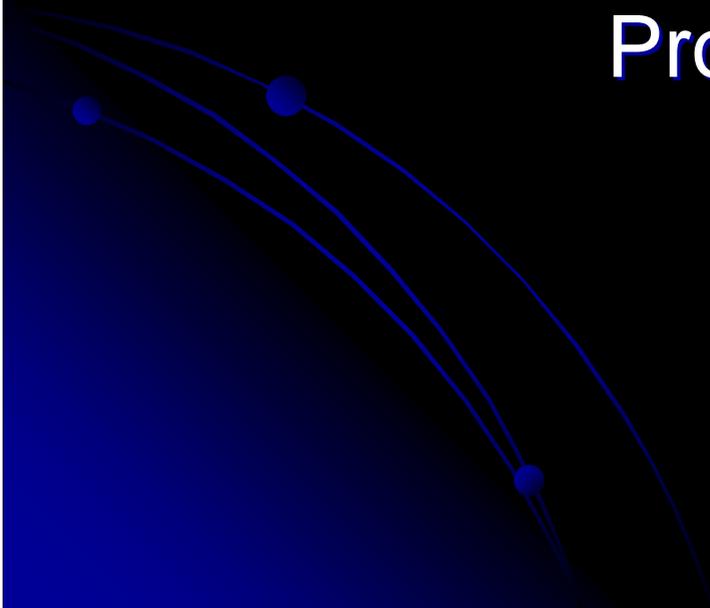
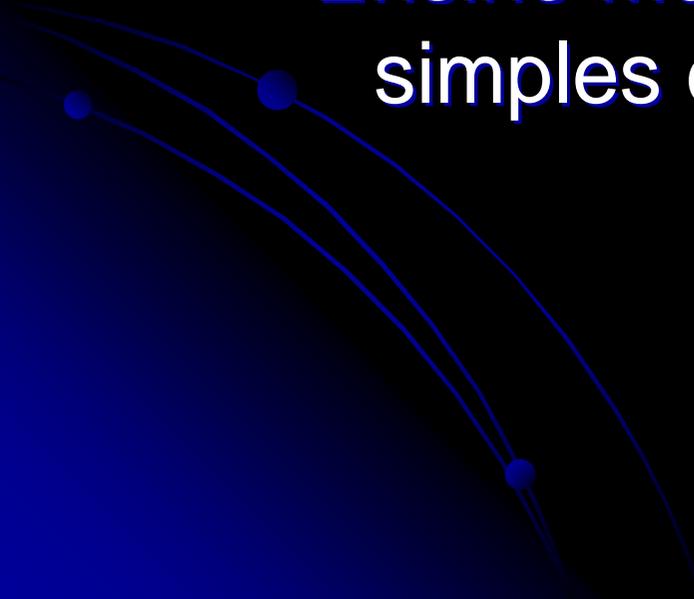


Luz e Cores

Prof. Glênon Dutra

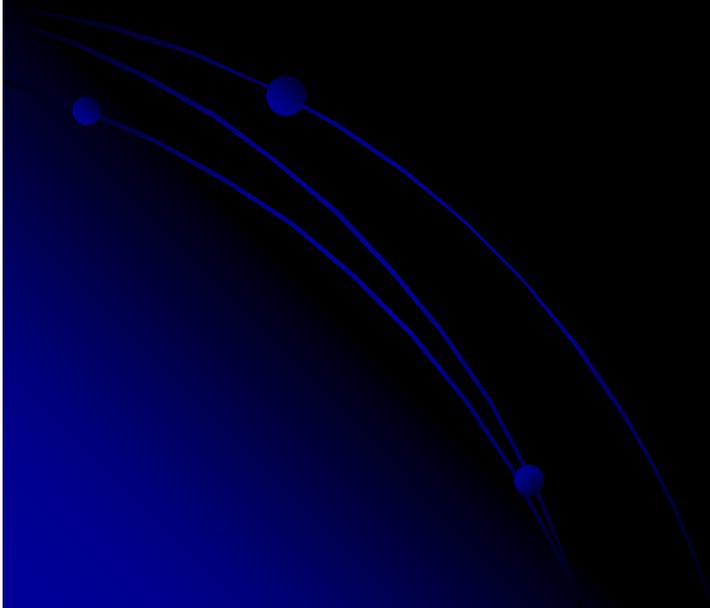


Por Que Ensinar?

- O tema “luz e cores” deve ser trabalhado pelo fato de estar tão presente em nosso cotidiano. Além de ser um tópico muito instigante aos alunos do Ensino Médio, trata de experiências simples e ricas conceitualmente.
- 

Condições prévias para ensinar

- Noções de propagação da luz;
- Refração da luz;
- Noções de ondulatória (definições como comprimento de onda, frequência).



