

Aula 10

EXPLICANDO O FENÔMENO DAS CORES

META

- Fazer com que o estudante pense no ensino de ciências como algo “orgânico” que está em profunda transformação;
- Fazer com que os alunos percebam, através de uma atividade lúdica, que podemos ensinar física através de experimentos muito simples, e que física é uma ciência aplicada e que pode ser aprendida através da observação de vários dispositivos do nosso cotidiano;
- Fazer com que os alunos percebam as aplicações da física no cotidiano.

OBJETIVOS

- Ao final desta aula, o aluno deverá:
 - Estar ciente das novas possibilidades e dos desafios que envolvem o ensino de ciências em geral;
 - Perceber que para se ensinar física não precisamos ficar presos ao livro didático;
 - Entender que se ensinar através de exemplos reais (experimentais) pode ser muito mais interessante, assimilativo e divertido;
- Considerar que ensinar física não é ensinar a resolver problemas e que a física é uma mera aplicação da matemática.

PRÉ-REQUISITOS

- Os alunos deverão ter cursado as disciplinas de Psicologia da Educação, Física A, B e C.

Vera Lucia Martins de Mello

INTRODUÇÃO



As cores sempre exerceram um grande fascínio sobre os seres humanos. Por isso, o entendimento do fenômeno sempre foi objeto de investigações e especulações ao longo de muitos séculos. As investigações sobre o fenômeno estão longe de chegar ao fim.

Uma análise científica e mais completa do fenômeno das cores vai além da Física, pois envolve aspectos biológicos. Podemos dividir o estudo das cores em três aspectos.

- Percepção das cores;
- Propriedades da luz;
- Propriedades físicas dos objetos.

Primeiramente, analisaremos a questão de como os seres humanos percebem as cores. É o problema da percepção das cores. Essa questão foge à competência e interesse dos físicos. Faremos, no entanto uma rápida discussão sobre o tema.

O segundo aspecto diz respeito à relação das cores com as propriedades da luz e, mais geralmente, com as propriedades do espectro eletromagnético. É nesse contexto que se encaixa o trabalho pioneiro de Newton, o qual relacionou o fenômeno das cores às propriedades da luz.

Finalmente é importante frisar que as cores exibidas pelos objetos podem ser entendidas a partir de determinadas propriedades físicas dos mesmos.

É bom lembrar que o objetivo da disciplina Instrumentação é o de analisar os recursos didáticos e não introduzir conteúdos de física. Assim, nesta aula usaremos o texto produzido pelo professor Gil da C. Marques e revisado por mim para o *site* do *e-física* [1].

EXPLICANDO O FENÔMENO DAS CORES

Creditam-se a Aristóteles os primeiros trabalhos escritos sobre a natureza da luz, bem como, sobre visão a cores. Coube a Newton, cerca de dois séculos depois, esclarecer que a visão a cores tem alguma coisa a ver com a luz.

"No começo do ano de 1666 (época em que me dedicava ao polimento de vidros ópticos de outras formas além da esférica), obtive um prisma de

vidro triangular com o objetivo de observar com ele o célebre fenômeno das cores."

"Tendo escurecido meu quarto e feito um pequeno orifício na folha da janela a fim de deixar entrar uma quantidade conveniente da luz solar, coloquei o meu prisma no orifício de modo que a luz pudesse ser refratada, por esse processo, para a parede oposta. No começo foi uma diversão muito agradável ver as cores vivas e intensas produzidas por aquele processo, mas depois de me aplicar por um momento a considerá-las com mais cuidado, fiquei surpreso ao ver que tinham forma oblonga, que, de acordo com as leis recebidas da refração, eu esperava fosse circular".



Figura 1 – Cores Primárias e Secundárias. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=qRPAGoCo9Xw>.

"As cores não são qualificações da luz, derivadas das refrações ou reflexões dos corpos naturais (como se acredita geralmente); são propriedades originais e inatas que diferem em frequências. Alguns raios tendem a apresentar uma cor vermelha e nenhuma outra, outros uma cor amarela e nenhuma outra, outros uma cor verde e nenhuma outra, e assim por diante. Não há apenas raios próprios e particulares às cores mais dominantes, e sim a todas as suas gradações intermediárias."

Essas palavras de Isaac Newton (1642-1727) foram escritas em seu primeiro trabalho publicado', dois meses depois que ele completou 29 anos.

Newton fez duas importantes descobertas em relação às cores. A primeira que é possível decompor a luz branca e, como consequência disso, propôs que a luz seria uma mistura das várias cores. Na página seguinte, apresentamos um dispositivo (o disco de Newton) para comprovar sua teoria de uma forma bem simples.



Figura 2 – Disco de Newton. Disponível em: <http://br.youtube.com/watch?v=kh-zvLB27XA>

TEORIA DAS CORES

Goethe foi um dos grandes pensadores do século XIX. Era escritor, filósofo e cientista. Ele publicou em 1810, um livro com o sugestivo título de “*Teoria das Cores*”. Sua teoria seria mais geral do que a Newton, a qual combatia. A obra de Goethe continha elementos sobre a natureza das cores que posteriormente se revelaram corretas. Isso vale especialmente em relação ao aspecto da percepção emocional das cores. Concentrou-se nos aspectos do brilho e do contraste como fatores determinantes da percepção das cores.

O aspecto mais relevante na obra de Goethe seria o de chamar a atenção para a distinção entre uma característica da luz, associada ao espectro eletromagnético, e o fenômeno associado à percepção humana das cores. Esse último item tem a ver com a questão de como o cérebro processa os sinais emitidos pelos cones e interpreta esses sinais associando-os às cores.

Thomas Young fez uma importante contribuição à teoria das cores ao propor a sua teoria Tricromática. Nela, Young observa, corretamente, que qualquer cor pode ser reproduzida a partir da combinação de três cores.

Uma das contribuições mais significativas para entender o fenômeno das cores foi dada por Maxwell. Em 1861, ele propôs pela primeira vez que a luz estivesse relacionada com os fenômenos eletromagnéticos. Sua teoria, que veio a público em 1864, demonstrava isso em detalhes. Como a velocidade da luz está, na sua teoria relacionada a propriedades eletromagnéticas do meio, ele estimou que a velocidade da luz deveria ser de 310,740,000 m/s. Esse resultado o levou a concluir que:

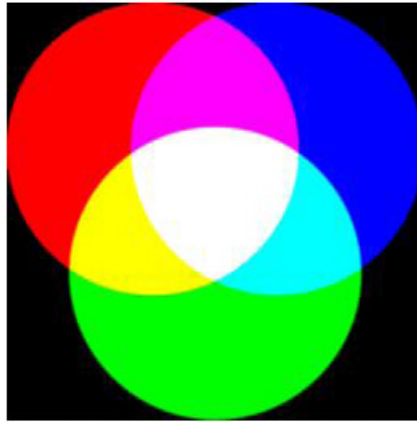


Figura 3 - As três cores primárias.

