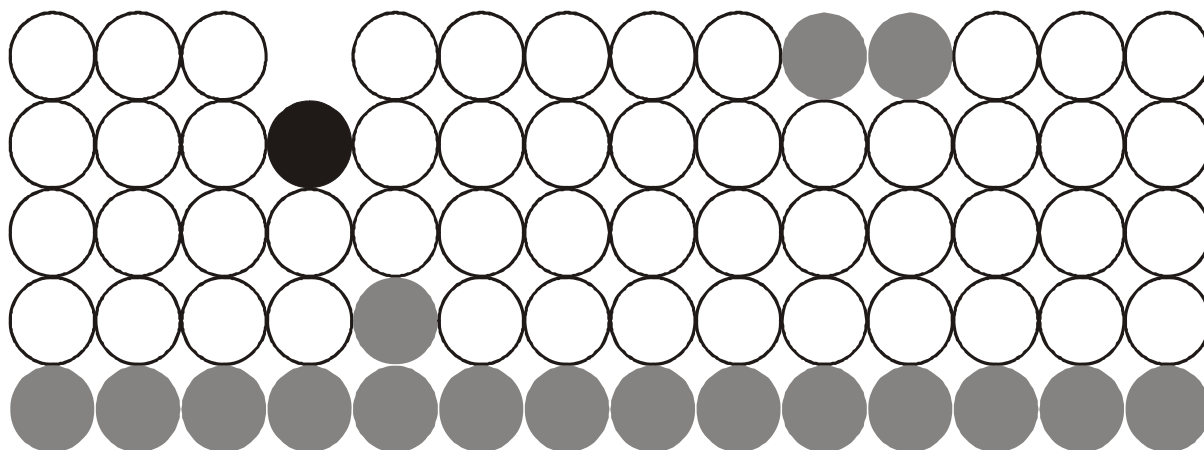


TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

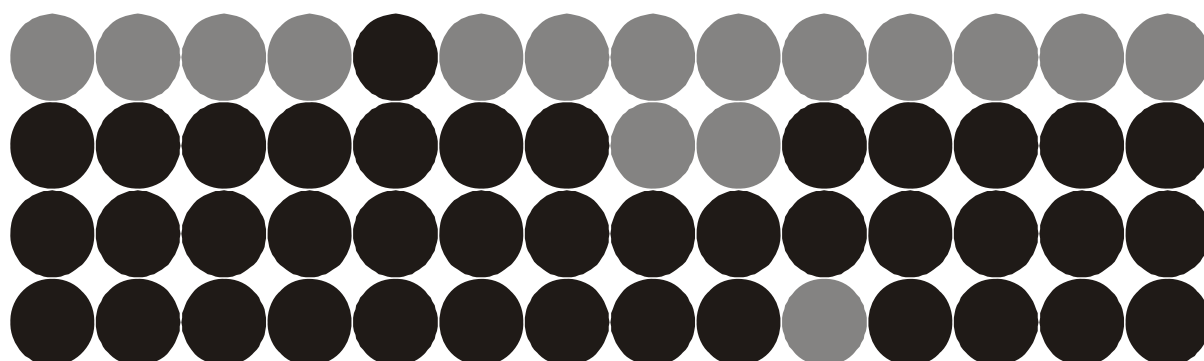
v.16 n. 4 2005

ISSN 1807-2763



Atividades de Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental:
Astronomia, Luz e Cores

Alberto Antonio Mees
Cláudia Teresinha Jraige de Andrade
Maria Helena Steffani



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Textos de Apoio ao Professor de Física, v, 16, n.4, 2005.
Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(Mara Kuse; CRB 10/1470)

M583a Mees, Alberto Antonio
Atividades de ciências para a 8ª série do ensino fundamental:
astronomia, luz e cores. / Alberto Antonio Mees, Cláudia Teresinha
Jraige de Andrade, Maria Helena Steffani. – Porto Alegre : UFRGS,
Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de
Física, 2005.
91 p. - (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio
Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v.16, n.4)

1. Ensino de Física. 2. Astronomia. 3. Ensino Fundamental. I.
Andrade, Cláudia Teresinha Jraige de. II. Steffani, Maria Helena. III.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física.
Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física. VI. Título. V.
Série.

PACS 01.40.J

Impressão: Waldomiro da Silva Olivo

Sumário

Apresentação	5
Atividades de Astronomia e Ótica para 8ª série do Ensino Fundamental	
Atividade 1 – A Física e o Universo	9
Atividade 2 – Comparação entre o tamanho dos planetas e o Sol	11
Atividade 3 - A Terra como um grão de pimenta	13
Atividade 4 - Demonstração das estações do ano	17
Atividade 5 - Eclipse do Sol e da Lua	19
Atividade 6 - Laboratório de informática como apoio às aulas	23
Atividade 7 - Prática de laboratório: imagens formadas por lentes	25
Atividade 8 - Prática de laboratório: imagens formadas por espelhos	27
Atividade 9 - Prática de laboratório: composição da luz e cores	31
Atividade 10 - Uso do CD em sala de aula	35
Referências	37
Anexos	
Anexo A – Avaliação do conhecimento do aluno: pré-teste e pós-teste	39
Anexo B – Algumas lâminas utilizadas em aula	43
Anexo C - <i>Sites</i>	53
Explorando os conceitos de Luz e Cores no Ensino Fundamental	
Atividade 1 - Definindo onda como uma perturbação	57
Atividade 2 - O espectro eletromagnético	61
Atividade 3 - Princípio da Propagação Retilínea da Luz	65
Atividade 4 - A câmera escura	69
Atividade 5 - A cor na visão do físico e na visão do artista	73
Referências	77
Anexos	

Anexo A - Figura 1: Espectro eletromagnético	79
Anexo B - Figura 2: Espectro eletromagnético da luz visível	81
Anexo C - Figura 3: Motivos florais	83
Anexo D - Filtros coloridos - confecção	85
Anexo E - Seqüência de figuras para simular a formação de imagem na câmara escura	87
Anexo F - Síntese sobre o processo químico da fotografia	89

Apresentação

O professor que constrói um experimento para explicar um fenômeno qualquer aos seus alunos consegue: 1º) ser diferente do outro professor que nada fez; 2º) motivar o aluno a participar de suas explicações; 3º) consolidar o próprio conhecimento; 4º) ter melhores condições de fazer o aluno entender o que ele está explicando e 5º) quando o aluno percebe que está entendendo as explicações do professor e que este está preocupado com seus alunos, os mesmos retribuem ao professor, dando-lhe mais atenção, respeito, admiração e carinho. O professor, por sua vez, acaba ficando ainda mais motivado para fazer novos experimentos e com isso ainda mais reconhecimento terá pelo seu trabalho, o qual passará, então, a fazer com muito mais prazer. (João Batista Garcia Canalle)

O material apresentado neste caderno de atividades é parte integrante de dois trabalhos de dissertação de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física, realizados por Alberto Antonio Mees e Cláudia Teresinha Jraige de Andrade, sob orientação da Prof^ª. Dra. Maria Helena Steffani, do Instituto de Física da UFRGS.

O estudo de Ciências nos diferentes níveis de ensino da Educação Básica deve acontecer no sentido de formar um indivíduo capaz de discutir e posicionar-se frente a temas polêmicos, presentes no contexto em que vive. Adequando a linguagem usada e respeitando o nível de desenvolvimento cognitivo do sujeito, entendemos que a disciplina de Ciências deve, nos seus diferentes níveis, fornecer subsídios para formar um cidadão crítico, que tenha habilidade para buscar informações e avaliar as diferentes propostas.

Considerando que a oitava série finaliza um nível de ensino e que uma parcela significativa dos estudantes não prosseguirá seus estudos no ensino formal, cabe-nos perguntar: O que deve ser tratado no Ensino Fundamental, em especial, na disciplina de Ciências na oitava série? Qual é o perfil do profissional indicado para assumir essa série? Por que ensinar Física na oitava série?

Essas são perguntas que não têm uma resposta clara e definida. Para Luís Carlos de Menezes, coordenador dos Parâmetros Curriculares Nacionais, o papel do ensino de Ciências no Ensino Fundamental “*deve ser uma combinação de fenômeno à pesquisa, de procura por respostas a questões da vida prática e de formação de base para o Ensino Médio*” (FALZETA, 2003, p. 20). No entanto, a prática mostra que as escolas privilegiam o papel do ensino de Ciências como base para o Ensino Médio, que é também a proposta na maioria dos livros-texto utilizados na oitava série do Ensino Fundamental. Eles exibem conteúdos calcados em conceitos específicos de Física e de Química, sendo que, no que diz respeito à Física, a maior parte deles propõe conteúdos de Mecânica, por meio de uma abordagem acadêmica, pouco articulada com outras áreas do conhecimento, limitando-se ao uso de definições, fórmulas e suas aplicações em listas de exercícios.

Abordagens dessa natureza podem levar o aluno a não compreender os conceitos trabalhados se não for levado em conta a sua capacidade de abstração para explorá-los. Ao selecionar os conteúdos a

serem abordados nas diferentes faixas etárias, o professor considerar a fase de desenvolvimento cognitivo na qual se encontram os alunos e as estruturas mentais já existentes que lhes permitirão perceber, explicar e interagir com o seu mundo.

Por outro lado, a grande diversidade na formação dos profissionais que lecionam Ciências no Ensino Fundamental, oriundos de cursos de graduação em Biologia, Física, Química ou Matemática, pode ser um fator determinante na estratégia de ensino de Ciências, privilegiando conceitos de uma área em detrimento de outras.

Entendemos que o objetivo do ensino de Ciências na oitava série deva ser a alfabetização científica do aluno, tendo em vista prepará-lo para atuar na sociedade de forma consciente, sendo capaz de buscar informações, processá-las intelectualmente e formar opiniões fundamentadas na razão e no bem social.

Neste volume do Texto de Apoio ao Professor de Física são apresentadas duas propostas de abordagem de conteúdos de Física para a oitava série do Ensino Fundamental. Ambas buscam desenvolver um trabalho capaz de dar aos alunos uma visão integradora da Ciência e de despertar o deslumbramento e, se possível, o gosto e o prazer de estudar Ciências.

Na primeira proposta, que apresenta um conjunto de atividades que envolvem o estudo da **Astronomia**, o professor encontrará uma rica variedade de sugestões que poderão ser total ou parcialmente utilizadas nas suas aulas, levando em consideração as características, os interesses e o contexto social do seu grupo de alunos e da escola em que leciona.

Luz e Cores é o tema centralizador da segunda proposta, que tem como objetivo básico construir um currículo interdisciplinar que permita explorar algumas das implicações desse tema nas áreas de Física, Química, Educação Artística e Biologia. Nela apresentamos atividades que envolvem o estudo da luz por meio de uma abordagem conceitual, de caráter interdisciplinar e essencialmente experimental.

As atividades aqui apresentadas utilizam equipamentos normalmente presentes nas escolas, tais como projetores de *slides* e retroprojetores, além de materiais que podem ser facilmente confeccionados como indicado, quando necessário, nas notas de rodapé dos roteiros de atividades apresentados a seguir. Para facilitar a utilização destes textos, também apresentamos uma indicação de tempo adequado para a duração de cada atividade.

Porto Alegre, setembro de 2005

Alberto Antonio Mess
alberto@unisc.br

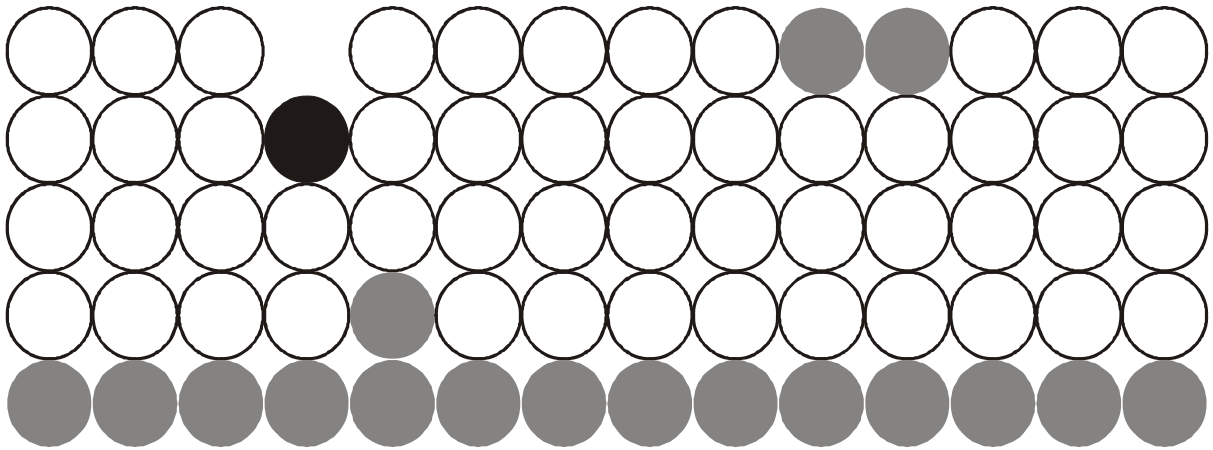
Cláudia Teresinha Jraige de Andrade
claudiaandrade@brturbo.com

Maria Helena Steffani
helena.steffani@ufrgs.br

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

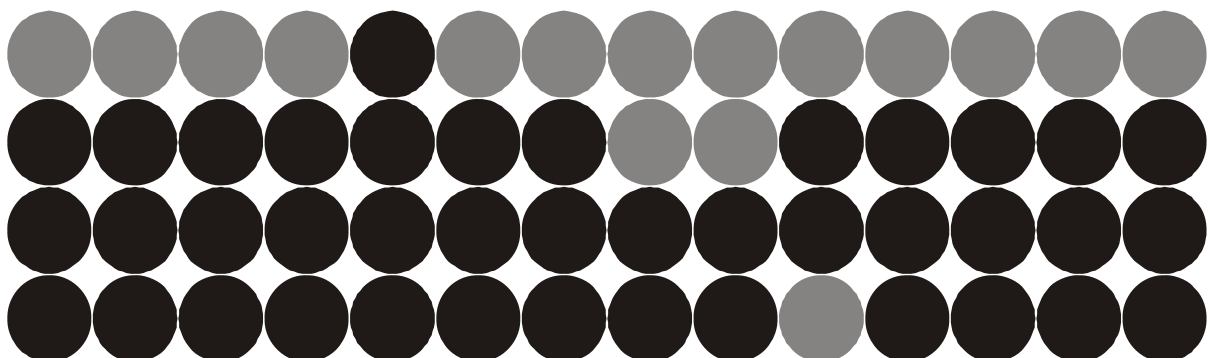
v.16 n. 4 2005

ISSN 1807-2763



Atividades de Astronomia e Ótica
para a 8ª série do Ensino Fundamental

Alberto Antonio Mees
Maria Helena Steffani



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Atividade 1 - A Física e o Universo

Material:

- Aparelho retroprojeter
- Lâminas (transparências) para retroprojeter
- Laboratório de informática ou um computador conectado à Internet
- Vídeo

Duração da atividade: 1 ou 2 horas-aula (de acordo com a disponibilidade ou interesse da turma)

Objetivo: Apresentar a Física aos alunos de 8ª série como uma ciência ampla e em construção, introduzindo conceitos básicos da disciplina.