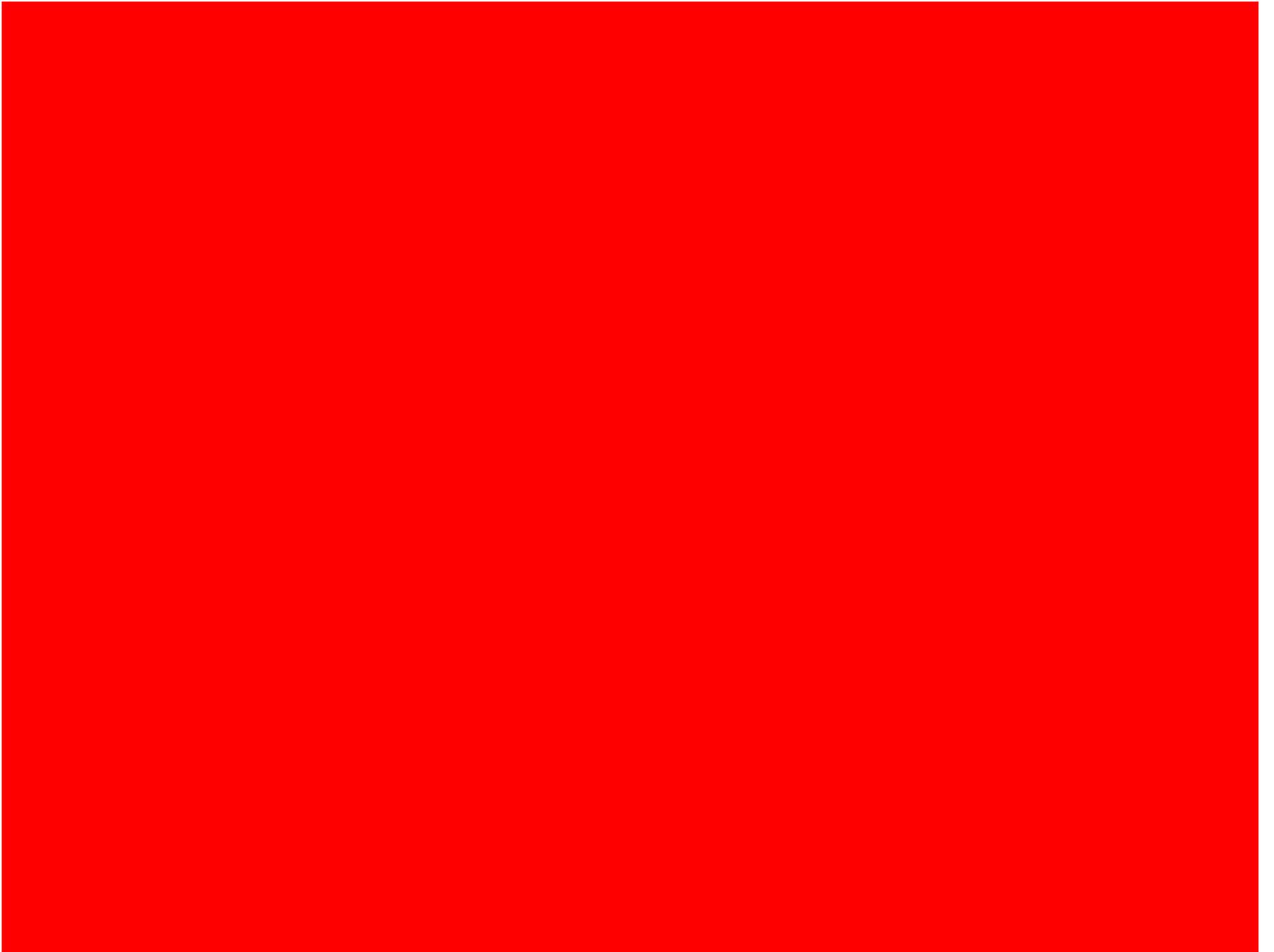
O que ensinar?