“A concordância entre os resultados parece mostrar que a luz e o magnetismo são propriedades (facetas) de uma mesma substância, e a luz é uma perturbação eletromagnética que se propaga pelo campo de acordo com as leis do eletromagnetismo.”

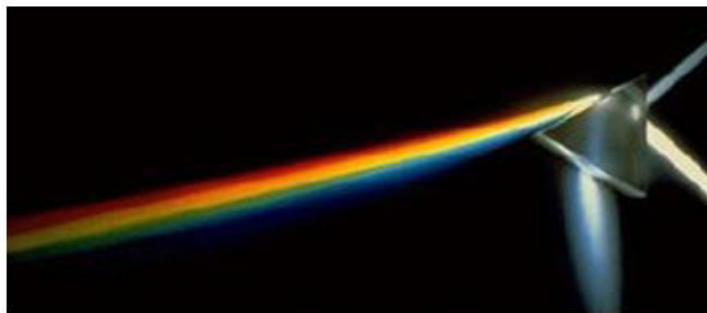


Figura 4

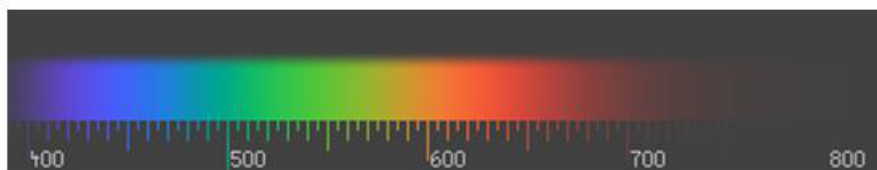


Figura 5

Do ponto de vista da teoria corpuscular isso pode ser entendido de outra forma, mas inteiramente equivalente à teoria ondulatória. Existem fótons com as mais variadas energias. No entanto, ao incidir sobre os nossos olhos só alguns fótons são capazes de produzir sensações visuais no ser humano. Essas sensações se traduzem na percepção das cores. O nosso olho só é capaz de traduzir em sensações visuais os fótons incidentes na retina e cujas frequências não são demasiadamente altas, nem demasiadamente baixas. O olho não consegue processar os fótons de baixas energias nem aqueles de altas energias.

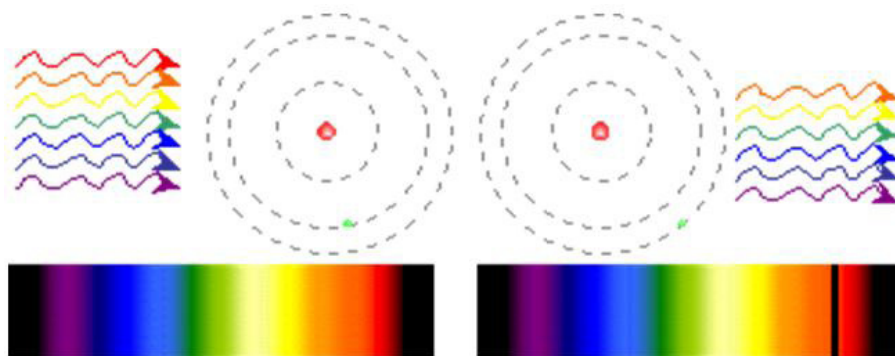



Figura 6 - Luz, Fótons e Cores.

Cada valor da energia (ou frequência) dos fótons que compõem a luz incidente no nosso olho é capaz de produzir uma sensação visual a qual identificamos como uma cor bem definida. A tabela abaixo ilustra isso

Cor, comprimento de onda, frequência e energia da luz					
Color	λ_{nm}	$\nu/10^{14}$ Hz	$\nu_b/10^4$ cm^{-1}	E /eV	E/kJ mol^{-1}
Infrared	>1000	<3.00	<1.00	<1.24	<120
Red	700	4.28	1.43	1.77	171
Orange	620	4.84	1.61	2.00	193
Yellow	580	5.17	1.72	2.14	206
Green	530	5.66	1.89	2.34	226
Blue	470	6.38	2.13	2.64	254
Violet	420	7.14	2.38	2.95	285
Near ultraviolet	300	10.0	3.33	4.15	400
Far ultraviolet	<200	>15.0	>5.00	>6.20	>598

As cores do espectro visível		
color	wavelength interval	frequency interval
red	~ 625–740 nm	~ 480–405 THz
orange	~ 590–625 nm	~ 510–480 THz
yellow	~ 565–590 nm	~ 530–510 THz
green	~ 500–565 nm	~ 600–530 THz
cyan	~ 485–500 nm	~ 620–600 THz
blue	~ 440–485 nm	~ 680–620 THz
violet	~ 380–440 nm	~ 790–680 THz

Assim, a luz vermelha está associada a frequências no entorno de 440THz, a luz verde corresponde a frequências próximas de 670 THz e assim por diante.



violet	380–450 nm
blue	450–495 nm
green	495–570 nm
yellow	570–590 nm
orange	590–620 nm
red	620–750 nm

Note que a luz violeta é aquela associada aos fótons de maior frequência que podemos "observar" (isto é, traduzir em sensações visuais). Ondas eletromagnéticas com frequências acima de 790 THz são conhecidas como radiação ultravioleta.

Frequências abaixo da frequência do vermelho são denominadas de infravermelhas. Acima do violeta são denominadas de ultravioletas.

Se o olho humano não recebe luz, isso é traduzido pelos nossos sentidos como a cor preta. O preto representa, portanto, ausência de cor.

Se, numa região na qual incide fótons, nós aumentarmos o número de fótons incidentes, aumentaremos a intensidade da luz. Dizemos que aumentamos o brilho da luz.

CORES DOS OBJETOS

É importante ressaltar que as cores dos objetos refletem propriedades físicas inerentes a eles. Quanto ao destino da luz depois de incidir sobre um corpo qualquer, podemos classificá-los em três categorias: objetos opacos, transparentes e translúcidos.