Introdução: A aula introdutória que propomos sobre Física e o Universo, está baseada em lâminas para retroprojeter e também na indicação de site com simulação, onde se pode acompanhar uma “viagem espacial”, para ter a noção do quão grande é o Universo, e também uma “viagem ao interior do átomo”, para verificar o quão pequeno é o átomo que também faz parte do Universo. Na viagem espacial explora-se um visão do macrocosmo, partindo-se de um ponto muito distante no Universo e, sucessivamente, aproximando-nos da Terra até chegarmos à posição onde nos encontramos no momento da aula. Na viagem ao interior do átomo explora-se as dimensões características do microcosmo, ao mesmo tempo em que são apresentadas as partículas elementares constituintes da matéria. A Física, como disciplina, se ocupa de estudar o Universo que é infinitamente grande, como a distância entre as galáxias, e ao mesmo tempo infinitamente pequeno, como é o caso do átomo, passando pelas situações concretas que nossos sentidos podem perceber no dia-a-dia.

Nesse sentido elaboramos lâminas para retroprojeter as quais se encontram disponíveis no CD que acompanha este texto de apoio podendo ser visualizadas no anexo B. A tabela 1 apresenta, resumidamente, o que encontramos nestas lâminas.

Tabela 1 – Resumos do conteúdo das lâminas

Lâmina	Resumo
01	Evolução do Universo – Big Bang, surgimento das galáxias, surgimento do Sistema Solar.
02	Unidade Astronômica
03	Ano-luz
04	Galáxias
05	Evolução das estrelas
06	O átomo

Uso do simulador da “viagem espacial”: A simulação está disponível no site abaixo:

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/>

Neste site acima encontra-se uma simulação em java, onde pode-se acompanhar uma viagem, primeiramente espacial, partido do espaço e nos aproximando da Via Láctea e, nesta, em direção ao Sistema Solar até chegar num ponto da Terra. Seguindo a viagem penetrar-se até o interior do átomo. No CD, apresentamos um link para o endereço apresentado.

Desenvolvimento da aula: A aula é expositiva com a participação dos alunos. Além do recurso que estamos propondo usar, isto é, retroprojeter e computador, podemos também usar a sala de vídeo e apresentar um filme que fala sobre os assuntos. “A Criação do Universo”, uma reportagem com duração de 33 min apresentada pela Rede Globo no programa “Globo Repórter”, é um exemplo.

Sugestões de perguntas:

- 1- Classificar em ordem decrescente de tamanho as seguintes grandezas: Sistema Solar; Lua; Galáxia; Terra; Via Láctea; Escola.
- 2- Qual a teoria atualmente aceita no meio científico que melhor explica a origem do universo? O que ela diz?
- 3- Sabemos hoje que o Universo está em expansão. O que quer dizer isto para você? O Sol está se afastando de nós?
- 4- Qual o motivo de usar a Unidade Astronômica para medir a distância que separa o Sol dos planetas no Sistema Solar?
- 5- “Alfa Centauri” é uma estrela que fica a mais de 4 anos-luz de nós. O que significa esta distância?
- 6- O Sol é uma estrela de aproximadamente 5 bilhões de anos e ainda brilhará por mais 5 bilhões de anos. O que irá acontecer com o Sol no final de sua existência?
- 7- Escreva sobre o assunto que mais lhe chamou atenção sobre a aula que tivemos sobre Física e o Universo.

Atividade 2 - Comparação entre o tamanho dos planetas e o Sol

Material:

- Bola (450 mm de diâmetro) ou balão surpresa de aniversário
- Esferas (bolinhas) de isopor de diâmetros diferentes
- Esferas (bolinhas) de durepoxi
- Tira de papel de 125 cm
- Régua ou trena
- Fita durex ou outra para firmar os Sol e os planetas
- Barbante

Duração da atividade: 1 hora-aula (dependo do que o professor propõe fazer, poderá ocupar mais tempo).

Objetivo: Representar, em escala, o diâmetro do Sol e os diâmetros dos planetas, tendo como objetivo a análise comparativa dos mesmos.

Introdução: Os livros geralmente ilustram seus textos sobre o Sistema Solar com figuras que representam os planetas todos do mesmo tamanho, causando a impressão de que realmente eles tenham tamanhos praticamente iguais.

Para ilustrar esses tamanhos de forma concreta, obedecendo à proporcionalidade dos diâmetros do Sol e de cada planeta, adaptamos esta atividade baseado num artigo escrito no Caderno Catarinense de Ensino de Física (CANALLE, 1994), onde representamos o Sol por uma bola de 450 mm (45cm), facilmente encontrada em lojas de brinquedos. Os planetas foram representados, seguindo a proporção de diâmetro de cada um em relação ao Sol (bola), por bolinhas de isopor ou durepoxi feitos no diâmetro que o planeta deve possuir. A tabela 2 nos fornece uma relação de diâmetro que as bolinhas devem ter para representar os planetas.

Tabela 2 – Relação do diâmetro do Sol comparado com o dos planetas

Planeta	Diâmetro (mm)	Planeta	Diâmetro (mm)
Sol (estrela)	450	Júpiter	46,1
Mercúrio	1,6	Saturno	38,8
Vênus	3,9	Urano	16,3
Terra	4,1	Netuno	15,6
Marte	2,2	Plutão	0,8

Procedimento: Para efetuar a atividade comparando as dimensões do Sol com os planetas, sugerimos os seguintes passos.

1º Passo – Adquirir uma bola de brinquedo com diâmetro aproximado de 450 mm. Para se certificar do diâmetro da bola, usa-se um barbante para medir a circunferência C da bola. Usando a equação $C = 2 \pi R$ determina-se o raio R e, conseqüentemente, o diâmetro. No caso do diâmetro ser 450 mm ou 45 cm o

barbante deverá ter aproximadamente 141 cm para contornar a bola. Um balão surpresa de aniversário poderá ser enchido até o diâmetro indicado, substituindo assim a bola.

2º Passo – Confeccionar ou escolher as esferas que determinam os planetas. **Mercúrio** deverá possuir um diâmetro aproximado de 2mm. Com durepoxi e uma régua é possível de se representar Mercúrio nessa escala. Os planetas **Vênus** e **Terra** poderão ser representadas por esferas de durepoxi de diâmetro 4mm. **Marte** pode ser representado por uma esfera de durepoxi de 2,5 mm ou parecido com Mercúrio. **Júpiter** pode ser representado por um esfera de isopor de aproximadamente 45 mm de diâmetro e **Saturno** também com um esfera de isopor de 39 mm de diâmetro. **Urano** (16mm), **Netuno** (15 mm) e **Plutão** (0,8mm) podem ser representados por durepoxi.

3º Passo – Organizar os planetas numa tira de papel, seguindo numa escala diferente, mas obedecendo as distâncias proporcionais entre os planetas. A tabela 3 apresenta os planetas e as distâncias em UA que os separa do Sol e entre si.

Tabela 3: Distância em UA dos planetas entre si e em relação ao Sol

Planeta	Distância até o Sol (UA)	Distância que o separa do planeta mais próximo (UA)
Mercúrio	0,39	0,33 (distância Mercúrio Vênus)
Vênus	0,72	0,28 (distância Vênus Terra)
Terra	1,00	0,52 (distância Terra Marte)
Marte	1,52	3,68 (distância Marte Júpiter)
Júpiter	5,20	4,30 (distância Júpiter Saturno)
Saturno	9,50	9,70 (distância Saturno Urano)
Urano	19,2	11,0 (distância Urano Netuno)
Netuno	30,2	9,00 (distância Netuno Plutão)
Plutão	39,2	

Conforme a tabela 3 e adotando que 1cm vale 0,33 UA, a distância Terra Sol valerá 3 cm. De acordo com essa sugestão de escala, após terem sido confeccionados os planetas, estes poderão se colados numa tira de papel de comprimento 125 cm seguindo a seguinte ordem: **Mercúrio – 1cm – Vênus – 1cm – Terra – 1,5 cm – Marte – 11 cm – Júpiter – 13 cm – Saturno – 29 cm – Urano – 33 cm – Netuno – 27 cm – Plutão.**

Esta atividade pode ser desenvolvida em 15 min, caso o professor leve-a pronta para a sala de aula, mas também pode ser explorada no sentido do aluno calcular o diâmetro de cada planeta em relação ao diâmetro do Sol e, posteriormente, com argila ou durepoxi construir o seu quite com possibilidade de levá-lo para casa e também repassar aos seus pais e amigos o que foi feito em aula, compartilhando sua aprendizagem com as pessoas de seu relacionamento.

Atividade 3 – A Terra como grão de pimenta

Material:

- Bola de plástico de diâmetro aproximadamente de 23 cm
- Sementes de coentro para representar Mercúrio e Marte
- Sementes de pimenta para representar Vênus e a Terra
- Noz para representar Júpiter
- Avelã para representar Saturno
- Amendoins para representar Urano e Netuno
- Gergelim para representar Plutão
- Fita adesiva
- Trena para medir a distância
- Pátio da escola

Duração da atividade: 2 horas-aula

Objetivo: Apresentar, em escala, a extensão do Sistema Solar. Tornar perceptível, para quem dela participa, não apenas os tamanhos relativos entre os planetas e o Sol, mas também as dimensões interplanetárias. Com esta atividade o aluno pode verificar que é impossível representar o Sistema Solar em escala em uma figura no seu caderno ou no quadro-negro.

Introdução: Na atividade anterior (atividade 2) realizamos uma comparação entre o diâmetro dos planetas com o Sol tornando perceptível o quão grande é o Sol se comparado com os planetas. Essa atividade visa proporcionar a dimensão, em escala, do tamanho do Sistema Solar, a exemplo do que tem sido apresentado no Planetário da UFRGS que, por sua vez foi adaptado do “The Earth as a Peppercorn” (OTTEWELL, 1989).

A tabela 4, fornece o diâmetro do Sol e dos planetas em km e também em mm, quando é utilizada uma escala de 1mm = 6000km.

Atividade preparatória para esta aula: Distribuir a turma em 10 grupos, onde um grupo pesquisa dados sobre o Sol e os outros grupos pesquisam características dos planetas.

Procedimento: A atividade que apresenta a Terra como grão de pimenta deverá ser realizada no pátio da escola ou mesmo na rua. O Sol, que representamos pela bola de 23 cm de diâmetro, deverá ser fixado num ponto do muro ou um aluno o segura. O grupo parte do Sol e vai percorrendo as distâncias que separam os planetas.

Partindo do **Sol**, na escala adotada na tabela 4, devemos nos **deslocar 10m** até chegar em **Mercúrio** representado por um **grão de coentro**. Essa medida pode ser efetuada com passos grandes. Ao chegar na

órbita de Mercúrio, solicita-se ao grupo que pesquisou sobre **Mercúrio** que apresente aos colegas alguns dados sobre este planeta.

Tabela 4: Distâncias características dentro Sistema Solar

Escala 1mm=6000 km	km	m	mm	Representação
Diâmetro do Sol	1 400 000		230	Bola
Distância do Sol a Mercúrio	58 000 000	10		
Diâmetro de Mercúrio	5 000		0,8	Grão de coentro
Distância da órbita de Mercúrio à Vênus	50 000 000	8		
Diâmetro de Vênus	12 000		2	Grão de pimenta
Distância da órbita de Vênus a Terra	41 000 000	7		
Diâmetro da Terra	13 000		2	Grão de pimenta
Distância da órbita da Terra à Marte	78 000 000	13		
Diâmetro de Marte	7 000		1	Grão de coentro
Distância da órbita de Marte à Júpiter	550 000 000	92		
Diâmetro de Júpiter	143 000		24	Noz
Distância da órbita de Júpiter à Saturno	649 000 000	108		
Diâmetro de Saturno	120 000		20	Avelã
Distância da órbita de Saturno à Urano	1 443 000 000	240		
Diâmetro de Urano	51 000		9	Amendoim
Distância da órbita de Urano à Netuno	1 627 000 000	271		
Diâmetro de Netuno	49 000		8	Amendoim
Distância da órbita de Netuno e Plutão	1 404 000 000	234		
Diâmetro de Plutão	2 300		0,4	Gergelim
Total das distâncias do sistema planetário	5 900 000 000	983		
Distância da Terra à Lua	384 000		64	
Diâmetro da Lua	3 500		0,6	Gergelim

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/grao.htm>

Seguindo a viagem, percorrendo **mais 8m**, atingimos a órbita de **Vênus** (grão de pimenta) e novamente uma parada para aprender um pouco sobre Vênus.