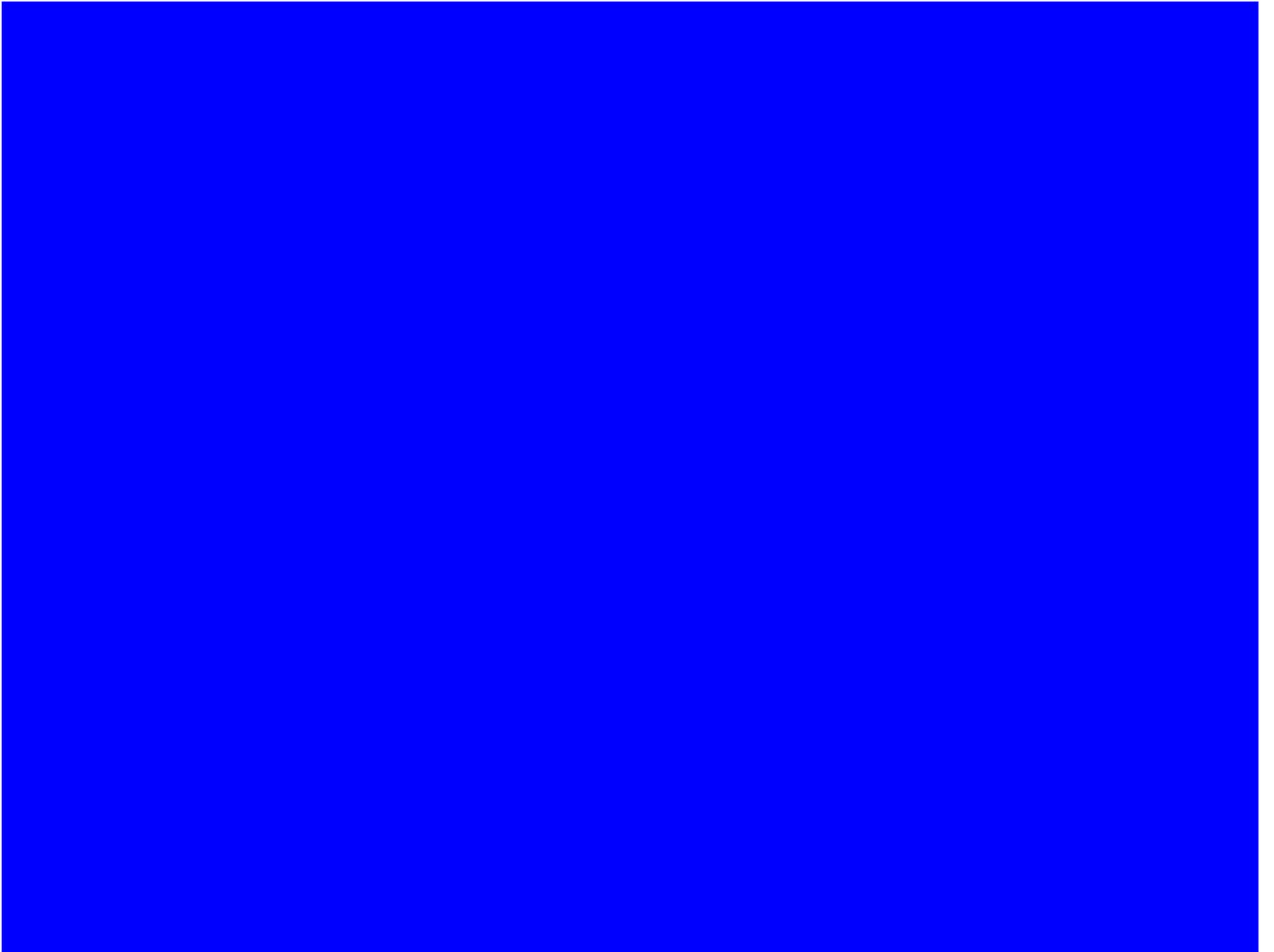
- A dispersão da luz branca e a composição de cores ;
 - A cor dos objetos;
 - Adição e subtração de cores;
 - Diferença entre cor-luz e cor-pigmento.
- 

Atividade I

- I Parte: Cartão de cores

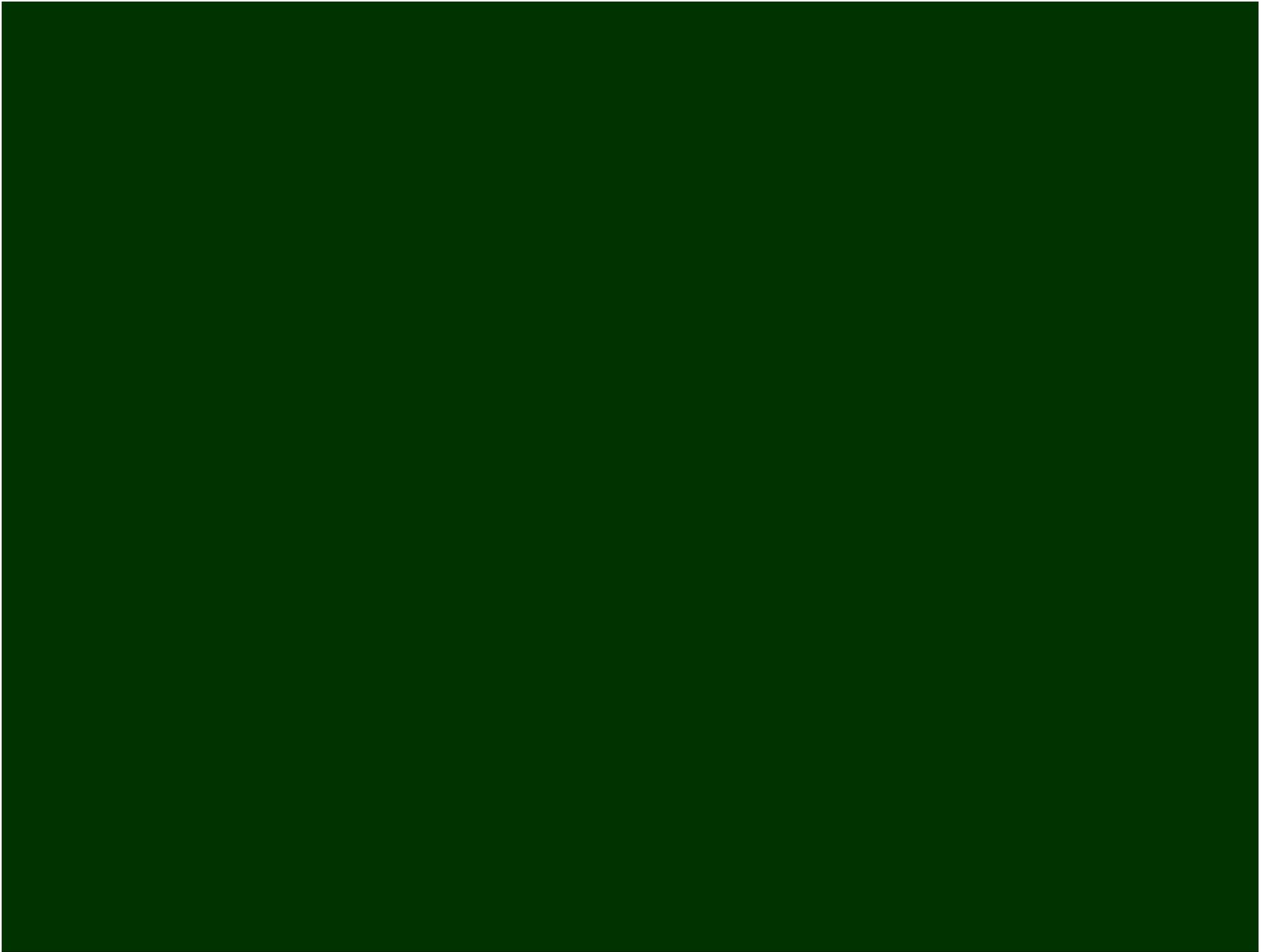
Pressione "enter" para continuar:

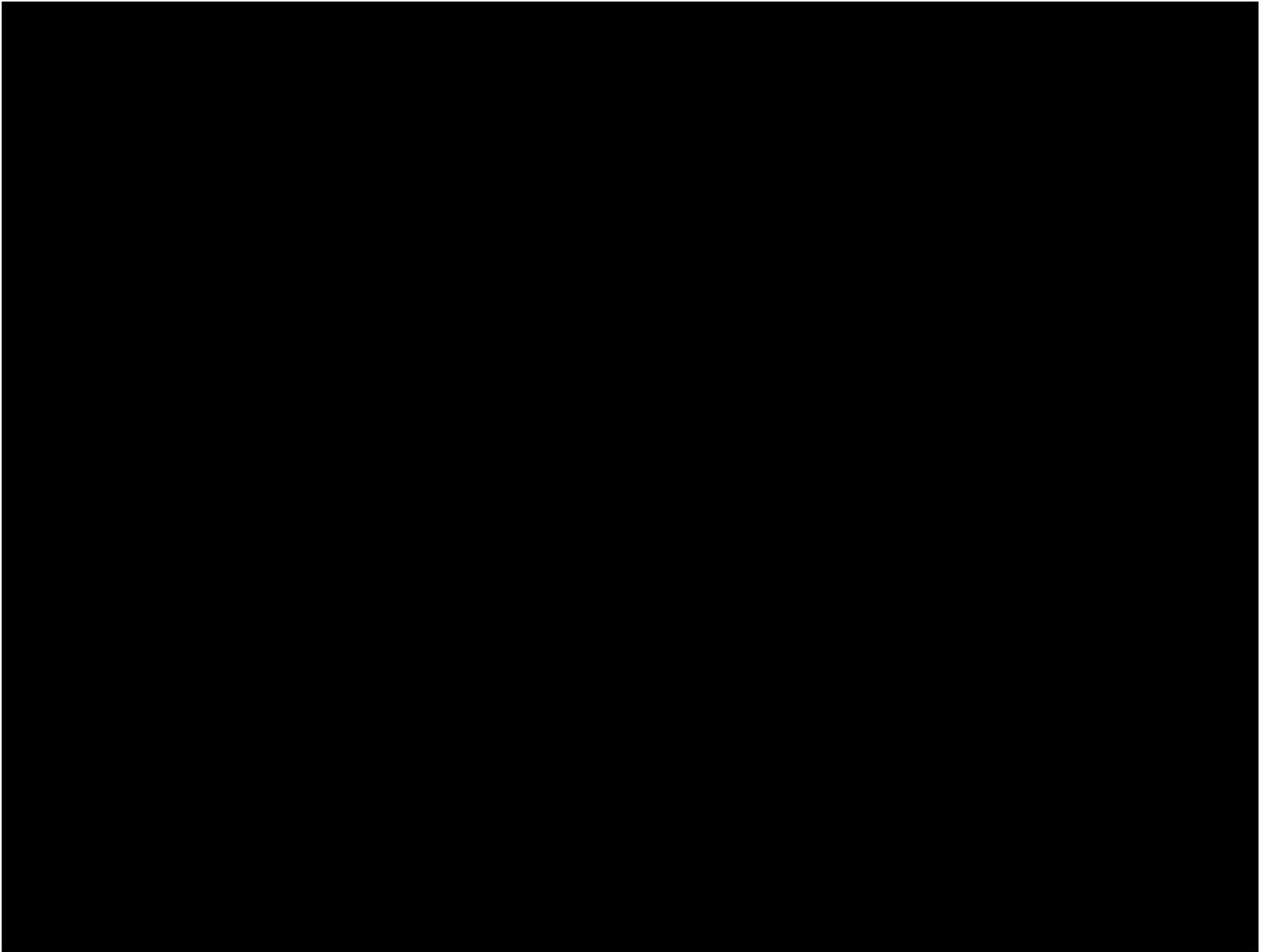








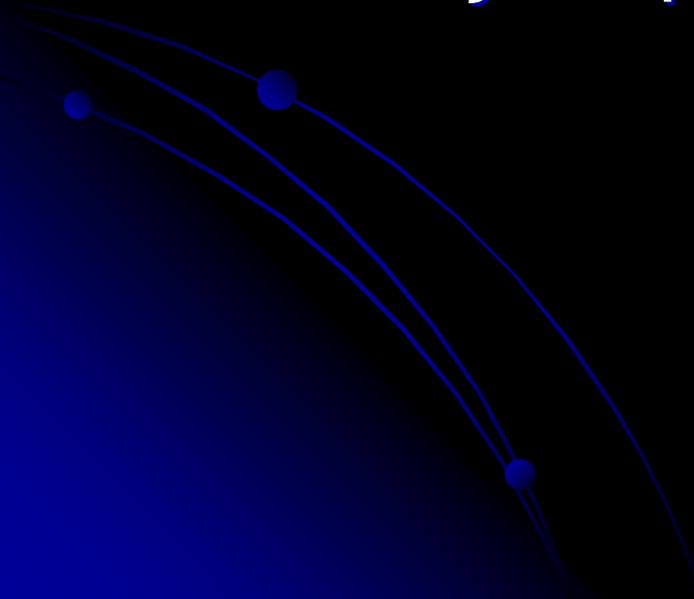




Parte II: Bandeira do Brasil



Perguntas para discussão: A partir das experiências 1 e 2 responda:

- O que são cores?
 - As cores são propriedades dos objetos, da luz, ou simplesmente resultado de sensações psicológicas?
- 

O Arco - Íris

Para Homero a luz provinha dos olhos. Já para Pitágoras, são os olhos que recebem os raios luminosos emitidos por objetos luminosos.

Platão propôs uma teoria que unificava as duas idéias, a visão de um objeto seria devido a três jatos de partículas:

- um partindo dos olhos;
- um segundo proveniente do objeto percebido;
- um terceiro vindo das fontes iluminadoras.

- A dubiedade sobre a natureza da visão, assim como a origem da luz, só foram esclarecidas pelo físico e matemático iraquiano Al-Hasan (c.965-1038) ao reconhecer que a fonte dos raios luminosos está no Sol ou em qualquer outro objeto luminoso, e que a visão se deve tão somente à reflexão desses raios para os olhos que estão contemplando determinado objeto.

- Aristóteles parece haver sido um dos primeiros filósofos a tentar uma explicação para o arco-íris, ao afirmar que o mesmo era devido a gotículas de água contidas na atmosfera que refletiam a luz do Sol e causavam a variação da cor. Ele também observou que a reflexão da luz do Sol pelas nuvens ocorria para um ângulo determinado, dando surgimento portanto tal reflexão a um cone circular de raios de arco-íris.

- A idéia aristotélica sobre o arco-íris prevaleceu até a segunda metade do século XIII, quando o físico persa Ibn Marud Al-Schirazi afirmou que tal fenômeno era devido à dupla refração e reflexão dos raios solares nas tais gotículas d'água, referidas por Aristóteles.