Objetos Transparentes

Os objetos transparentes permitem a luz passar através deles. Os translúcidos permitem a passagem de apenas uma parte da luz. Como veremos depois, a transmissão da luz através de um objeto tem a ver com o fenômeno da refração da luz.

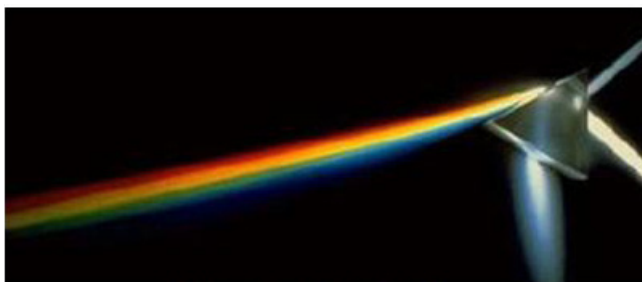


Figura 7 – Disponível em: <http://www.ufpa.br/ccen/quimica/absorcao%20molecular.htm>.

Objetos Opacos

A opacidade se refere à propriedade do corpo ser impenetrável à luz. Objetos opacos podem espalhar, refletir ou absorver a luz. Eles transmitem muito pouca luz. Portanto, quando a luz incide na superfície de um objeto opaco, ela pode sofrer reflexão especular (como um espelho), pode ser espalhada (ser refletida em várias direções), ou ela pode ser absorvida. Em geral ocorre uma combinação dos três fenômenos (vide figura)

A cor dos objetos está relacionada à opacidade dos mesmos. E isso porque a opacidade de um objeto depende da frequência da luz incidente.

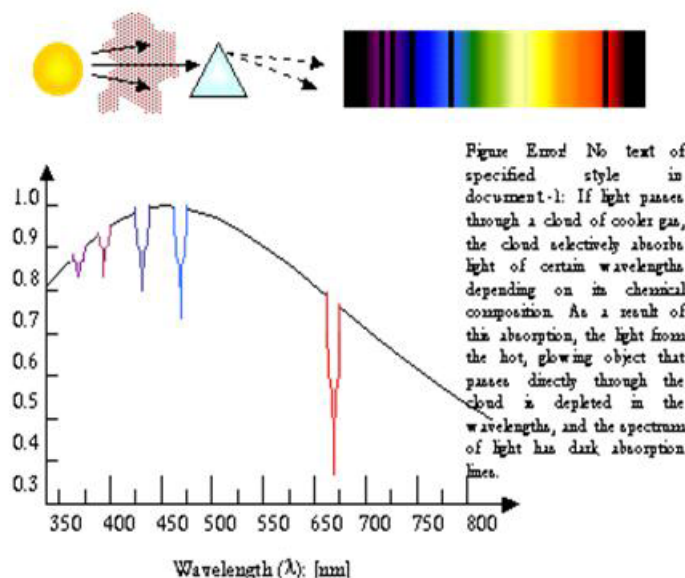


Figura 8 - Espectro de Absorção da Cor. Disponível em: <http://www.ufpa.br/ccen/quimica/absorcao%20molecular.htm>.

Como resultado da dependência da opacidade com a frequência, a luz branca (constituída de uma soma de todas as cores) ao incidir sobre a maçã, terá alguns componentes da luz incidente sendo absorvidos, outros refletidos e outros serão dispersos de uma forma diferente para cada comprimento de onda. O resultado é que a composição da luz que chega aos

nossos olhos não é igual àquela que incidiu sobre o objeto. Cada objeto altera a luz incidente (absorvendo, por exemplo, algumas frequências da luz incidente) de uma forma diferente. E isso estabelece um mecanismo para diferenciar os objetos com base na cor. Um objeto se apresenta como vermelho porque ele pode ter subtraído da luz todas as demais frequências.

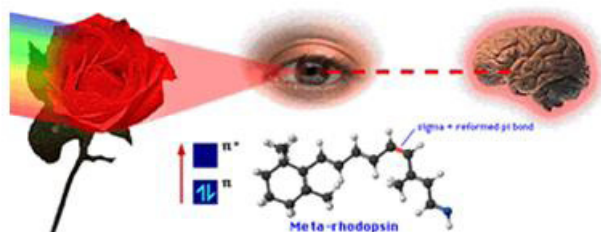


Figura 9 - Modelo da visão colorida

Objetos opacos que não exibem reflexão especular têm a sua cor determinada pelo balanço entre os comprimentos de onda que são mais espalhados e aqueles que são menos espalhados e pelos comprimentos de onda que são absorvidos. Se todos os comprimentos de onda são espalhados (e não absorvidos) o objeto vai aparecer como sendo branco. Se o objeto absorver todos os comprimentos de onda ele parecerá negro.

A absorção de alguns comprimentos de onda tem a ver com o espectro de absorção dos átomos ou moléculas de uma determinada substância. O espectro de absorção de átomos e moléculas pode ser medido experimentalmente. O resultado é aquele da figura ao lado. Por exemplo, no caso de um gás iluminado por uma fonte de luz o espectro de absorção corresponde a uma série de linhas escuras no espectro.

A existência de linhas de absorção tem a ver com a absorção de fótons pelos elétrons nos átomos. A energia transferida pelos fótons aos elétrons são utilizadas por eles para fazerem uma transição para um nível de energia mais alto. Os fótons subtraídos deixarão de compor a luz e por isso os comprimentos de onda correspondentes estarão ausentes no espectro de absorção.