Continuando a viagem planetária no Sistema Solar, partimos agora para ir ao encontro do planeta **Terra**: percorrendo **mais 7 m**, estamos na órbita do nosso planeta. Ao chegar na órbita da Terra, uma parada para alguns comentários sobre a Terra e também a apresentação da Lua como sendo o único satélite natural que orbita nosso planeta. Como a Lua dista 384 000 km da Terra, adotando a escala da tabela 4, ela ficaria a 6,4 cm do grão de pimenta que está representando a Terra.

Deixando a Terra, partimos em direção a **Marte** (grão de coentro) e para isso devemos nos deslocar **por 13m** para alcançar a órbita de Marte. Na parada em Marte, dados sobre o planeta vermelho e breve relato sobre as últimas investigações da busca da presença de água neste planeta e suas implicações

sobre a existência de vida extraterrestre. Ao deixar Marte vamos em direção a **Júpiter** (casca de noz). Agora a viagem é mais longa, pois devemos **percorrer 92m** até chegar na órbita de Júpiter. Ao chegar na órbita de Júpiter geralmente acaba a dimensão do pátio da escola, pois este ponto já se encontra a uma distância de $10m + 8m + 7m + 13m + 92m = 130m$ do ponto de origem (Sol).

Se as distâncias nos permitirem, podemos seguir viagem até **Saturno** (grão de avelã), percorrendo **108m**. Para chegar em **Urano** devemos andar **mais 240m**, e depois **mais 271m** até **Netuno**. Finalmente **mais 234m** até **Plutão**. Ao percorrermos os 983m que correspondem à dimensão do Sistema Solar na escala $1mm = 6000km$, percebemos o quão grande é o Sistema Solar, tornando-se impossível representá-lo em escala numa folha de papel.

Atividade 4 – Demonstração das estações do ano na Terra

Material:

- Globo terrestre para representar a Terra
- Luminária tipo Spot ou lanterna para representar o Sol
- Sala de aula escurecida

Duração da atividade: 1 hora-aula

Objetivo: Demonstrar de forma interativa como se formam as estações do ano na Terra.

Introdução: As estações do ano na Terra vêm sendo trabalhadas desde as primeiras séries do ensino fundamental. Ostermann (1999), em entrevistas realizadas com professoras de 1ª a 4ª série, constatou que as educadoras apresentavam concepções errôneas a respeito das estações do ano. Uma das professoras disse: “Quanto mais a Terra se distancia do Sol mais perto estamos do inverno”. Outra professora coloca que, “próximo do Sol é verão, do outro lado é inverno. Entre o inverno e o verão, fica a primavera” (OSTERMANN, 1999). Respostas parecidas foram dadas por alunos do ensino médio em 2003, quando questionados por nós a respeito das estações do ano. Canalle (2003) aborda esta questão no artigo intitulado: “O Problema do Ensino da Órbita da Terra”. Conforme salienta o autor, essa representação inadequada tem sido, provavelmente, a principal responsável por graves erros conceituais a respeito das estações do ano na Terra. A figura 2 mostra o material a ser utilizado.

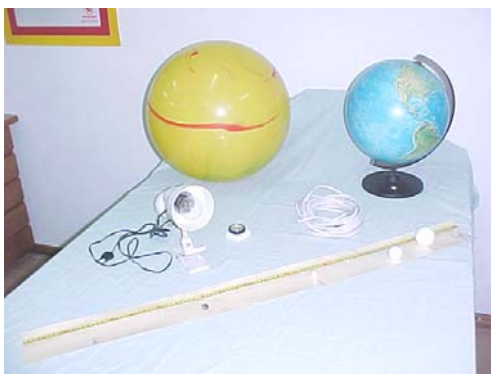


Figura 2 – Material necessário para a demonstração

Procedimento:

- Organizar as classes da sala de aula de forma circular.
- Colocar uma classe no meio da sala que receberá a luminária (sol) e quatro classe dispostas ao seu redor para receber globo terrestre (Terra) em suas paradas estratégicas, em movimento, ao redor do sol.
- A figura 3, apresentada a seguir, mostra um esquema de arrumação da sala de aula.

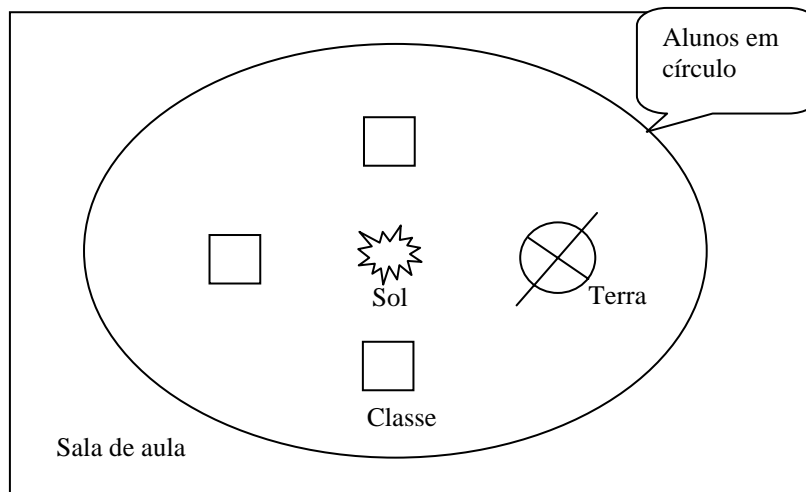


Figura 3 – Esquema de como arrumar a sala de aula.

Demonstração do dia e da noite:

- Primeiramente iluminar o globo terrestre e observar as regiões do globo que recebem luz.
- Girar o globo sobre si e verificar que outras regiões do globo recebem iluminação.

Demonstração das estações do ano:

- Posicionar o globo como indicado na figura 3. Neste caso o hemisfério Sul é iluminado diretamente, recebendo luz mesmo que o globo gire sobre si. Isso caracteriza o início do verão no hemisfério Sul e o começo do inverno no hemisfério Norte.
- Deslocar o globo terrestre ao redor do Sol (luminária), mantendo sempre o mesmo plano de inclinação.
- Observar como se comporta a iluminação do globo terrestre e a relação com as estações do ano.

Essa é uma atividade que necessita de um acompanhamento explicativo do professor envolvendo os alunos com questionamentos sobre o que eles pensam quanto à ocorrência das estações do ano e dos eclipses. Um roteiro sobre como organizar e explicar essa atividade, você encontra detalhado no CD ou na Internet na página de nossa autoria: <http://www.if.ufrgs.br/~amees/estacao.html>. Você também pode acessar a página do professor Canalle, onde se apresenta outra forma de trabalhar as estações do ano na Terra: <http://www2.uerj.br/%7Eoba/cursos/astronomia/estacoesdoano.htm>. No CD que acompanha este texto de apoio, a atividade apresentada na Oficina de Astronomia, pode ser acessada diretamente.

Atividade 5 – Eclipses do Sol e da Lua

Material:

- Globo terrestre para representar a Terra
- Luminária tipo Spot ou lanterna para representar o Sol
- Sala de aula escurecida
- Bola de isopor para representar a Lua
- Computador
- CD que acompanha este texto

Duração da atividade: 1 hora-aula

Objetivo: Demonstrar de forma interativa como se formam as estações do ano na Terra.

Introdução: “Um eclipse é o obscurecimento parcial ou total de um astro, pela interposição de um outro astro. Nas observações diretas do céu, pela sua magnitude, os eclipses mais notáveis são os do Sol e da Lua.

Como fonte luminosa do Sistema Solar, o sol ilumina a Terra e a Lua, e, em decorrência disto, a Terra e o seu satélite projetam sombras no espaço. Em constante movimento, ambos os astros ocupam diferentes posições no espaço e, em certas ocasiões, elas resultam no belo espetáculo do *eclipse*. Quando a Terra intercepta a sombra da Lua, há um *eclipse solar*. Quando a Lua que atravessa a sombra da Terra, ocorre um *eclipse lunar*.” (Eclipse um espetáculo de luz e sombra – Planetário Prof. José Baptista Pereira - UFRGS)

Para demonstrar os eclipse e explicar em que posição deverão estar os 3 astros principais envolvidos, usamos uma bola de isopor e posicionamos ela em pontos diferentes da sua trajetória de translação ao redor da terra. A figura 4 a seguir representa como acontece um eclipse solar.



Figura 4 – Eclipse solar

Eclipse do Sol

O eclipse solar pode ser total ou parcial. Como o diâmetro da Terra é quase 4 vezes maior que o diâmetro da Lua, apenas algumas regiões da Terra, poderão ver um eclipse total. A figura¹ 5 mostra como acontece um eclipse do Sol. Quando a sombra da Lua alcança a Terra, as partes da Terra atingidas pela umbra² têm eclipse total, as partes atingidas só pela penumbra têm um eclipse parcial.

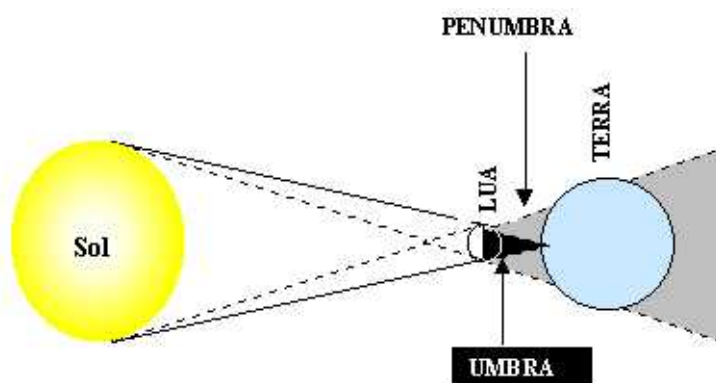


Figura 5 - Eclipse do Sol

O eclipse solar é importante para os astrônomos, pois permite olhar o céu estrelado durante o dia. Devemos ter um cuidado especial para observar o eclipse solar: jamais olhar diretamente o Sol sem proteção adequada, pois isso pode danificar a retina do olho, causando problemas de visão!

Eclipse da Lua

O eclipse da Lua acontece quando o Sol, Terra e Lua se encontram alinhados. Esse alinhamento só é possível no dia (noite) de Lua Cheia. Ao contrário do que acontece com o eclipse solar, o eclipse lunar pode ser visto a olho nu e em qualquer região da Terra onde se possa ver a Lua naquele momento. Como a Lua é menor que a Terra, as chances de ter um eclipse lunar total são maiores. A figura³ 6 mostra um eclipse lunar.

¹ Figura adaptada do Livro Astronomia e Astrofísica. Ed. Universidade/Ufrgs,2000.

² Umbra: região da sombra que não recebe luz de nenhum ponto da fonte, no caso o Sol.

³ Figura adaptada do Livro Astronomia e Astrofísica. Ed. Universidade/Ufrgs,2000.

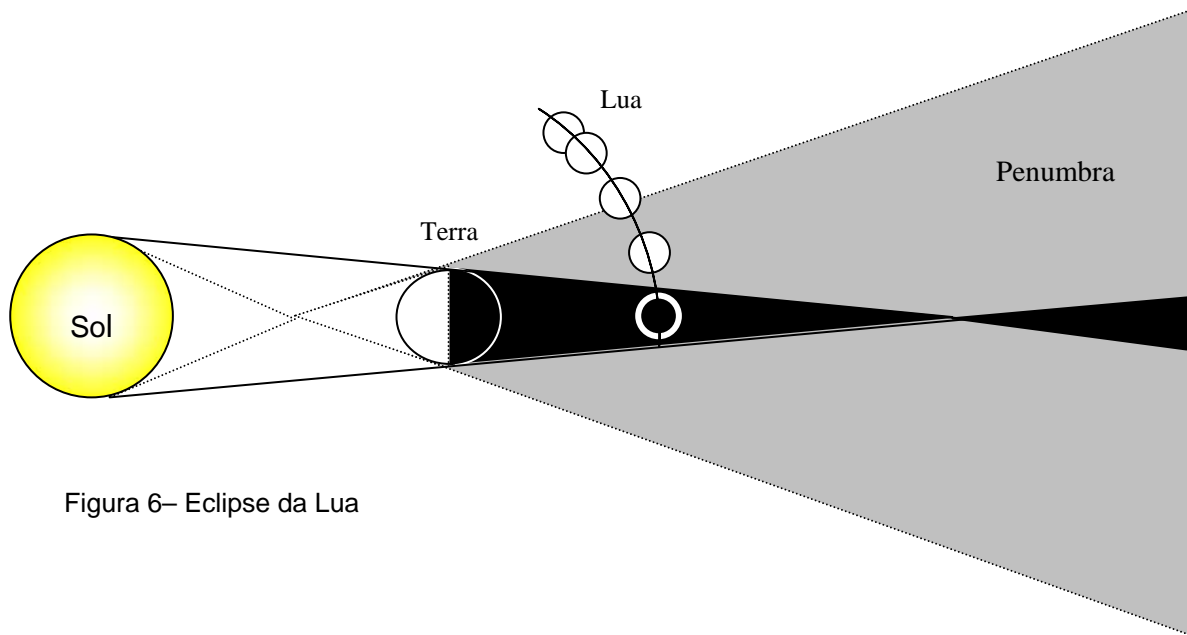


Figura 6– Eclipse da Lua

Procedimento:

- Colocar a luminária sobre a mesa e iluminar o globo terrestre
- Segurar a bola de isopor na mão (Lua) e girar a mesma ao redor do globo terrestre.
- Variar a altura com que a Lua efetua o movimento de translação ao redor da Terra
- Observar o que acontece.