- Semelhantemente, em 1304, o monge alemão Teodorico de Freiberg postulou a hipótese de que o arco-íris era resultado de uma combinação de refração e de reflexão da luz solar por gotículas de chuvas individuais, e não coletivamente, como considerava Aristóteles.

- René Descartes (1596-1650) preocupou-se também com a natureza da luz. Ele formulou uma teoria idealista segundo a qual a luz era essencialmente uma pressão que se transmitia através de um meio perfeitamente elástico: o éter - que enche todo o espaço. Ele atribuía a diversidade das cores a movimentos rotatórios das partículas luminosas com diferentes velocidades através desse meio.

- Newton descobriu o fenômeno da dispersão da luz, isto é, que a luz branca ao passar por um prisma de vidro era decomposta nas cores do arco-íris. Convencido de que essas cores estavam presentes na própria luz branca e que elas não foram criadas no prisma fez passar essas cores do arco-íris por um segundo prisma invertido em relação ao primeiro, reproduzindo, dessa forma, e em uma tela, a luz branca original.
- Observou ainda Isaac Newton que se apenas uma cor do arco-íris atravessasse um prisma, não haveria mais a decomposição cromática, já que o feixe de luz que emergia do prisma apenas alargava-se ou estreitava-se (dependendo da incidência inicial), permanecendo, assim, da mesma cor.

Atividade II

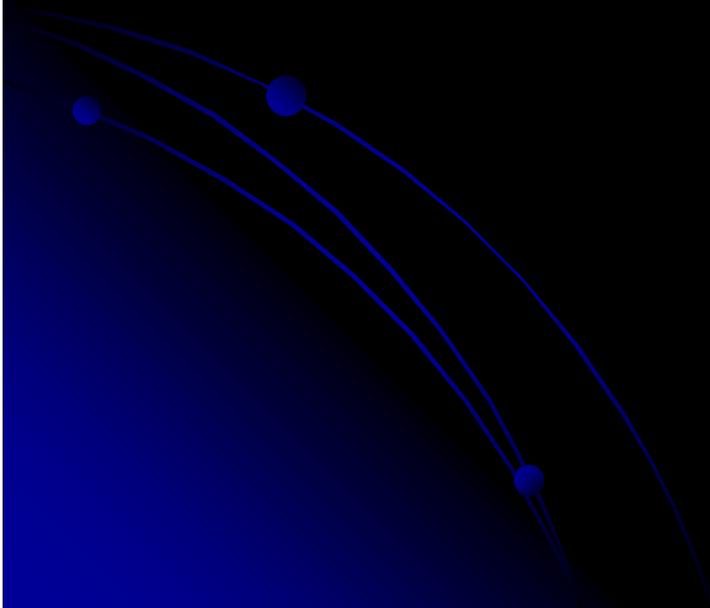
- Projeção de Espectros com um CD e Retroprojektor ;
- Dispersão da Luz usando um espelho e uma dobradiça mergulhados em uma vasilha com água;
- Somar e Subtrair Cores;
- Dispersão e absorção da luz em um aquário .