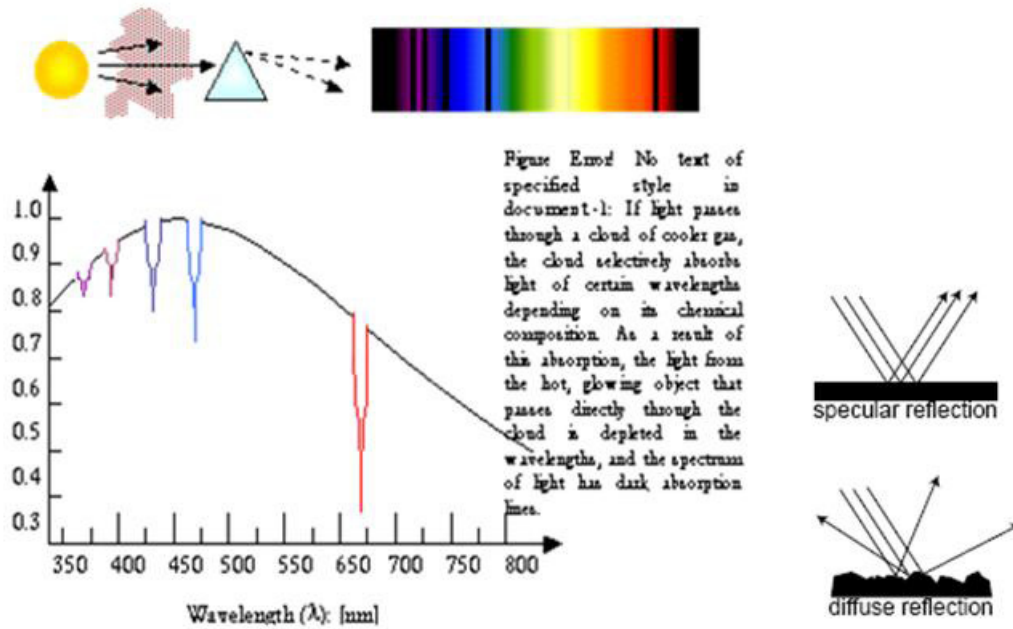


Figura 10 – Reflexão Difusa e Especular.

A diferença entre branco, preto e os vários graus de cinza é matéria de qual porcentagem da luz ele absorve e qual porcentagem ele reflete.

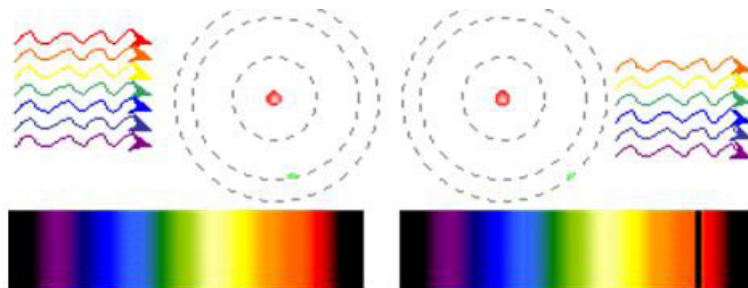


Figura 11

Na figura acima, o elétron em um estado de menor energia se move para um estado de maior energia e absorve a luz com energia que corresponde exatamente à diferença de energia específica entre os dois níveis. Os espectros da luz incidente, antes e após a sua interação com o átomo de transição e o seu nível de energia. Observe que a cor corresponde a uma única transição específica dentro do átomo. Note que o átomo removeu esta energia a partir de todas as energias possíveis e o electrão foi movido para um nível de energia mais elevado. Também percebemos que outras transições de absorção para cima irão envolver outros comprimentos de onda originais.

A conclusão é que a cor de um objeto é o resultado das propriedades físicas do mesmo. De quão rugosa, ou polida é sua superfície, das propriedades do corpo em relação á refração da luz e das suas propriedades

em relação à absorção da luz incidente. Uma combinação desses efeitos irá determinar que comprimentos de onda emergirão da superfície do objeto. Essa nova combinação de comprimentos de onda define a cor dos objetos.

ESPECIFICANDO AS CORES

Existem muitas formas de se especificar as cores de um objeto. Isso porque podemos reproduzir cores lançando mão de vários modelos de cores. Cerca de seis modelos são relativamente conhecidos.

Um modelo de cor envolve certo número de parâmetros (entre três e quatro, nos mais difundidos). Esses parâmetros são os componentes das cores. Esses parâmetros varrem um espaço tridimensional conhecido como o espaço da cor. Sob esse aspecto, um modelo de cor pode ser entendido como um modelo matemático. Queremos lembrar que esses modelos se constituem apenas em técnicas para representar um fenômeno da natureza, que é a cor.

A seguir, apresentaremos os modos de especificação de cores, conhecidos como modelos RGB, YMK e HSV.

Do ponto de vista da percepção das cores sabemos, desde os trabalhos pioneiros de Young no início do século XIX, que todas as cores podem ser obtidas a partir da superposição de apenas três cores. Essas são as cores primárias. A superposição de duas cores primárias quaisquer reproduz uma das três cores ditas secundárias (amarela, magenta e ciano). Para entendermos porque essas três cores, devemos recorrer à questão da percepção das cores. Os três tipos de cones já aludidos, são denominados de cones vermelho, verde e azul. Isso porque as curvas de resposta associadas aos três diferentes cones processadores da cor são otimizadas para frequências associadas a essas cores.

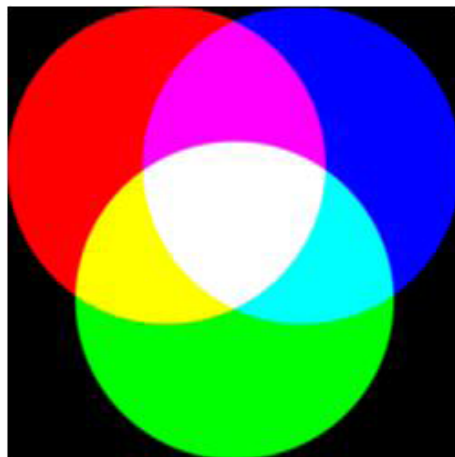


Figura 12

As cores são produzidas pela adição de cores primárias (como no caso da TV em cores ou o monitor do computador) ou pela subtração de cores. Se, por exemplo, adicionarmos o azul e o amarelo, obteremos o verde.

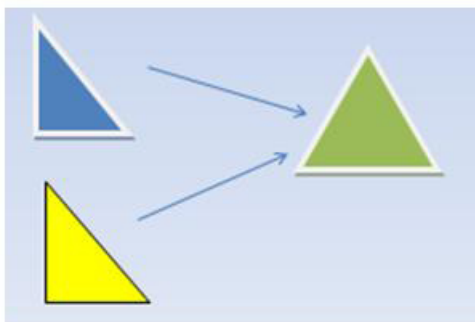


Figura 13

MODO RGB (RED, GREEN, BLUE)

É baseado na ideia de que podemos obter qualquer cor a partir de três cores que denominamos primárias. O modo RGB é baseado nas aditivas primárias: vermelho, verde e azul.

As mídias que proporcionam a sensação de cor superpondo luz com diferentes comprimentos de onda, a partir da luz emitida pelos objetos fazem uso do sistema de cor aditivo, ou seja, pela superposição das cores primárias, esse é o caso dos televisores e dos monitores de vídeo, por exemplo.