Uso de Simulação: Caso se tenha um computador pode-se efetuar simulações de eclipses. No CD está disponível uma simulação cujo autor, Pablo R. Darde, disponibiliza o aplicativo “freeware” para fins de ensino.

A atividade sobre eclipse lunar e solar está detalhada no CD ou na Internet na página de nossa autoria: <http://www.if.ufrgs.br/~amees/estacao.html>.

Atividade 6 – Laboratório de informática como apoio às aulas

Material:

- Sala de informática com conexão à Internet ou computador com canhão de projeção

Duração da atividade: 2 horas-aula

Objetivo: Proporcionar aos alunos outras fontes de informação ou de aquisição de conhecimento além da sala de aula

Introdução: O uso da informática como apoio às aulas está se tornando uma realidade em muitas escolas que já possuem seu laboratório de informática. Através da informática podemos obter dados atualizados sobre o Sistema Solar e até mesmo realizar simulações sobre eclipses e outros fenômenos físicos.

Ao propormos atividades que envolvessem o laboratório de informática, pensamos em apresentar ao aluno outras formas de aprendizagem e consulta de dados que não fossem os livros. Como na biblioteca escolar dificilmente encontramos livros sobre astronomia, a informática, mais especificamente a Internet em páginas sobre astronomia, permite a obtenção de informações atualizadas sobre o Sol, os planetas e outros astros.

Procedimento: Com base no site sugerido, <http://educar.sc.usp.br/ciencias/astro/> responda as perguntas abaixo

- 1) Qual a importância de conhecer os pontos cardeais nos dias atuais? O Sol nasce sempre no leste e se põe no oeste?
- 2) A que se deve a ocorrência do dia e da noite? Como pensavam os povos antigos para explicar o fenômeno do dia e da noite? O dia (período de luz) tem a mesma duração em qualquer parte do mundo?
- 3) Explicar como acontecem as estações do ano. As estações do ano ficam bem definidas em qualquer região do mundo?
- 4) Com base no site, verificar as seguintes informações a respeito do Sol: Idade; diâmetro comparado com a Terra; massa comparada com a Terra; temperatura na superfície; os dois principais componentes do Sol; porcentagem de massa que ocupa no sistema solar; tempo de vida que ainda resta.
- 5) Use a sua criatividade para montar um quadro ou tabela comparativa entre os planetas. Na tabela deverão constar: período de rotação (em dia terrestres); período de translação (anos terrestres) ; temperatura máxima e mínima ou média (°C); diâmetro (km); nº de luas; composição atmosférica.
- 6) Explicar a diferença entre: Meteoróide, Meteoro e Meteorito.

As questões acima foram direcionadas para serem consultadas no site que indicamos no início da atividade. No entanto, o professor pode elaborar outras questões direcionadas a outros sites. No anexo C apresentamos a relação de alguns sites que podem ser consultados.

Observação: No CD que acompanha este texto de apoio disponibilizamos arquivos em html que trabalham o tema calor em nível de 8ª série, já com questões (atividades) para serem respondidas pelos alunos. O tempo necessário para desenvolver essa atividade é de 1 hora-aula. Esse mesmo hipertexto também está disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~amees/> clicando em mudança de fase (8ª série).

Atividade 7 – Prática de laboratório: imagens formadas por lentes

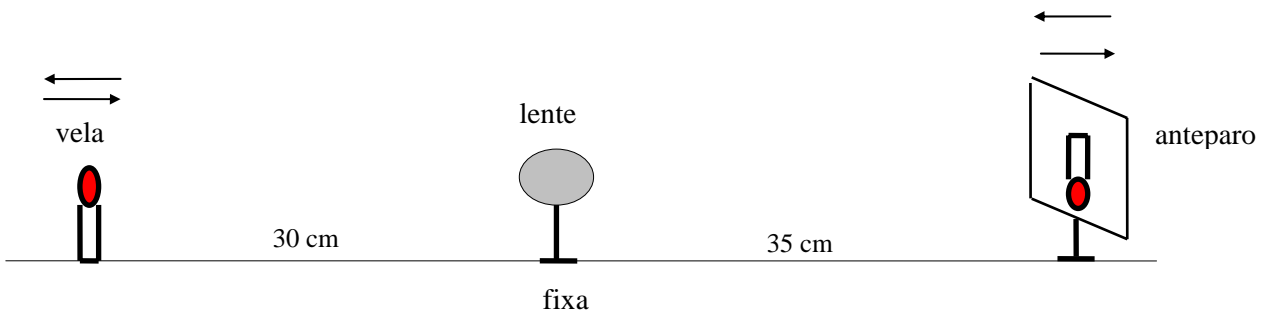
Material:

- uma vela com suporte
- grampo para a lente
- régua
- lente nº 1 (convergente)
- tela quadrática (anteparo) com suporte.
- fósforo

Duração da atividade: 1 hora-aula

Objetivo: Proporcionar aos alunos um contato com atividades práticas envolvendo conceitos básicos sobre propagação retilínea da luz, fenômeno da refração e formação de imagens reais e virtuais, usando uma lente convergente.

Procedimento: montar o esquema abaixo (figura). Manter a lente fixa e variar a vela e o anteparo (tela), em relação à lente de tal forma a obter uma imagem nítida.



Colocar a tela a uns 35 cm da lente e a vela a uns 30 cm da lente, conforme a figura acima.

Observar a imagem formada na tela registrando suas observações, (como tamanho da imagem, se está invertida ou não), no espaço abaixo.

Seguindo com o experimento, afastar a vela da lente por aproximadamente 80 cm, mantendo a tela no mesmo lugar.

O que você observa na tela após ter afastado a vela por 80 cm da lente?

Aproximar a tela da lente até que apareça novamente a imagem. Procurar focalizar bem a imagem da vela para que ela seja bem nítida e visível. Registre abaixo as suas observações a respeito desta nova imagem.

Agora vamos aproximar a vela da lente até uns 25 cm antes da lente e afastar a tela até que apareça a imagem novamente.

Escreva abaixo as características da imagem formada.

Por fim vamos aproximar a vela da lente até uns 10 cm e observar o que acontece com a imagem formada na tela. Escrever o que consegue ver na tela.

Mantemos a mesma distância da vela até a lente, isto é, os mesmos 10 cm. Vamos olhar para a chama da vela através da lente, ou seja, do lado em que se encontra a tela para o lado em que se encontra a vela. O que observamos em relação a imagem?

Parte teórica

A imagem formada por uma lente esférica pode ser classificada em real ou virtual, dependendo do tipo de lente e da distância do objeto (vela) à lente. A imagem real sempre aparece invertida em relação ao objeto de onde a luz parte. A imagem real aparece na tela ou no anteparo e pode ser tocada. A imagem virtual, não pode ser tocada e aparece direita, isto é, não invertida.

Responda:

1) As imagens que aparecem invertidas e projetadas na tela são chamadas de imagens reais ou virtuais? Elas são do mesmo tamanho do objeto (vela)? Explique.

2) O olho humano possui uma lente semelhante com a que você trabalhou neste experimento. Qual a finalidade dessa lente? Explique e procure o nome da mesma.

Atividade 8 – Prática de laboratório: imagens formadas por espelhos

Material:

- 2 espelhos planos,
- 1 espelho côncavo
- 1 espelho convexo
- 1 disco graduado;
- fósforo
- uma vela
- suporte para vela
- 1 F (cortado em papel)
- um vidro plano

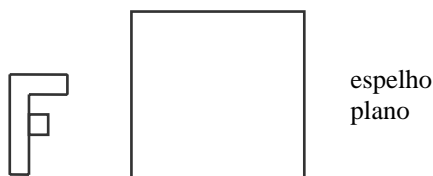
Duração da atividade: 1 hora-aula

Objetivo: Proporcionar aos alunos um contato com atividades práticas envolvendo conceitos básicos sobre propagação retilínea da luz, fenômeno da reflexão e formação de imagens reais e virtuais, usando espelhos planos e esféricos.

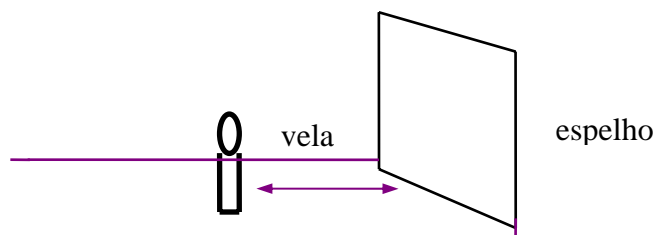
1ª parte: imagens formadas por espelhos planos

Procedimento:

1º) Colocar o F na vertical, em frente o espelho plano e observar a imagem. Desenhar o F sobre a figura que representa o espelho plana da maneira com ele é visto no espelho.



2º) Colocar um objeto deitado (pode ser um lápis) entre a vela e o espelho plano. Observar a distância que a imagem se forma dentro do espelho. Desenhar a imagem formada da vela no espelho.



3º) Verificar o número de imagens formadas por dois espelhos planos que possuem determinado ângulo entre si. Colocar um lápis ou um outro objeto entre os espelhos planos, verificando o número de imagens formadas para os seguintes ângulos:

- Ângulo de 120° _____
- Ângulo de 90° _____
- Ângulo de 60° _____
- Ângulo de 30° _____

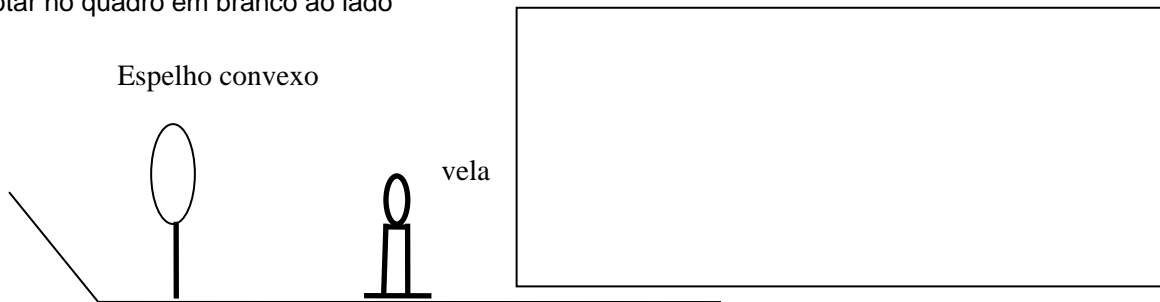
2ª parte: imagens formadas por espelhos esféricos

Procedimento:

1º) Vamos usar um espelho convexo (que é um espelho esférico cuja parte espelhada está do lado de fora da curva) e verificar como a imagem se forma neste espelho.

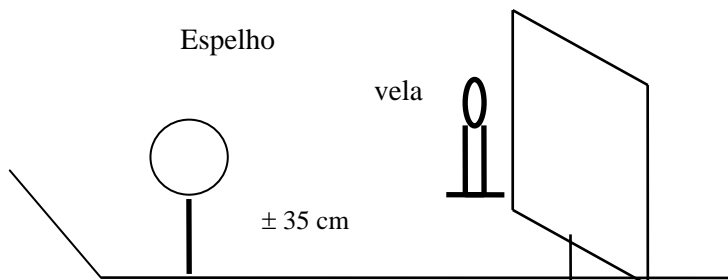
Colocar a vela acesa na frente do espelho convexo e verificar a imagem formada pelo espelho. Afastar a vela acesa do espelho e observar o que acontece com a imagem.

Anotar no quadro em branco ao lado



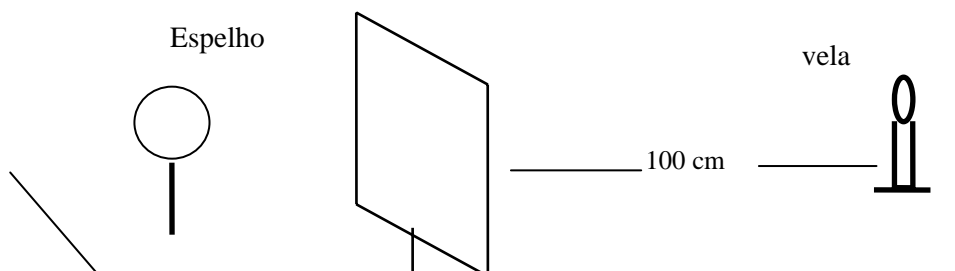
Vamos usar agora um espelho côncavo para os procedimentos abaixo (parte espelhada está do lado de dentro da curva).

2º) Primeiramente colocar a tela e a vela lado a lado. Posicionar o espelho na frente da tela e da vela, ajustando a distância até obter uma imagem nítida na tela. Você pode se orientar pela figura abaixo.