A Espectroscopia

- Em 1752, Th. Melvill reparou que o espectro da chama de álcool salgado apresentava quase só a cor amarela.
- Em 1801, William Herschel, estudou as propriedades térmicas do espectro por meio de um termômetro muito sensível e demonstrou que o aquecimento aumentava à medida que se distanciava do violeta, para atingir um máximo além do espectro visível, do lado do vermelho.
- Em 1801, o físico alemão J. Ritter, projetando um espectro solar sobre uma chapa coberta de nitrato de prata, observou que o enegrecimento se estendia além do espectro visível para o lado do violeta.

- Em 1822, J. Herschel descreveu os espectros obtidos, introduzindo na chama do álcool diversos sais metálicos e observou que as cores dos espectros eram úteis na identificação destes metais.
- Em 1859 Kirchhoff e Bunsen publicaram um trabalho que lançava as bases da análise química baseada na observação do espectro; os autores mostraram que cada raia do espectro se deve à presença de um elemento dado. Nasceria a análise espectral e seus primeiros êxitos foram a descoberta, em 1861, de dois novos metais por meio de seus espectros: o céscio e o rubídio, assim denominados respectivamente de acordo com suas raias azul e vermelha.

Atividade III – A cor do fogo



Processos Luminosos – Interação Luz/Matéria

A interpretação baseada na Física Quântica fornece uma visão de matéria e de luz que permite explicar os processos que identificamos nas situações práticas. Isso não significa que a natureza seja como o modelo diz que ela é, ou que não possam surgir outros modelos e interpretações.



Natureza Dual da Luz

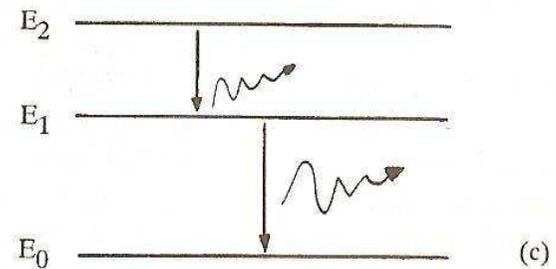
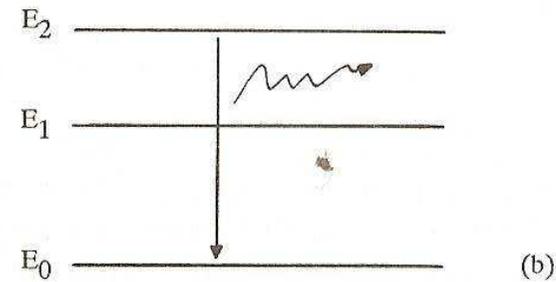
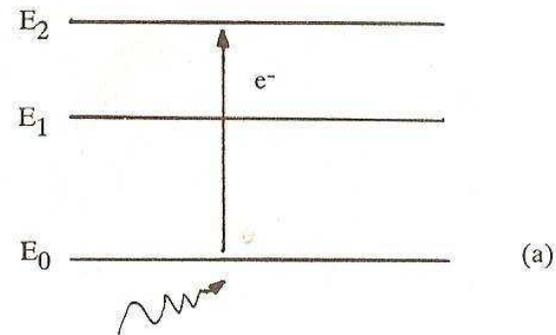
- A impressão de um filme fotográfico por exemplo, revela uma ação muito localizada da luz. Nesse caso a luz se comporta como partícula. Nesse sentido, considera-se que a energia luminosa atinge a matéria na forma de pequenos pacotes. Tais pacotes de energia são denominados fótons.
- Essa interpretação permite compreender o princípio de funcionamento dos produtores e absorvedores de luz. Entretanto, ela não é suficiente para explicar a difração da luz e nem como a luz, em determinadas situações, pode ser refletida por uma superfície transparente, enquanto em outras pode ser absorvida ao passar por um tipo especial de filtro (polarização). Para explicar esses processos, o fóton apresentará uma característica diferente, ao interagir com a matéria ele se comporta como onda.
- Desta forma, a luz é interpretada como um pacote de energia que, nas interações com a matéria, apresenta dois aspectos: em certas interações se comporta como partícula, em outras se comporta como onda. Esses dois aspectos da natureza da luz fazem parte do Modelo Quântico de luz e recebem o nome de dualidade partícula-onda.

Interação Luz/Matéria

- A interação luz-matéria, pode ser interpretada como um processo de transferência de energia onde cada cor corresponde a uma certa quantidade de energia. Assim, segundo este modelo, as diferentes cores de luz distinguem-se pelos diferentes "pacotes" de energia (fótons).
- No caso dos materiais, uma forma de diferenciá-los é através dos "saltos quânticos" efetuados pelos elétrons dos seus átomos. O tipo de interação entre luz e matéria depende, então, da energia do fóton incidente e da energia envolvida nos "saltos quânticos" permitidos para os elétrons dos átomos daquele material.
- Quando o fóton incide com energia menor que o salto quântico permitido para os elétrons, eles não mudam de nível.
- Se a energia do fóton incidente coincidir com a diferença de energia entre dois níveis que correspondem a "saltos quânticos" permitidos, o fóton incidente é absorvido e posteriormente reemitido com o retorno do elétron ao nível de origem.