A adição do azul ao verde leva ao amarelo.

A mistura em proporções iguais das primárias aditivas produz os diversos matizes de cinza. Quando as três cores estão saturadas, o resultado dessa adição é o branco.

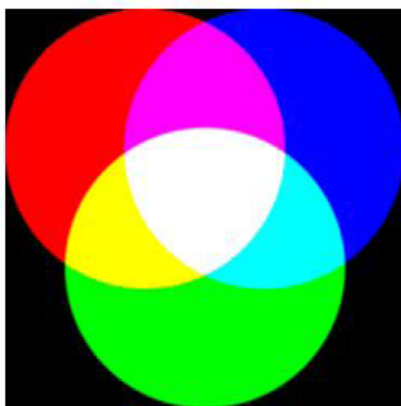


Figura 14

MODOS CMY e CMYK

A outra forma de obtermos as cores dos objetos é através da subtração de cores. Assim, esse modelo é subtrativo. Por exemplo, se do amarelo subtrairmos o azul, ficaremos com a cor verde. As mídias que usam a

luz refletida para proporcionarem a sensação de cor fazem uso das cores primárias subtrativas. Esse é o caso da mídia impressa (jornais, revistas, etc.).

As primárias subtrativas são a magenta, o amarelo e o azul ciano, definindo assim o modelo CMY. Tendo em vista algumas dificuldades em reproduzir algumas cores escuras, acrescenta-se a esse modelo a cor negra (modelo CMYK)

Primárias Subtrativas

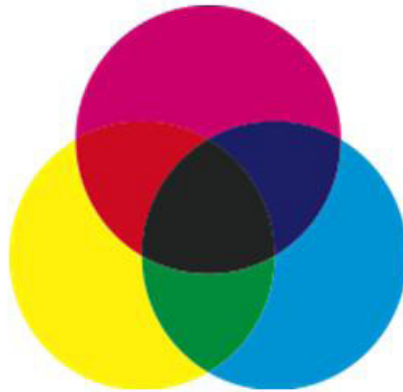


Figura 15

MODO HSV

Considera-se o modelo HSV o mais apropriado para reproduzir a nossa forma de perceber as cores, como seres humanos. É o espaço de cor mais utilizado na computação gráfica. Nesse modelo a cor é especificada através das suas coordenadas: HUE, saturação e do valor. HUE é a própria cor, O valor é um parâmetro associado ao brilho (ou o quanto de preto é adicionado à cor). E a saturação determina quanto de branco é adicionado à cor.

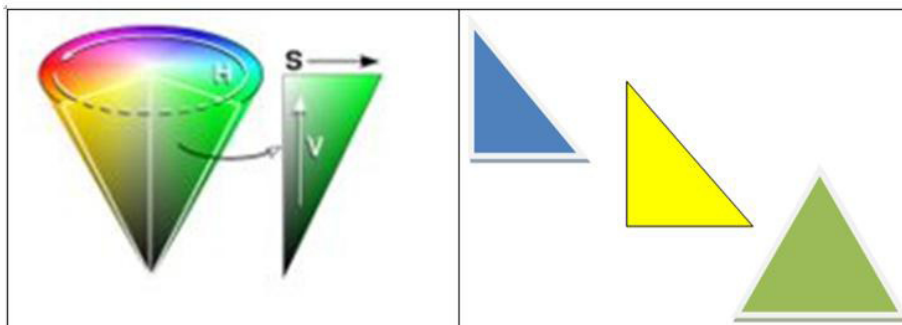


Figura 16



Experimentos de Baixo Custo

1 - AQUARELA

Objetivo:

O objetivo deste experimento é mostrar que a luz pode ser formada de componentes coloridas. Em outras palavras, é mostrar que todas as cores podem ser obtidas pela composição das cores primárias.

Contexto:

Existem instrumentos ópticos como, por exemplo, o prisma, que são capazes de dividir a luz em todas as suas componentes. O contrário também acontece, ou seja, é possível, a partir de suas componentes, gerar uma cor. Na natureza existem três cores básicas, as quais podemos chamar de cores primárias, são elas: vermelho, amarelo e azul. A partir destas cores podemos gerar qualquer outra cor, inclusive o branco. Fazendo com que cada pigmento destas cores ocupem um o lugar do outro muito rapidamente, pela nossa capacidade visual, a cor que enxergaríamos seria uma mistura das duas cores. Por exemplo, se fizermos com que dois objetos de cores azul e amarelo alternem suas posições com uma frequência maior do que a frequência com que nossa visão poderia distinguir a alternância das posições, não conseguiríamos distinguir em determinado momento qual seria o objeto colorido que estaria ocupando aquele lugar. Então, o que conseguiríamos ver seria uma soma das ondas emitidas por cada pigmento desses dois objetos; neste caso, a soma das ondas luminosas entre azul e amarelo, é a onda que corresponde à cor verde.

Para se gerar a cor branca o processo é um pouco mais complicado, segundo Isaac Newton a cor branca é uma soma de todas as cores. Só que dependendo do conjunto de cores usado, cada uma tem uma proporção de participação diferente e não muito fácil de calcular.

Ideia do Experimento:

Para alternar a posição das cores utilizamos um disco pintado cada parte de uma cor e o giramos utilizando uma brincadeira de criança muito comum que consiste em passar um barbante duas vezes pelo disco, enrolá-lo e depois desenrolá-lo.

Tabela do Material:

Item	Comentários
Tampa plástica	Utilizamos a tampa de plástico translúcido do achocolatado NESCAU devido à sua leveza e a facilidade que se tem para furá-la, porém, pode-se utilizar qualquer tampa plástica com tamanho aproximado.
Barbante de algodão	Aproximadamente 120 cm.
Papel branco	
Canetinha hidrocor	Pode ser substituída por lápis de cor, giz de cera, tinta ou até mesmo recortes de papel colorido.
Cola	

Montagem:

- Retire as bordas da tampa que será utilizada de maneira a formar um disco;
- Recorte um círculo de papel do tamanho do disco e divida-o em seis partes;
- Pinte cada parte utilizando as cores azul e vermelho alternadamente;
- Faça dois furos na mesma linha, não muito próximos e equidistantes do centro do disco;
- Passe o barbante pelos dois furos e até as duas pontas;
- Coloque o disco aproximadamente no centro do barbante;
- Enrole o barbante fazendo movimentos circulares com o disco;
- Estique o barbante, assim o disco começará a rodar, afrouxe o barbante para que, com o movimento do disco, ele enrole novamente;
- Comece, então, um movimento de vai e vem com o barbante;
- Note que o movimento das cores vermelha e azul resultará na cor roxa.