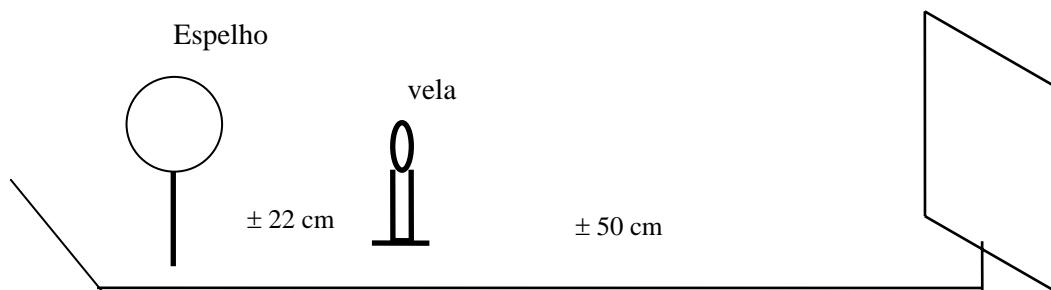
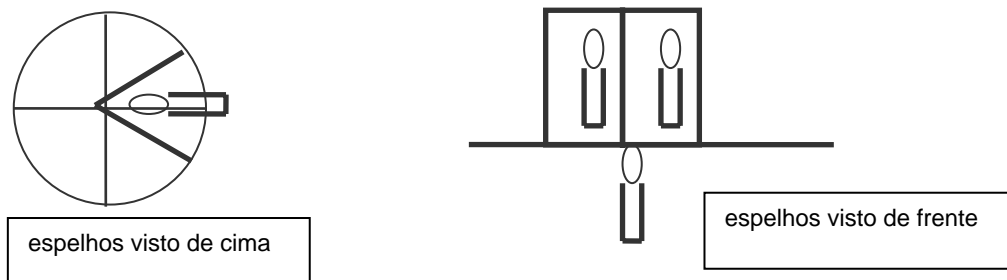
Representar através de um desenho a imagem formada na tela. Usar a própria tela para efetuar o desenho da imagem.

3º) Posicionar a vela atrás da tela, mas de maneira que a luz da vela possa atingir o espelho e projetar a sua imagem na tela. Posicionar a vela mais ou menos na distância indicada na figura abaixo.



Representar através de um desenho na própria tela, a imagem formada no procedimento anterior.

4º) Colocar a vela a uns 22 cm do espelho côncavo e a tela a uns 50 cm da vela, conforme a figura abaixo.



5º) Posicionar o espelho, a vela e a tela conforme a figura abaixo.



Neste caso se formará alguma imagem na tela? Representar a imagem no lugar onde ela está se formando.

Com base nos experimentos realizados, responda as seguintes perguntas:

- 1) Qual a relação existente entre o número de imagens formadas e o ângulo que separa os dois espelhos?
- 2) Quais as características da imagem formada por espelhos planos?
- 3) Quais as características da imagem formada por um espelho convexo?
- 4) Quais as características da imagem formada por um espelho côncavo?
- 5) Que tipo de espelho forma uma imagem real?
- 6) Quais os tipos de espelhos que formam uma imagem virtual?

Atividade 9 – Prática de laboratório: composição da luz e cores

Material:

- lanterna 3 fochos de luz
- três filtros para luz (azul, verde e vermelho)
- parede branca ou anteparo branco
- régua de madeira ou opaca

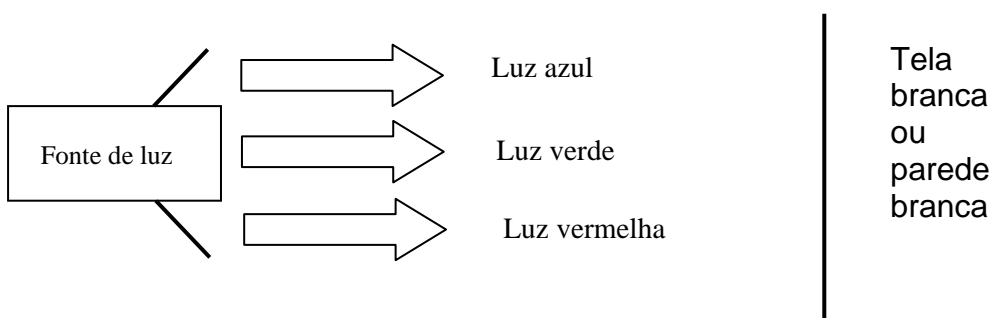
Duração da atividade: 1 hora-aula

Objetivo:

Verificar a composição da luz branca; cores primárias e secundárias para luz.

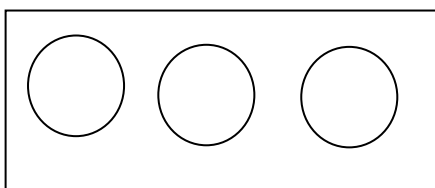
Procedimento:

A montagem do material se encontra de acordo com a figura abaixo.



1º - Ligar a lanterna e incidir, separadamente no anteparo ou na parede, a luz de cor azul, verde e vermelho.

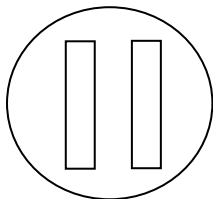
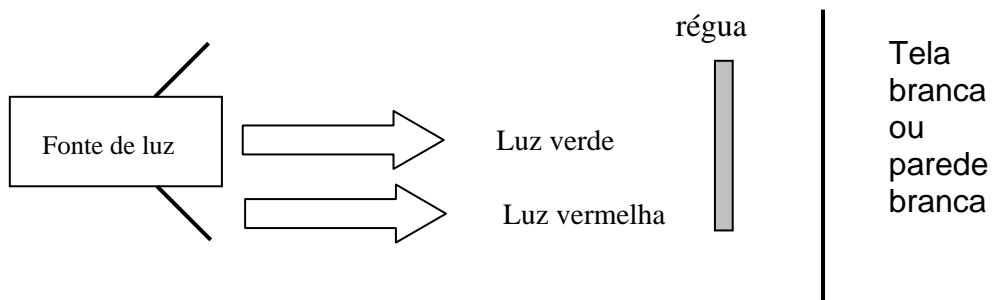
Pintar os círculos abaixo de acordo com suas observações.



2º - Sobrepor a luz vermelha sobre a verde, tampando a saída da luz azul. Verificar a cor que se formou ao sobrepor as duas, pintando o círculo abaixo de acordo com o resultado observado.



3º - Com a mesma luz incidindo, (vermelho + verde), coloque a régua entre a lâmpada e o anteparo ou parede branca. Verificar as cores que se formam, além da cor de fundo que determinamos no 2º procedimento acima. Pintar o círculo com a cor da sobreposição do vermelho + verde e os retângulos de acordo com a cor formada.

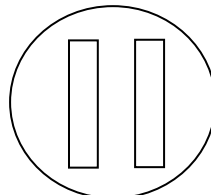
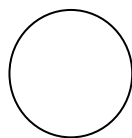


Obs. Os retângulos são formados devido a projeção da sombra da régua sobre o anteparo.

4º - Seguindo os mesmos passos dos procedimentos acima, (2º e 3º procedimento). Pintar os círculos com as cores da mistura de luz, e os retângulos, formados pela projeção da sombra, nos casos abaixo.

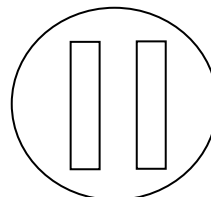
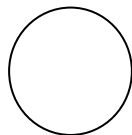
Azul + verde

=



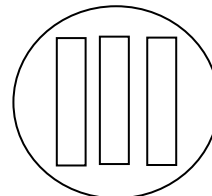
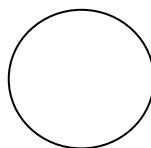
Azul + vermelho

=



Azul + verde + vermelho

=



Representação das cores (1ª coluna: cores primárias; 2ª coluna: cores secundárias)













Com base no experimento, responda as questões:

- 1) Quais são as cores primárias para a luz? E as cores secundárias?
- 2) Explique como um corpo aparece verde, se recebe luz branca, que é composta pela diversas cores?

Atividade 10 – Uso do CD em sala de aula

Material:

- Sala de informática ou computador com canhão de projeção
- CD que acompanha este texto

Duração da atividade: 2 horas-aula

Objetivo: Usar, nas aulas, os recursos de informática e comunicação disponíveis como apresentação em Power Point, textos em html e simulações.

Introdução: O conteúdo do CD foi elaborado para que fosse possível usá-lo diretamente em apresentações durante uma aula ou mais aulas. No CD encontram-se apresentações em power point, algumas delas convertidas em html, hipertextos no formato html, uma simulação sobre eclipse e também a Oficina de Astronomia do prof. Canalle, que nos autorizou disponibilizar a mesma, para que o professor possa desenvolver em aula algumas propostas de atividades apresentadas nessa oficina sobre astronomia.

Procedimento: As principais atividades relacionadas no CD, e que podem ser usadas diretamente em sala de aula, são as seguintes:

Apresentações em power point:

- Cores
- Espelhos planos e esféricos
- Estações do ano
- Modelo Heliocêntrico

Apresentação de power point no formato html:

- Estações do ano e eclipses do Sol e da Lua
- Espelhos plano, côncavo e convexo
- Adição de cores

Hipertextos:

- Mudança de fase – apresenta os estados da matéria, as mudanças de fase e as leis que regem as mesmas. Tabelas, aplicações, tarefas (exercícios) e um texto adicional sobre a água.
- Estações do ano – apresenta como desenvolver a atividade com auxílio do material prático em sala de aula. Fala sobre eclipses solar e lunar.

Oficina de Astronomia:

- Apresenta várias sugestões de atividades práticas que podem ser desenvolvidas pelo professor e também por alunos sobre o tema astronomia.

Referências

- CANALLE, J. B. G. O problema do ensino da órbita da terra. **Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 12–16, out. 2003.
- CANALLE, J. B. G.; OLIVEIRA, A. G. Comparação entre os tamanhos dos planetas e do sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p.141-144, ago. 1994.
- COLOMBO, M. **Astronomia**. Porto Alegre: Ordem do Phoenix, 1992.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1999.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000.
- OTTEWELL, G. The thousand-yard model or, the earth as a peppercorn, 1989. Disponível em: <<http://www.noao.edu/education/peppercorn/pcmail.html>> . Acesso em: 24 fev. 2004.

Anexo A – Avaliação do conhecimento do aluno: pré-teste e pós-teste

Com o objetivo de colher algumas informações sobre o conhecimento prévio dos alunos, elaboramos questões objetivas sobre os conteúdos que iríamos trabalhar.

As duas primeiras questões objetivam avaliar o conhecimento dos alunos a respeito dos autores dos modelos geocêntrico e heliocêntrico. As questões foram precedidas de um pequeno texto, com o objetivo de “situar” o aluno no contexto do conteúdo e, até mesmo, permitir-lhe adquirir informações.

As questões 3 até 6 também foram apresentadas com um texto introdutório e estão relacionadas com os fenômenos da ocorrência do dia e da noite, as estações do ano e as datas de começo do verão e do inverno nos hemisférios norte e sul. As questões 7 e 8 relacionam o eclipse do Sol e o eclipse da Lua com os períodos (fases) da Lua em sua órbita ao redor da Terra.

Pensando nas possíveis atividades que possam ser trabalhadas a partir da Astronomia, foram apresentadas questões sobre outras áreas do conhecimento em Física. A questão 10 objetiva relacionar o conhecimento sobre corpos emissores e refletores de luz; a questão 12 relaciona um instrumento ótico com a refração da luz; as questões 13 e 14 visam introduzir unidades mais apropriadas quando queremos medir distâncias ou velocidades nos sistema solar ou entre galáxias. A questão 15 objetiva avaliar o conhecimento sobre mudanças de estado físico da matéria.

Para que pudéssemos ter um parâmetro em relação a aprendizagem dos alunos e também uma avaliação do método que usamos nas aulas, aplicamos essas mesmas questões no final das atividades que desenvolvemos sobre astronomia e luz.

Pré-teste

Leia com atenção os textos e questões abaixo. Procure responder de acordo com seu conhecimento ou sua concepção sobre os tópicos abordados.

Responda as questões 1 e 2 com base no texto abaixo.

“O homem primitivo já realizava observações de fenômenos naturais que o cercavam, como: variações climáticas, observações do céu noturno, estrelas cadentes e outros fenômenos” (COLOMBO, 1992). Os gregos, sem dúvida tiveram uma contribuição muito grande para a astronomia. O modelo geocêntrico, isto é, a Terra como centro do Sistema Solar, foi defendido por astrônomos gregos. Este modelo foi aceito como verdadeiro por mais de 1000 anos. Por volta de 1500, época do descobrimento do Brasil, foi proposto o modelo heliocêntrico, isto é, o Sol como centro do Sistema Solar, e a Terra como um planeta que gira ao seu redor.

- 1- Qual dos astrônomos gregos abaixo, aperfeiçoou o modelo geocêntrico, isto é, a Terra como centro do Sistema Solar?

- a) Aristóteles de Estagira
- b) Aristarco de Samos
- c) Ptolomeu
- d) Tales de Mileto

2- No início do século XVI, com o advento do Renascimento, foi surgindo o modelo heliocêntrico, isto é, o Sol como centro e a Terra como um planeta que gira ao seu redor. Qual foi o astrônomo que formulou o modelo heliocêntrico?

- a) Galileu-Galilei
- b) Nicolau Copérnico
- c) Isaac Newton
- d) Albert Einstein

A natureza é fascinante, pois após uma noite virá outro dia, ou após um dia virá outra noite. Por muito tempo já é assim e certamente por muito tempo ainda será assim, mas nem sempre o homem compreendia, como hoje compreendemos, a causa do dia e da noite bem como a causa das estações do ano.

As questões de número 3 até 6 procuram verificar o seu conhecimento sobre como acontece o dia e a noite e sobre as estações do ano.

3- O dia e a noite, como os definimos na Terra, acontecem porque

- a) o Sol gira ao redor da Terra.
- b) a Terra gira ao redor do Sol.
- c) a Terra gira sobre seu próprio eixo.
- d) a Terra se afasta do Sol durante a noite e se aproxima do Sol durante o dia.

4- As estações do ano ocorrem

- a) porque no verão a Terra está mais próxima do Sol e no inverno está mais afastada do Sol.
- b) devido ao movimento de rotação da Terra sobre seu próprio eixo.
- c) devido ao movimento de translação da Terra ao redor do Sol e devido à inclinação de $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular ao plano orbital.

5- O inverno começa no hemisfério sul aproximadamente no dia

- a) 22 de dezembro.
- b) 22 de março.
- c) 22 de junho.
- d) 22 de setembro.