- Esse retorno, contudo, pode se efetuar de duas formas distintas: reemissão do fóton incidente ou emissão de dois fótons de diferentes energias. No primeiro caso temos o retorno imediato ao nível de origem, ocorrendo a reemissão do fóton incidente. Já a emissão de dois fótons de energias diferentes, correspondendo cada um a "saltos quânticos" distintos, ocorre pela passagem por um nível intermediário.
- Em qualquer das situações, entretanto, a energia do fóton incidente é igual à energia do fóton ou dos fótons emitidos, uma vez que esse modelo pressupõe o princípio de conservação da energia.

fig. 1.25



Representação da absorção e emissão de fótons:

- o fóton de energia $E_2 - E_0$ é absorvido e o elétron salta do nível E_0 para o nível E_2 ;
- o elétron retorna ao nível E_0 , emitindo um fóton de energia $E_2 - E_0$;
- o elétron retorna ao nível E_0 , passando por E_1 , emitindo dois fótons de energias respectivamente iguais a $E_2 - E_1$ e $E_1 - E_0$.

Interpretação de fenômenos

- Lâmpada Fluorescente
- Na lâmpada fluorescente por exemplo, os elétrons provenientes de seus filamentos chocam-se com as moléculas de gás (mercúrio e argônio) contidas no tubo, o que produz a excitação como e a ionização dos átomos. Ionizados, eles são acelerados, e ao se chocarem com outros átomos provocam outras excitações. O retorno desses átomos ao estado de origem ocorre com a emissão de fótons de energia correspondente à radiação visível e à de alta energia (ultravioleta).
- As energias associadas aos fótons correspondentes ao espectro da luz visível diferem muito das energias necessárias para produzir "saltos quânticos" no vidro e no material fosforescente que o recobre. Assim, ela não interage com esses materiais. A radiação ultravioleta, ao contrário, ao atingi-las produz "saltos quânticos", e o retorno dos elétrons ao estado de origem pode se dar pela emissão de dois fótons de energia correspondente à radiação de baixa energia (infravermelha) ou de um fóton correspondente à luz visível e outro correspondente à radiação de baixa energia.

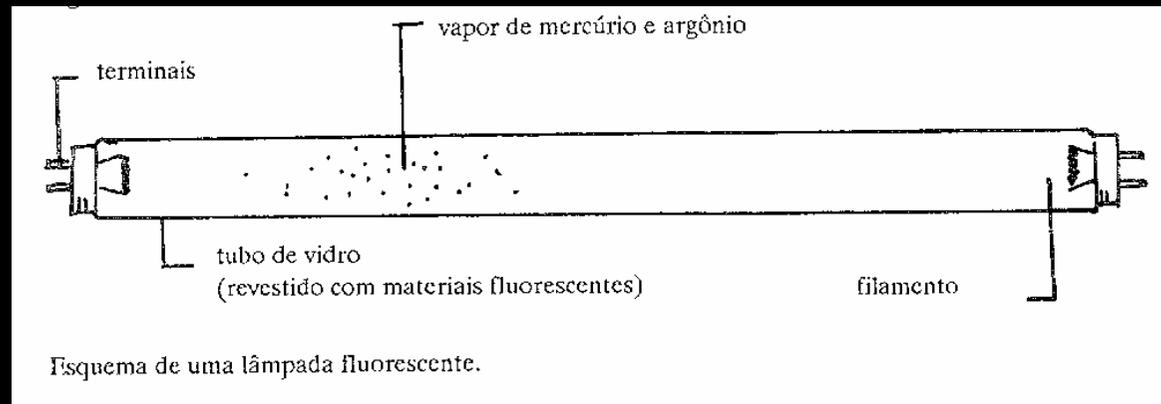
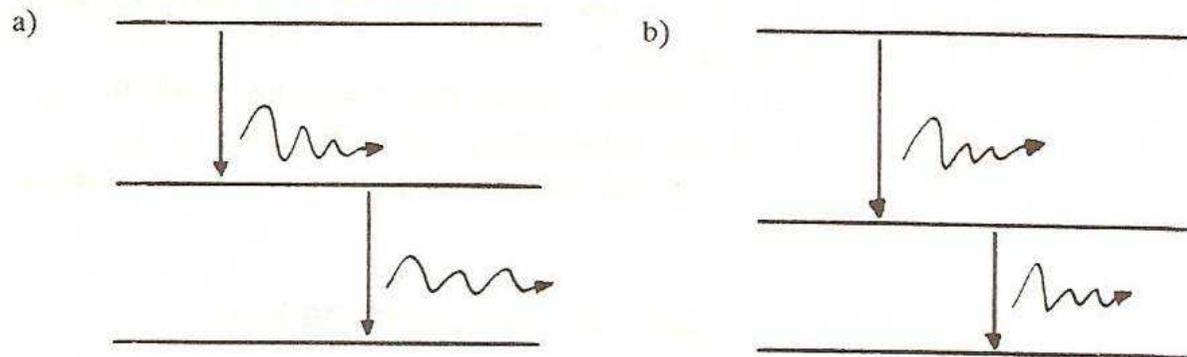