Comentários:

- Este experimento pode ser realizado utilizando várias combinações de cores, como azul e amarelo, que resulta na cor verde; vermelho e amarelo, que resulta em alaranjado etc;
- Sugerimos que se coloque uma combinação de cores de um lado do disco e outra do outro.

Esquema Geral de Montagem:

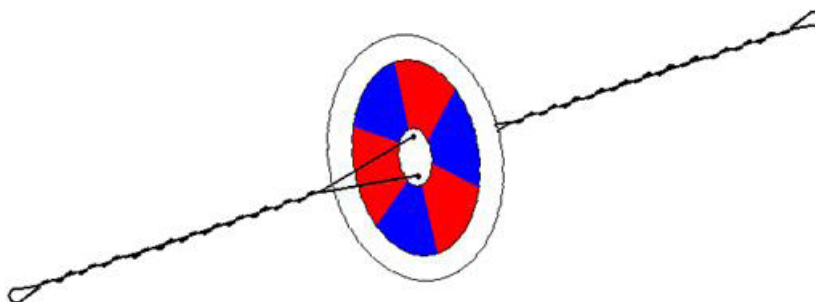


Figura 17

2 - FÁBRICA DE ARCO-ÍRIS

Objetivo:

O objetivo deste experimento é decompor a luz, mostrando que ela é formada por componentes coloridas.

Contexto:

A luz normal, também chamada de luz branca, assim como a cor branca, é a formada por componentes de luz de todas as cores. Só podemos perceber que cada objeto tem sua cor porque quando a luz branca incide sobre ele, este reflete a cor que o pigmento consegue emitir. Um objeto de cor vermelha, por exemplo, apesar de estar recebendo todas as cores, só reflete a componente vermelha; um objeto branco reflete todas as componentes e não absorve nenhuma; um objeto preto absorve todas as cores e não reflete nenhuma. Por isso, é que quando estamos expostos ao sol, vestindo uma roupa branca, sentimos estar esquentando menos que com uma roupa escura: a roupa branca reflete todas as componentes coloridas da luz branca, enquanto a preta absorve todas.

Quando a luz branca sofre refração, cada cor que a compõe é refratada com um ângulo diferente. Isto se deve a cada cor ter um índice de refração diferente, o que justifica cada cor ser refratada com um ângulo.

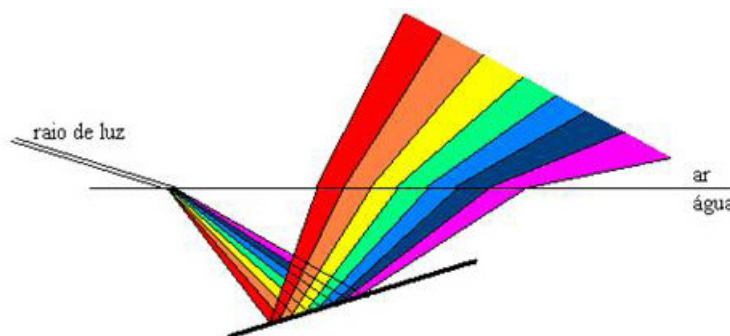


Figura 18

Ideia do Experimento:

Um raio de luz penetra na água e sofre refração. Cada cor refrata com um ângulo diferente e então as componentes seguem caminhos separados; após, cada raio é refletido por um espelho imerso na água e volta para a superfície; quando o raio sai da água, sofre novamente refração e cada cor já decomposta se decompõe em outras cores da mesma "família", como por exemplo, a componente vermelha da luz dá origem a vários tons de vermelho. Quando os raios saem da água, atingem um aparato onde é possível ver que a luz branca que incidiu na água é decomposta em todas as cores que a constitui. Esta decomposição é chamada de espectro, que é o mesmo visto em um arco-íris.

Tabela do Material:

Item	Comentários
Espelho	Desses pequenos com moldura alaranjada. São encontrados em qualquer supermercado ou bazar.
Assadeira	Pode ser substituída por uma bandeja funda, bacia ou <i>tupperware</i> .
Água	
Cartolina	Para ser usada como aparato de observação do espectro.

Montagem:

- Encha a assadeira com água;
- Coloque o espelho inclinado dentro dela;
- Faça com que a luz do Sol reflita no espelho no interior da assadeira e atinja um aparato de preferência de cor clara;
- Observe que a luz refletida é um espectro composto pelas cores do arco-íris.

Comentário:

- O melhor resultado é obtido refletindo a luz do Sol em um local menos iluminado, como por exemplo, uma parede clara à sombra ou uma cartolina não iluminada diretamente pela luz solar;
- Pode-se realizar também este experimento refletindo a luz emitida por uma lâmpada fluorescente (luz fria) em uma folha branca.

Esquema Geral de Montagem:

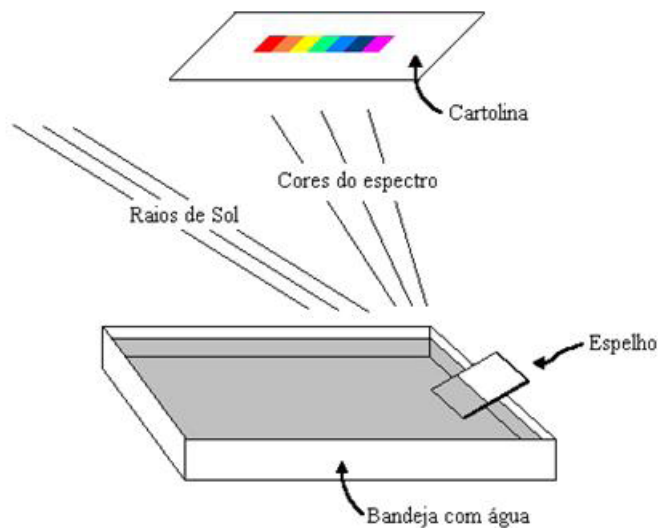


Figura 19

3 - LUZ E CORES

Objetivo:

Observar alguns fenômenos luminosos que envolvem cores.

Material:

- Disco de papelão;
- Pião ou lápis;
- Filtros de luz (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta);
- Lápis coloridos.