6- O verão começa no hemisfério norte aproximadamente no dia

- a) 22 de dezembro.

- b) 22 de março.
- c) 22 de junho.
- d) 22 de setembro.

Os eclipses do Sol e da Lua fascinam o homem. Os povos antigos acreditavam que era coisa dos deuses e que o mundo poderia estar no seu fim. Quando acontece um eclipse lunar ou solar, este recebe atenção dos meios de comunicação.

As questões 7 e 8 procuram verificar o seu conhecimento sobre eclipses.

7- O eclipse do Sol pode acontecer quando a Lua está em fase de

- a) Lua Crescente.
- b) Lua Cheia.
- c) Lua Nova.
- d) Lua Minguante.

8- O eclipse da Lua pode acontecer quando a Lua está em fase de

- a) Lua Crescente.
- b) Lua Cheia.
- c) Lua Nova.
- d) Lua Minguante.

9- Ao olhar para o céu durante a noite, vemos uma infinidade de estrelas. As estrelas apresentam tamanhos e cores diferentes e, as vezes verificamos que objetos luminosos se movimentam no meio das estrelas, que popularmente são chamados de estrelas cadentes. Assinale abaixo o que, na sua concepção, é uma estrela cadente.

- a) Estrela errante
- b) Meteoro
- c) Planeta
- d) Satélite

10- Objetos podem ser visíveis quando têm luz própria, como é o caso de uma vela acesa, ou quando refletem a luz, como é o caso da folha de papel onde você está lendo esta questão agora.

A Lua, o satélite natural da Terra,

- a) possui luz própria.
- b) reflete a luz do Sol.
- c) não reflete a luz do Sol.

11- distantes de nós, como as estrelas; e outros muito pequenos, que a olho nu não podemos ver, como os microorganismos.

Liste os seguintes objetos de acordo com o tamanho dos mesmos, em ordem decrescente, começando pelo maior para o menor: **Lua, Galáxia, Terra, Monte Everest, Átomo, Sistema solar**

12- A luz que recebemos do Sol é considerada branca, mas ela resulta da composição de diversas cores, como as que formam o arco-íris (vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta). Podemos, com auxílio de um instrumento, decompor a luz branca nas suas cores originais.

Qual o instrumento que é usado para decompor a luz branca quando ela atravessa o mesmo?

- a) Telescópio
- b) Luneta
- c) Microscópio
- d) Prisma

Para medir distâncias muito grandes ou muito pequenas, costuma-se definir unidades mais apropriadas.

Uma unidade astronômica (UA) é a distância média que separa a Terra do Sol.

Um ano-luz é a distância que a luz percorre em um ano.

Responda as questões de número 13 e 14 com base no texto acima.

13- Ao efetuar medidas das distâncias que separam o Sol dos planetas no sistema solar, qual das unidades abaixo, você julga que seja a mais apropriada?

- a) metro (m)
- b) quilômetro (km)
- c) unidade astronômica (UA)
- d) ano-luz

14- Ao efetuar medidas das distâncias que separam o Sol da estrela mais próxima dele, usamos o ano-luz. Sabemos que o ano é uma medida de tempo. O ano-luz é uma medida de

- a) tempo.
- b) distância.
- c) velocidade.

15- Observamos vários fenômenos meteorológicos ao longo do ano como: geada, neve, chuva, neblina, granizo, etc. A água que participa desses fenômenos citados anteriormente pode ser encontrada no estado sólido (geada, neve, água congelada nos pólos), estado líquido (chuva, rios, lagos) e estado gasoso (vapores de água na atmosfera).

Como se denomina a passagem da água do estado líquido para o estado sólido que acontece, por exemplo, na formação da geada?

- a) Fusão
- b) Vaporização
- c) Solidificação
- d) Condensação

Anexo B – Algumas lâminas utilizadas em aula

Evolução do Universo

Unidade Astronômica (UA)

Ano-luz

Galáxias

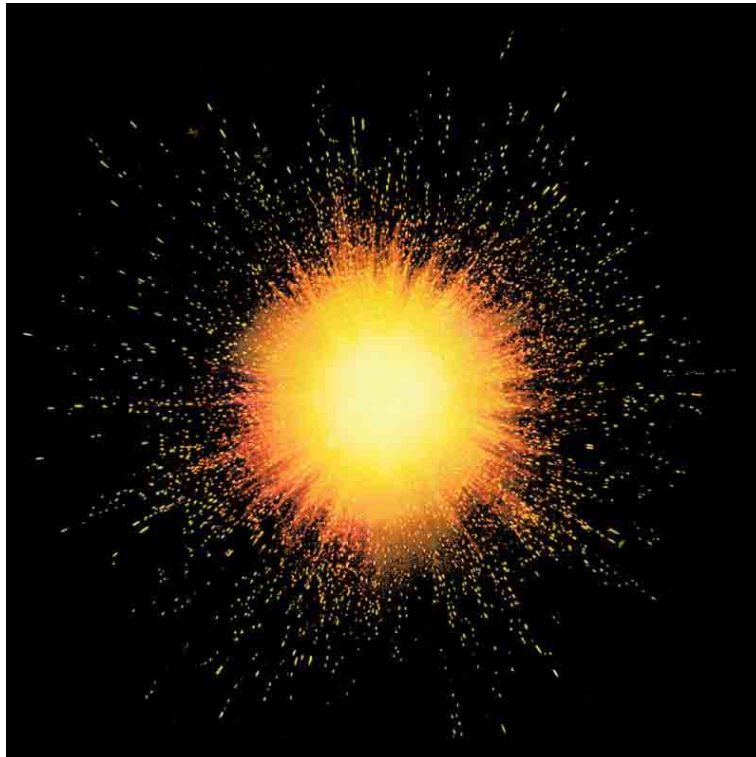
Nascimento, estabilidade, expansão, contração e morte das estrelas

O átomo

Casos de formação de imagens para espelhos

EVOLUÇÃO DO UNIVERSO

- A credita-se hoje que o universo teve origem numa grande explosão a que se chamou “Big Bang”
- Com o passar do tempo (centenas de milhões de anos) foram surgindo as primeiras estrelas e as galáxias
- Depois surgiram os planetas e, na Terra, os seres vivos
- O Universo está em expansão – as galáxias estão se afastando uma das outras
- Calcula-se que o Universo exista há 15 bilhões de anos.

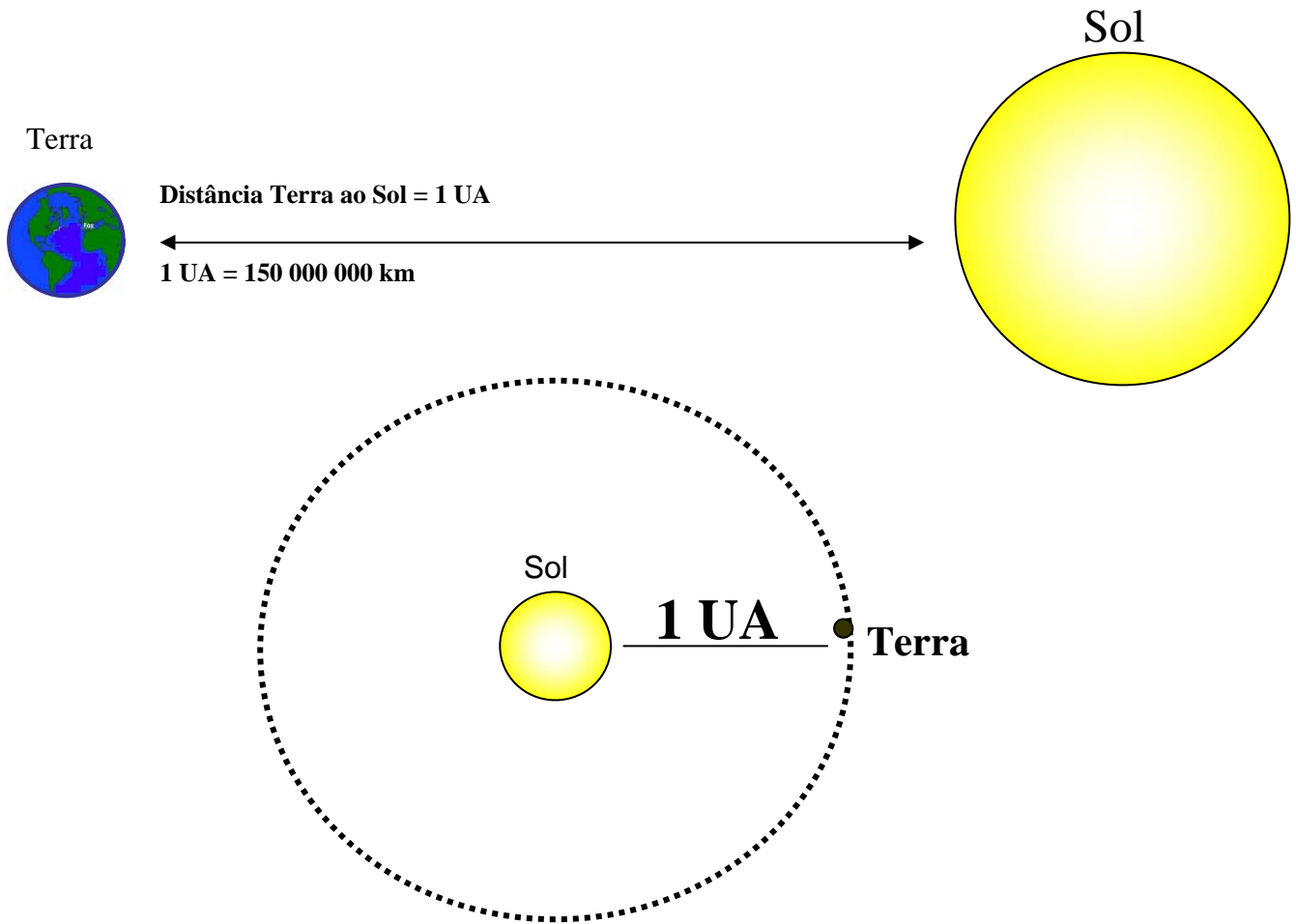


Fonte da foto: <http://evilneog.iespana.es/evilneog/big-bang.jpg>

- O sol é uma estrela. As estrelas nascem, vivem e morrem.
- O Sol nasceu há 5 bilhões de anos.
- Começará a morrer daqui a 5 bilhões de anos.

UNIDADE ASTRONÔMICA (UA)

Uma unidade astronômica é a distância média da Terra ao sol.



Distâncias que separam o Sol dos planetas em UA (unidades astronômicas).

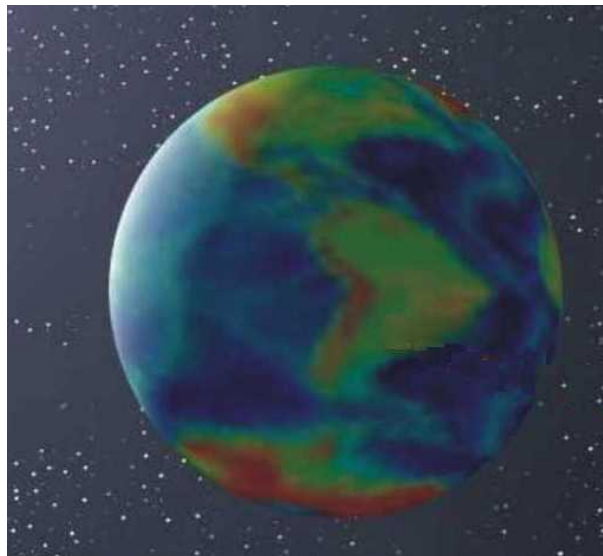
Mercúrio – 0,39 UA	Saturno – 9,54 UA
Vênus - 0,72 UA	Urano - 19,2 UA
Terra – 1,00 UA	Netuno - 30,2 UA
Marte – 1,52 UA	Plutão - 39,4 UA
Júpiter – 5,20 UA	

Ano-luz

- O ano-luz é uma unidade de medida de distância
- Um ano-luz corresponde a distância que a luz percorre em um ano



- A luz do Sol leva aproximadamente 8 min para chegar percorrer a distância Sol-Terra
- A velocidade da luz é de 300 000 km/s – isto é , a luz em 1s percorre uma distância de 300 000 km



- Com a velocidade de 300 000 km/s a luz consegue realizar 7,5 voltas ao redor do mundo em 1s

GALÁXIAS

- São formados por um agrupamento de bilhões ou mais estrelas
- Existe uma infinidade de galáxias no universo
- A nossa galáxia se chama Via Láctea, é formada por 200 bilhões de estrelas e possui um diâmetro de 90 mil anos-luz
- As galáxias podem ser classificadas em: espirais, elípticas e irregulares
- A Via Láctea é uma galáxia espiral e o Sol está localizado perto da borda

