como fizemos nos primeiros experimentos deste kit.



Ainda para reforçar mais a resposta do olho, vamos enviar ao olho imagens distintas repetidas á velocidade. Pegue o cartão com elásticos contendo a figura de um peixe e do outro lado com o aquário.

Segurando como indicado na figura 28, torça o elástico dando muitas voltas. Ao soltar, o cartão deverá girar rapidamente. O que você vê? Um aquário, um peixe ou um peixe no aquário?

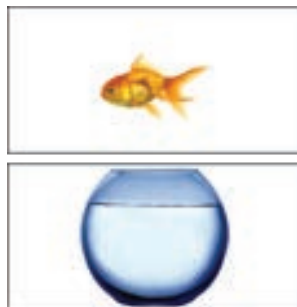


Fig. 28. Colocando o peixe no aquário.

As imagens chegando rapidamente ao olho não dá tempo, ao olho a distinção. A soma é a observação provável. A medida que fornecemos imagens a uma taxa menor, a detecção de cada imagem ocorre individualmente e a soma não é mais observada.

Baseado no que aprendemos com este experimento, como você explica a sensação de movimento nos filmes projetados, á partir de figuras individuais.

Experimento 9. Solte a imaginação.

Elabore seu próprio experimento, com os elementos deste kit. Mostre aos seus amigos de mesmo. Publique na página da internet. Esta fantástica viagem científica, merece ser vista por todos.





Projeto dos Kits “AVENTURAS NA CIÊNCIA”

Este projeto foi desenvolvido por uma equipe de cientistas como contribuição para o aperfeiçoamento da educação em Ciências no Brasil. Foi projetado com foco em jovens acima de 10 anos. Ele visa a suprir a carência de equipamentos de laboratório e práticas experimentais em nossas escolas. Tem como objetivos recuperar a curiosidade inata dos jovens, seu interesse pela compreensão da natureza e do mundo em que vivemos, estimulando a criatividade e a paixão pela descoberta e promovendo uma iniciação na grande aventura da ciência.

É absolutamente essencial que você possa levar o kit para sua casa a fim de realizar os experimentos propostos – por gosto, não por obrigação. Tome para isso o tempo que for necessário, que variará conforme o experimento. Como acontece com um cientista em seu laboratório, nem sempre o experimento dará certo. Persista e teime em descobrir sozinho e consertar o que falhou é assim que mais se aprende.

Você poderá compartilhar suas experiências com sua família e com seus amigos. Também poderá levar os kits para a escola e discuti-los com colegas e com professores. Se tiver acesso à internet, encontrará muitos materiais suplementares, inclusive vídeos de experimentos, no site.: www.educarecompanhia.com e acesse página <https://www.facebook.com/educarecia>

Boas vindas ao mundo da ciência.

Equipe de cientistas responsáveis por este projeto



Moysés Nussenzweig
Físico – UFRJ



Beatriz Barbuy
Física – USP



Mayana Zatz
Bióloga – USP



Eliana Dessen
Bióloga – USP



Vanderlei Bagnato
Físico – USP



Henrique Toma
Químico – USP



Eduardo Colli
Matemático – USP



Carlos H. de Brito Cruz
Físico – Unicamp

Apoio:



Produção:



© Todos os direitos reservados a EDUCAR & CIA desde 2013.