Procedimentos:

Parte 1 – Disco de Newton

- Divida o disco de papelão em sete setores; depois, pinte cada setor com uma das cores do arco-íris (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta);

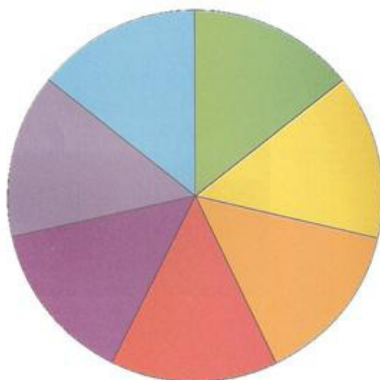


Figura 20

- Encaixe o disco no pião e faça-o girar; ou, faça um pequeno furo no centro do disco e passe por ele um lápis. Apoie uma extremidade do lápis próximo à borda da mesa, conforme a figura e gire o disco rapidamente. Explique o que observa.

Parte 2 – Filtros de luz

- Observe os objetos que estão ao seu redor, através do filtro vermelho;
- Repita esse procedimento, utilizando, um a um, todos os filtros;
- Observe o disco de Newton, enquanto gira, utilizando todos os filtros, um a um;
- Explique o que observa.

Comentário:

Teoricamente, girando o disco no pião, deveríamos enxergá-lo branco. O branco é a reflexão de todas as cores simultaneamente. Mas, às vezes, os pigmentos coloridos, os setores do disco não são puros, como no caso da luz de um arco-íris, e essas impurezas provocam distorções.

Através do filtro vermelho, enxergamos vermelho ou preto, em tons mais claros e mais escuros. A cor emitida por um corpo iluminado com luz branca é a parcela refletida. Um filtro seleciona a luz que o atravessa; um filtro vermelho, por exemplo, permite somente a passagem da luz vermelha, absorvendo as demais. Por isso no disco aparecem regiões pretas, que são a ausência da luz. Por exemplo: se um corpo, sob luz branca, é azul, significa que reflete o azul. Visto através do filtro vermelho, parece ser preto, pois o filtro vermelho só não absorve o vermelho, absorvendo, portanto, a luz azul. A luz azul não chega até os olhos de quem está olhando com filtro azul.

APPLETS

Analise os *applets* sugeridos:

4 – Visão Colorida. Projeto *Pbet*.

<http://www.fisicanimada.net.br/?q=óptica/color-vision>

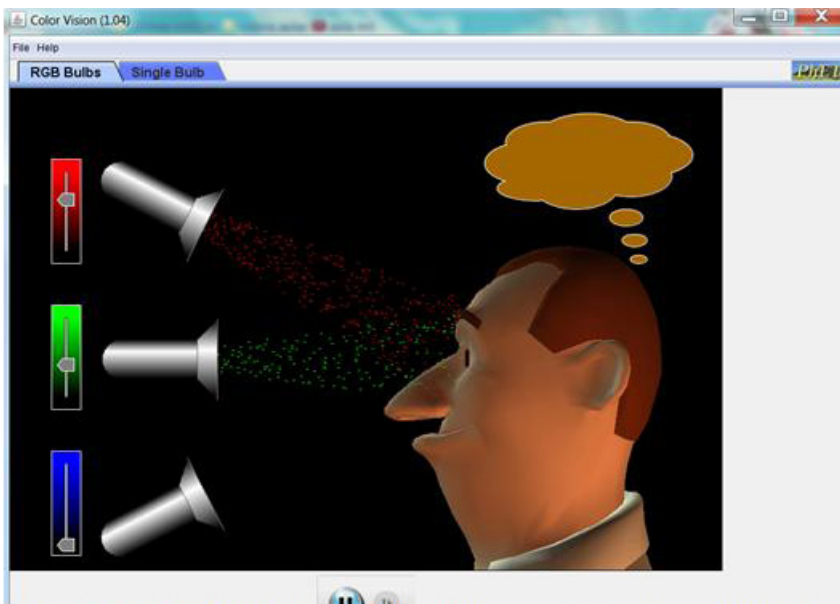


Figura 21 – Disponível em: <http://www.fisicanimada.net.br/?q=óptica/color-vision>.

5 - *JOptics* Curso de Óptica. Embora esteja em espanhol, na parte inferior da página existem as figuras dos *applets*.

<http://www.ub.edu/javaoptics/>

Veja o olho humano (Modelo *Del ojo*). Se você clicar nele abrirá duas novas páginas. Ver figura abaixo:

Aqui se define os parâmetros da disfunção da vista (*ojo*).

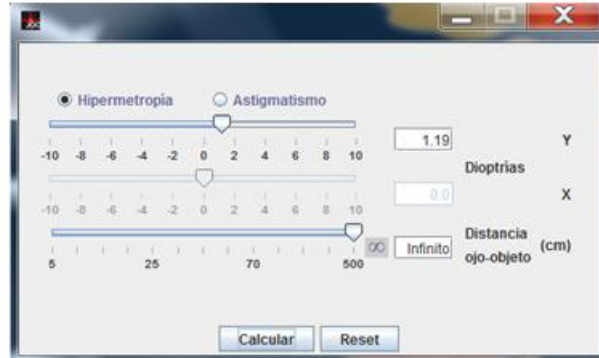


Figura 22 – Disponível em: <http://www.ub.edu/javaoptics/>.

As figuras abaixo demonstram a imagem da paisagem e o que é visto pelo olho.