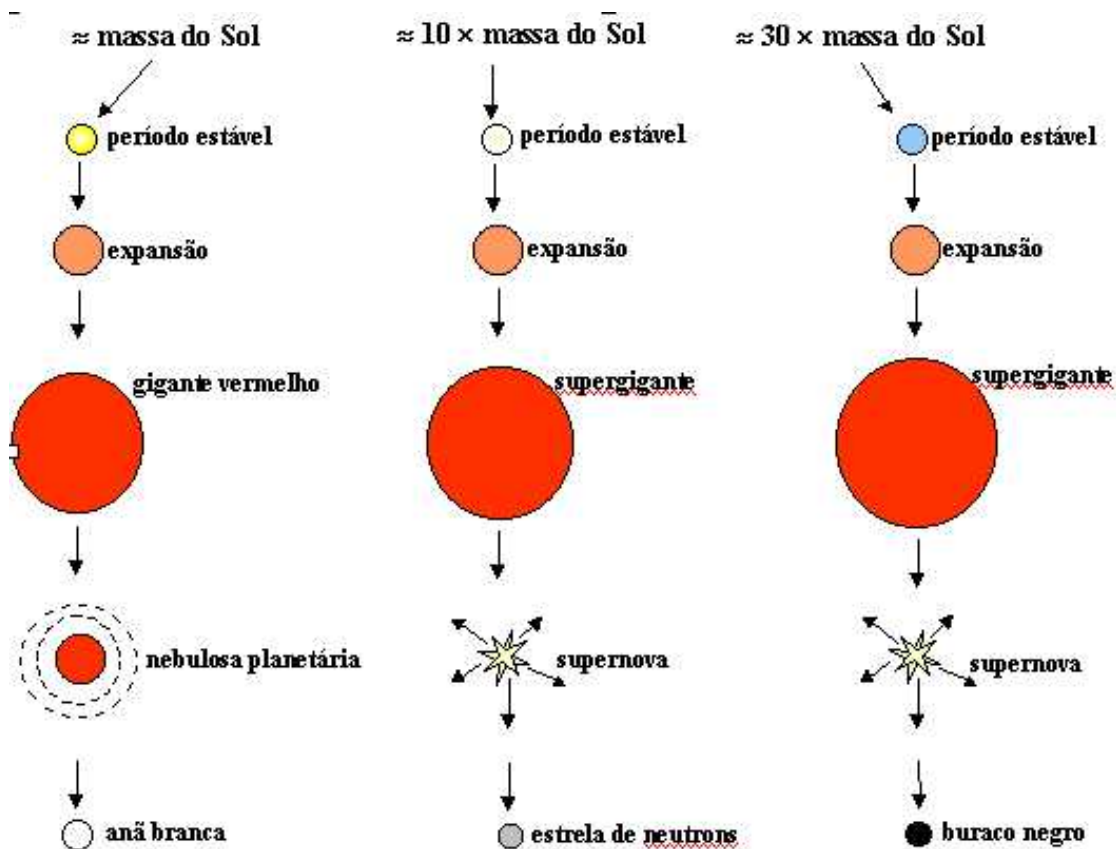


Fonte da foto: <http://www.cigarro.med.br/universo.jpg>

- O Sol dista do centro da galáxia cerca de 280 000 trilhões de quilômetros ou seja 30 000 anos-luz
- Para o Sol dar uma volta ao redor do centro da galáxia ele leva 220 milhões de anos com uma velocidade de 250 km/s
- Andrômeda é a galáxia espiral gigante mais perto da Via Láctea
- As Nuvens de Magalhães são duas pequenas galáxias satélites da Via Láctea

Nascimento, estabilidade, expansão, contração e morte das estrelas

- “Nuvens” gasosas de hidrogênio começam a se contrair
- Devido à ação da gravidade, a matéria das nebulosas comprime-se cada vez mais
- Quando a matéria da nebulosa está comprimida e quente para provocar as reações nucleares, nasce a estrela
- A evolução da estrela depende da massa



O Átomo

- A palavra átomo significa indivisível
- As substâncias são formadas por átomos. A ponta de um alfinete contém milhões de átomos
- Com o tempo se verificou que o átomo era formado por partículas menores: Prótons, nêutrons e elétrons
- O núcleo do átomo é formado por prótons e nêutrons; e os elétrons formam a eletrosfera
- Os elétrons são mais leves que os prótons e os neutrons

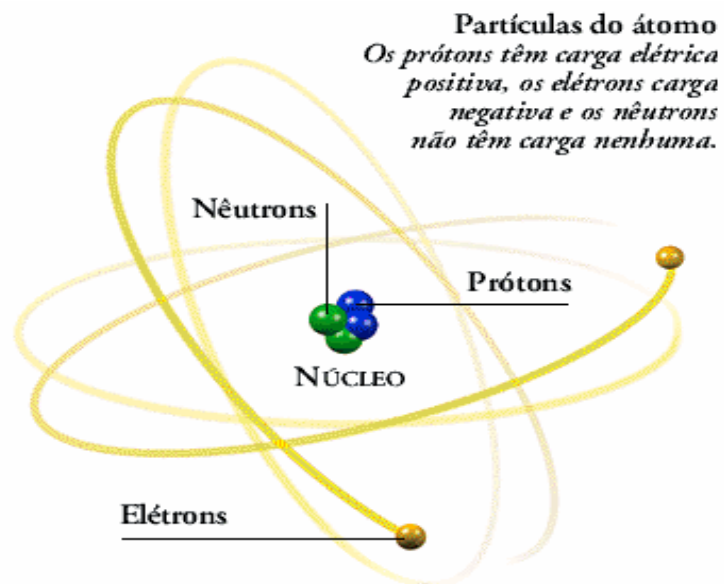
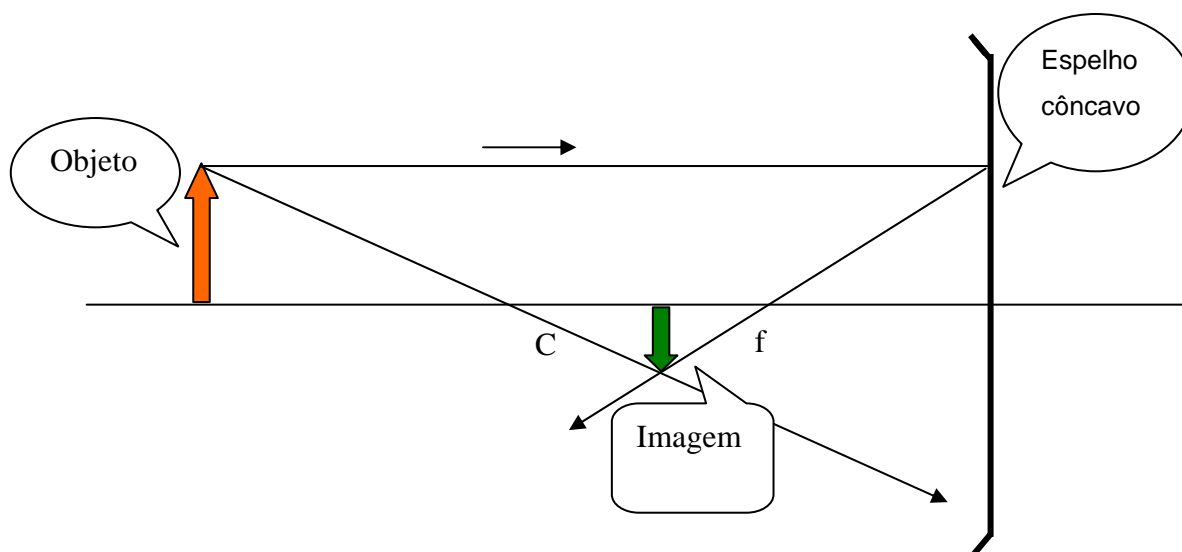


Figura: <http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/atomo.htm>

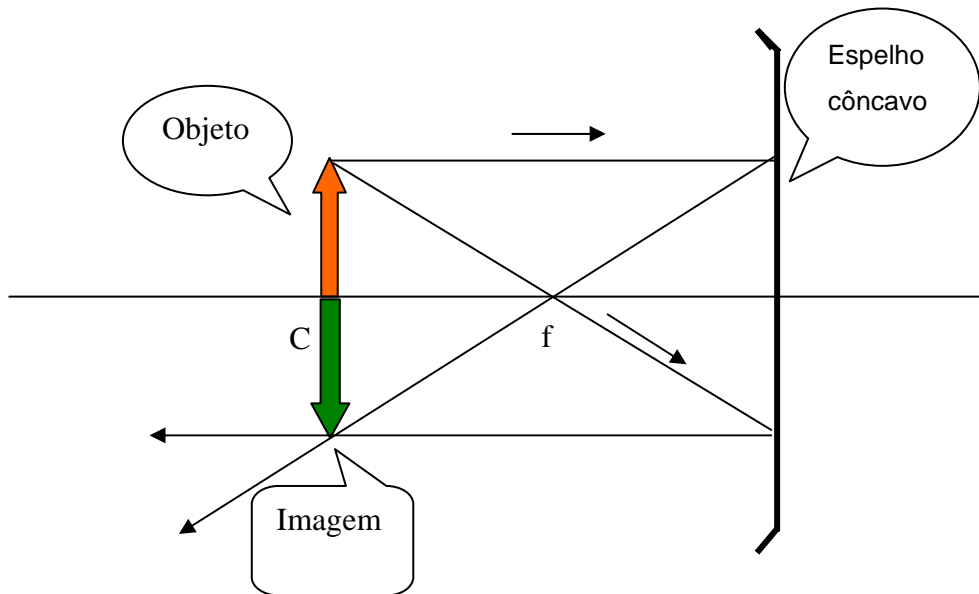
- Com o avanço da tecnologia e da pesquisa científica se verificou que existem partículas ainda menores do que os prótons e nêutrons
- Os quarks são as partículas menores conhecidas até hoje
- Os quarks se combinam para formar os prótons e nêutrons

CASOS DE FORMAÇÃO DE IMAGENS PARA O ESPELHO CÔNCAVO.

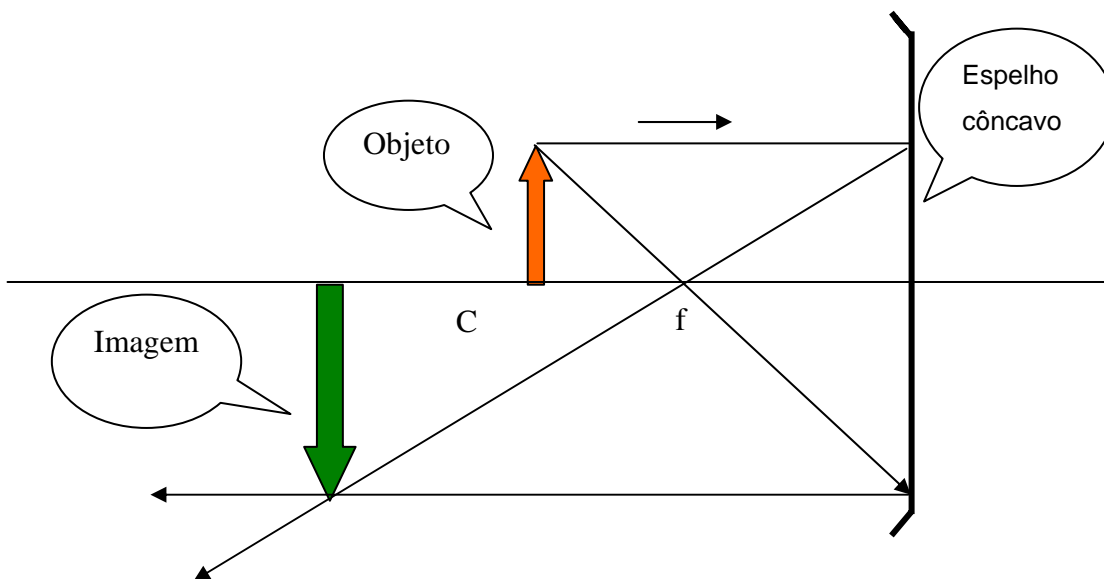
- 1- Imagem formada por um espelho côncavo quando o objeto está além do centro de curvatura do espelho.



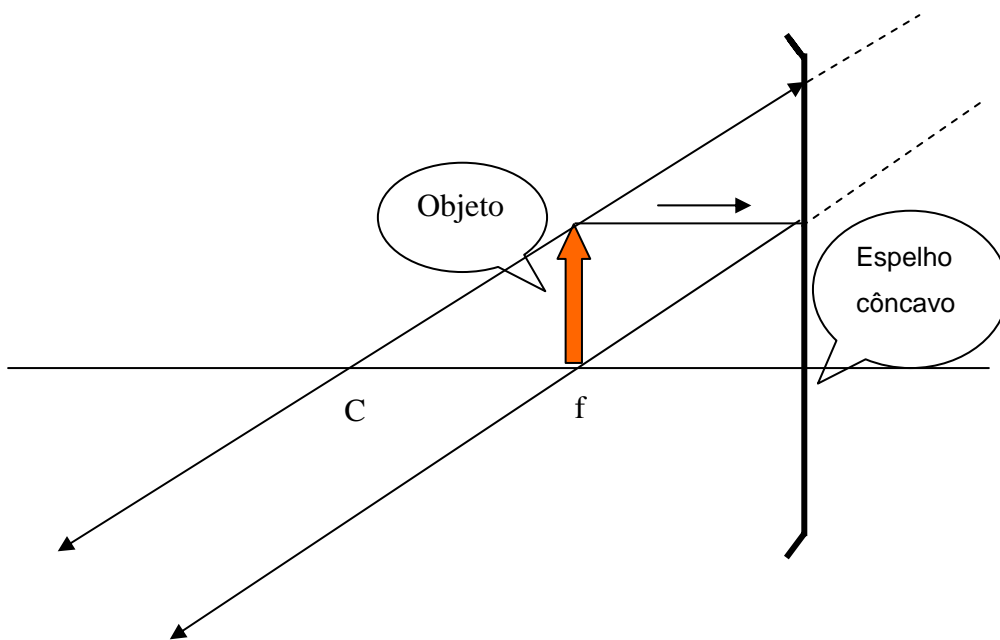
2 - Imagem formada por um espelho côncavo quando o objeto está posicionado sobre o centro de curvatura do espelho.



3 - Imagem formada por um espelho côncavo quando o objeto está posicionado entre o centro de curvatura e o foco do espelho.