fig. 1.27

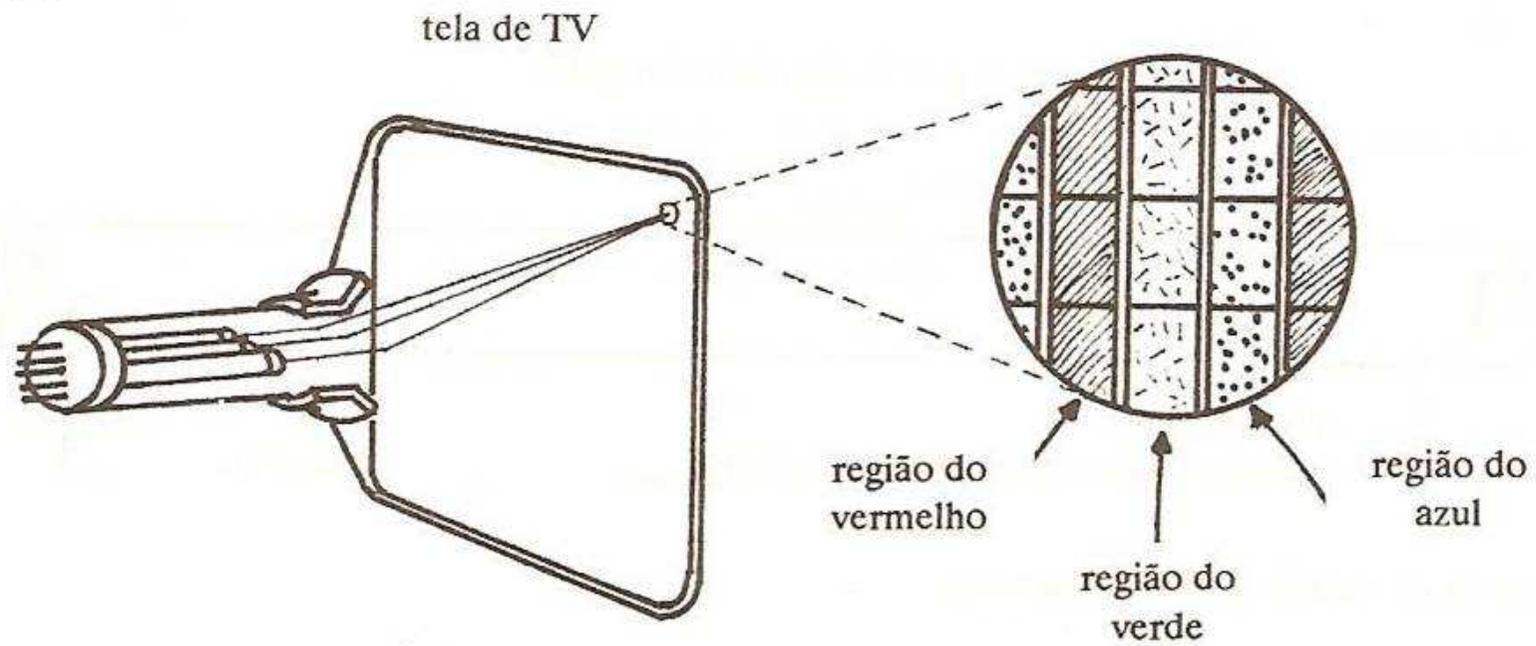


Representação da emissão de fótons em material fosforescente:

(a) emissão de dois fótons correspondentes à radiação de baixa energia e (b) emissão de 1 fóton correspondente à luz visível e outro correspondente à radiação de baixa energia.

- Tela de TV:
- Na tela de TV, cada pequena região funciona como um emissor de luz constituído por três partes com diferentes sais de fósforo. A cada um desses sais são permitidos, para os elétrons de seus átomos, diferentes "saltos quânticos". Por isso, a quantidade de energia necessária para a excitação dos átomos em cada um dos sais de fósforo é diferente. Nesse caso, as energias necessárias correspondem às energias associadas a cores primárias de luz: azul, vermelho e verde.
- Dependendo da energia dos elétrons que se chocam com esta região, haverá a excitação de uma, de duas ou das três partes que contêm os diferentes sais de fósforo. A luz - branca ou colorida - emitida pela tela corresponde a emissões simultâneas das três cores primárias de luz, em diferentes proporções.
- A luz emitida depende não só do material utilizado na tela, mas também da energia cinética dos elétrons nela incidentes. Na ausência de qualquer excitação, a região aparece escura.

fig. 1.28



Esquema que ilustra os sais de fósforo na tela de TV.

- Filtros de Luz

- Do mesmo modo que a produção da luz, a absorção está associada aos "saltos quânticos", ou seja, à mudança de nível dos elétrons que constituem os materiais.

- O filtro azul, por exemplo, utilizado para fotografar, é constituído de material que permite "saltos quânticos", onde o retorno dos elétrons ao nível de origem produz a emissão de fótons correspondentes ao azul. Isso não significa que o "salto quântico" na absorção seja idêntico ao da reemissão, pois neste caso a luz emitida continuaria da mesma cor que a incidente.

- Na reemissão, o retorno dos elétrons ao nível de origem se dá com sua passagem por níveis intermediários, com a emissão de fótons que correspondem à radiação de baixa energia.

Glossário

- Fluorescência: luminescência que não persiste por um intervalo de tempo superior a 10^{-8} segundos, após a remoção da fonte de excitação;
- Fosforescência: luminescência que persiste por um intervalo de tempo superior a 10^{-8} segundos, após a remoção da fonte de excitação; propriedade de emitir luz no escuro.