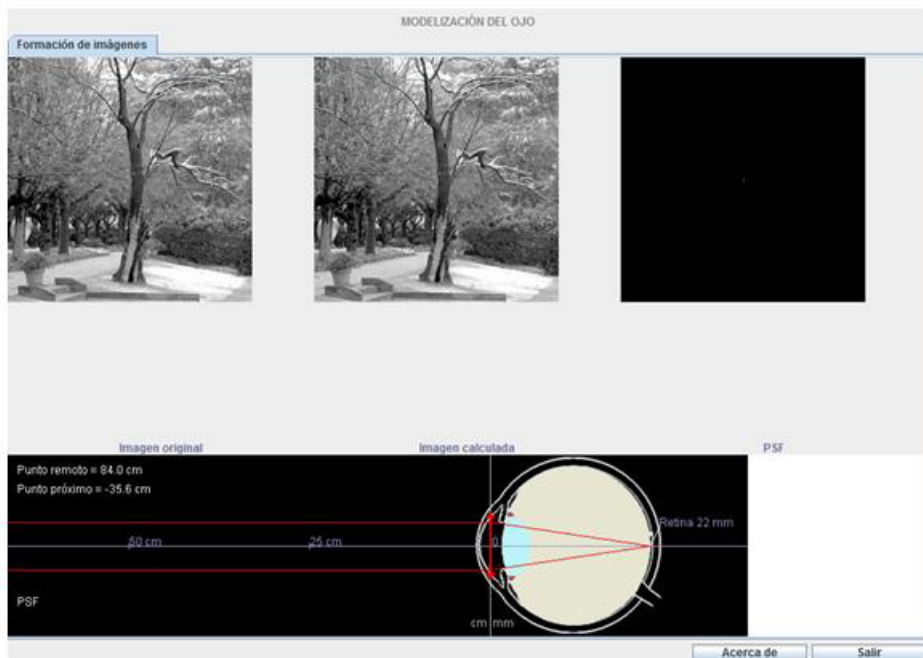


Figura 23 – Disponível em: <http://www.ub.edu/javaoptics/>.

Dispersão da Luz.

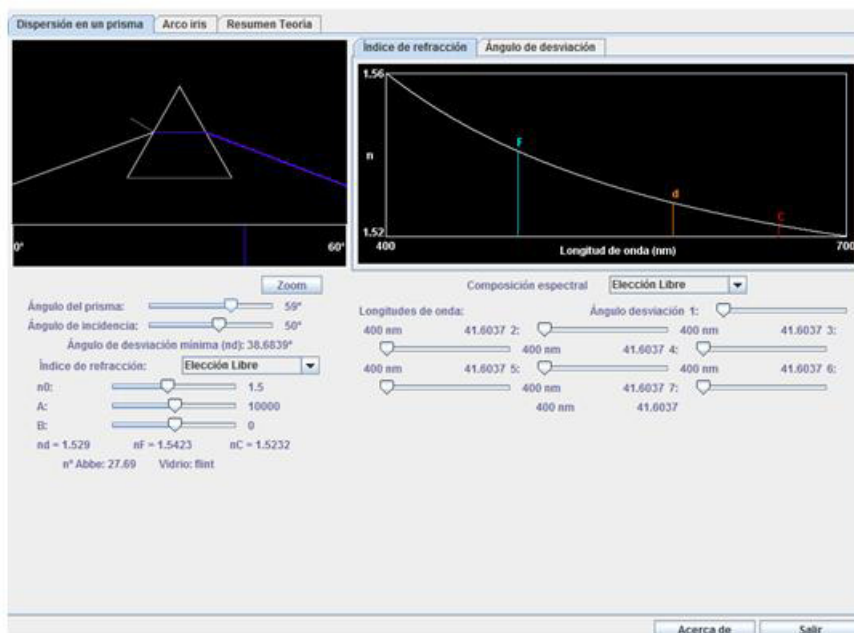


Figura 24 – Disponível em: <http://www.ub.edu/javaoptics/>.

6 – ChemConnections. Exemplo de *applet* RGB.

<http://chemconnections.org/Java/RGB/example1.html>

Tradução do texto:

Este *applet* permite que você misture três cores de luz (vermelho, verde e azul) e observar a cor resultante. Este é um exemplo de cor aditiva e é representativo da emissão da luz. Não é o mesmo que a mistura de tintas coloridas (um processo de absorção, ou subtrativo). Para alterar a mistura de três cores basta arrastar o controle deslizante para uma nova posição. O número na parte inferior representa a quantidade de vermelho, verde, azul ou presente na mistura de - 1 significa 100% de uma cor específica, 0 significa 0% de uma cor específica.



Figura 25 – Disponível em: <http://chemconnections.org/Java/RGB/example1.html>.

VÍDEO AULAS

7 – Mago da física. Luz e Cores (Primárias e Secundárias).

<http://www.youtube.com/watch?v=0DaXxKzQHP0>

8 - *Doki* Descobre - Misturando as Cores.

<http://www.youtube.com/watch?v=NKWW1skKY9s>

9 – Seimaisfísica. Espectro eletromagnético.

<http://www.youtube.com/watch?v=cZM6OzXfMSU>

10 – Projeto sol Amigo. Espectro eletromagnético.

http://www.youtube.com/watch?v=_v19we9TuFo

11 – Infravermelho (seminário).

http://www.youtube.com/watch?v=85oj_jAAMtw&feature=related

CONCLUSÃO

Uma aula sobre o tema “teoria e percepção das cores” ilustra muito bem as aplicações da física nos fenômenos e dispositivos do dia a dia. Pelo que foi visto aqui, pelo fato da luz estar ligada a um dos nossos mais importantes sentidos, o da visão, este possui inúmeras aplicações na nossa vida cotidiana. Este também enriquece o conteúdo da disciplina de física e a torna muito mais atraente. Vimos que há uma ampla variedade de *applets*, vídeo aula e experimentos sobre este tema, que facilitaria muito a execução de uma aula.



RESUMO

Do mesmo modo que na abordagem sobre o tema “Luz”, nesta aula apresentamos um texto preparado para fazer parte do *e-livro* do *e-física*. Esta aula esta ricamente ilustrada com figuras, vídeo aulas e *applets*. Nela tratamos da teoria e da percepção das cores. Explicamos as formas mais usuais de composição das cores. Terminamos a aula com uma análise de alguns *applets* de ensino, experimentos de baixo custo e vídeo aula.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Os experimentos, assim como os *applets* sugeridos são de fácil execução, ilustram e enriquecem bem os conceitos abordados. As vídeo aulas estão bem preparadas e mesmo as mais simples ajudam os estudantes a refazerem os experimentos de baixo custo.

REFERÊNCIA

MARQUES, G. C.; MELLO, Luiz. Adolfo. **Material produzido para o e-física**. Não disponibilizado ainda.

MARCONDES, Ayrton Cesar; SARIEGO, José Carlos. **Ciências: química e física - 1º Grau**. São Paulo: Scipione, 1996.

PENTEADO, Paulo Cesar M; TORRES, Carlos Magno A.. **Física - ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005. Vol. 2.

Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia a dia. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosde-fisica/>>. Acesso em 28/08/2012.

NEWTON, Isaac, (1643-1727). - **Opticks**: or a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of Light. — Forword Albert Einstein; introd. Edmund Whittaker; preface Bernard Cohen. - New York: Dover, 1952. - (Baseada na 4ª ed. Innys, Londres, 1730).