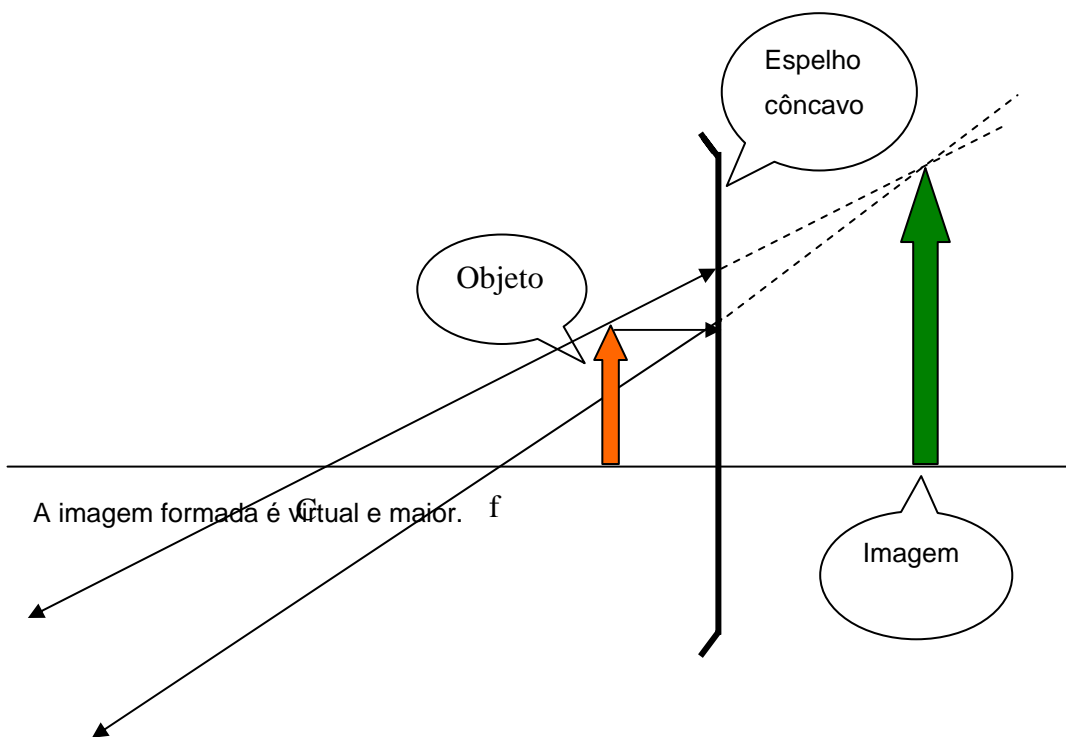


4 - Imagem formada por um espelho côncavo quando o objeto está posicionado sobre o foco.



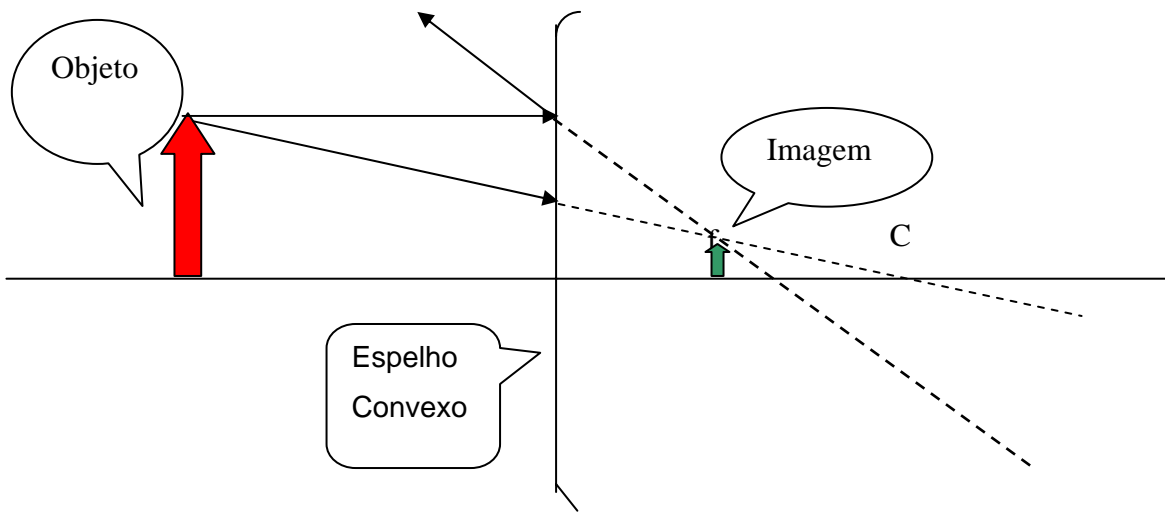
Quando o objeto está posicionado na distância focal a imagem é imprópria. Os raios refletidos não se encontram e os seus prolongamentos também não se encontram.

5 – Imagem formada por um espelho côncavo quando o objeto está posicionado entre o foco e o espelho.



ESPELHO CONVEXO.

1- A imagem formada por um espelho convexo será sempre virtual e menor.



Anexo C – Sites

Programa Educar - USP- São Carlos

<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/index.html>

Oficina de Astronomia - Prof. Canalle- UERJ

<http://www2.uerj.br/~oba/cursos/astro>

Astronomia e Astrofísica - Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS

<http://astro.if.ufrgs.br>

Ensino fundamental e médio - prof. Alberto Mees

<http://www.if.ufrgs.br/~amees/>

Observatório central - UFRGS

<http://www.if.ufrgs.br/oei/observ/index.html>

Observatório educativo intinerante - OEI

<http://www.if.ufrgs.br/oei/>

Planetário Professor José Baptista Pereira - UFRGS

<http://www.planetario.ufrgs.br>

Agência Espacial Brasileira

<http://www.aeb.gov.br/>

Mistura de cores - java applets

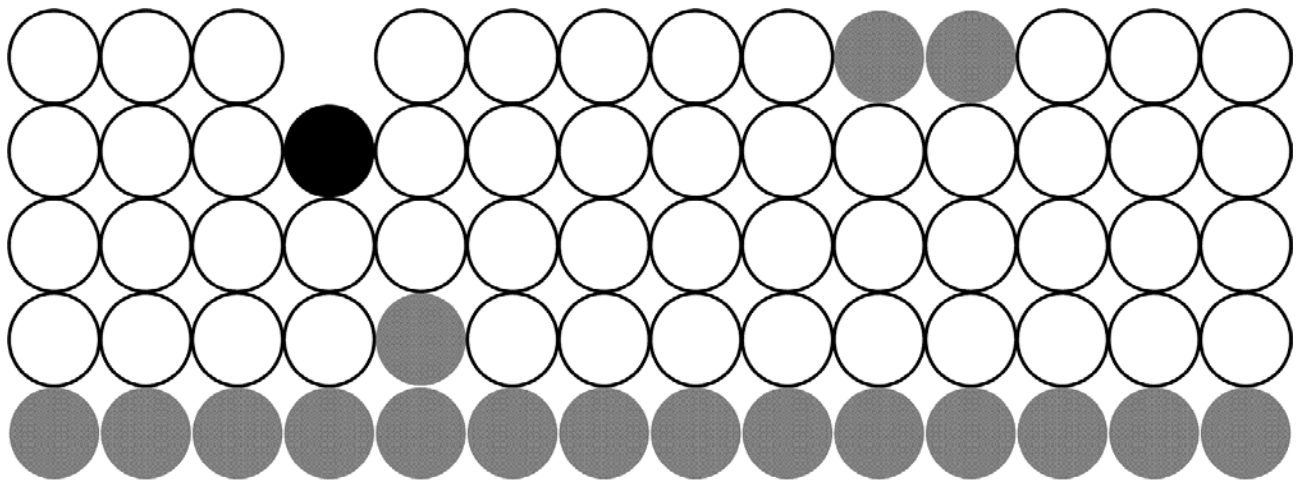
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/image/rgbColor.html>

Estudo sobre cores – Profª Cláudia J. de Andrade

<http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20021/Claudia/index.html>

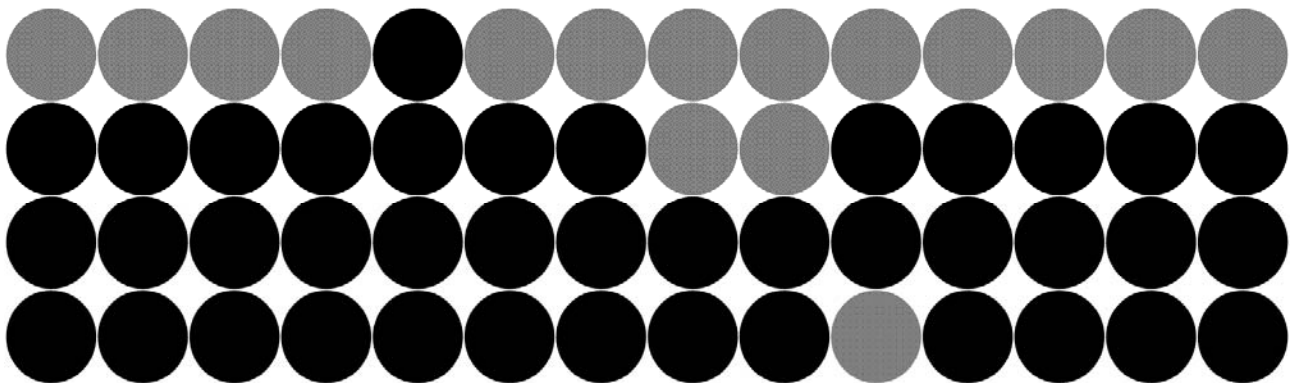
Feira de Ciências

<http://www.feiradeciencias.com.br/>



Explorando os conceitos de Luz e Cores no Ensino Fundamental

Cláudia Jraige de Andrade
Maria Helena Steffani



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Atividade 1 - Definindo onda como uma perturbação

Material necessário

- Aparelho retroprojeto
- Recipiente transparente para ser utilizado como cuba de ondas
- Canudo de refrigerante
- Massa de modelar
- Tacos de madeira
- Régua
- Cartolina
- Fonte-*laser*

Duração da atividade: 50min

Objetivo: Observar o comportamento de uma perturbação na superfície de um líquido, evidenciando o fenômeno da difração para, por meio de analogias, explorar o caráter ondulatório da luz.

Introdução: *Até a metade do século dezanove, havia duas teorias conflitantes para explicar a natureza da luz. Uma delas afirmava que a luz era constituída de corpúsculos, enquanto a outra sustentava que a luz era uma onda (AMALDI, 1995, p.258).* Assim, duas perguntas são importantes: O que é a luz? De que ela é feita?

A resposta a essas duas questões nos permite construir uma teoria dos fenômenos luminosos. Hoje se sabe que as idéias trazidas pelas duas teorias que versam sobre a natureza da luz coexistem, porque existem situações em que a luz se comporta como um corpúsculo (*teoria corpuscular*) e situações em que a luz se comporta como onda (*teoria ondulatória*).

O principal fenômeno que mostra o caráter ondulatório da luz é conhecido por *difração*. Ele consiste no fato da onda contornar um obstáculo. As demonstrações que seguem pretendem explorar esse fenômeno.

Procedimento – 1ª Parte⁴: Utilizando uma cuba de ondas com água colocada sobre um retroprojeto, vamos provocar uma perturbação na superfície da água. Essa perturbação será produzida por um objeto pontiagudo. Observe a imagem formada pelo retroprojeto e as discussões para completar seu roteiro de atividades.

1) O que é uma onda? Uma onda é uma perturbação que se propaga no espaço. Observe a imagem projetada na parede e represente, no espaço ao lado, o comportamento da água quando tocamos sua superfície com um objeto pontiagudo. Descreva o que você observa:
.

⁴ Coloque o recipiente transparente com água sobre o retroprojeto. Se possível, evite o contato do recipiente com o retroprojeto para evitar que a eventual trepidação do aparelho prejudique as observações. Utilize a extremidade de um canudo de refrigerante para realizar leves toques sobre a superfície da água e visualizar as perturbações provocadas.

2) **Uma onda transporta matéria⁵?** Para respondermos a essa questão, vamos observar o comportamento de um pequeno pedaço de massa de modelar sobre a superfície da água. Descreva o que acontece com o objeto, quando provocamos perturbações na superfície da água, e procure responder a questão inicial, justificando a sua resposta:
.
.



3) **Observando o comportamento da onda ao atravessar uma fenda⁶:** Usando dois obstáculos para formar uma pequena fenda, podemos observar o fenômeno da difração. Para isso, vamos produzir perturbações na superfície da água, usando uma régua. A largura da fenda será controlada a partir da distância entre os dois obstáculos. Observe a demonstração e represente, com um desenho, o comportamento da onda ao atravessar a fenda.



Descreva o que acontece com a onda à medida que vamos aproximando os dois obstáculos, ou seja, diminuindo a largura da fenda.
.
.
.

Quando a onda contorna a fenda dizemos que ela sofreu o fenômeno da ***difração***.

Procedimento – 2ª Parte⁷: Como dissemos no início da atividade, o fenômeno da difração evidencia o caráter ondulatório da luz. Assim, se a luz é uma onda, ela também deverá sofrer a difração ao atravessar uma fenda ou contornar um obstáculo. Para isso, vamos usar uma fonte-*laser* para mostrar que, com a luz, acontece o mesmo fenômeno.

1) **Usando uma fenda de largura variável⁸:** A experiência consiste em fazer o feixe de raios *laser*

⁵ Utilize um pequeno pedaço de massa de modelar, moldando-a de forma a fazer com que a mesma flutue na superfície da água.

⁶ Disponha os pedaços de madeira de forma a deixar, entre eles, uma distância aproximada de 5cm. Use uma régua para provocar as perturbações na superfície da água. Vá reduzindo o espaço entre eles até visualizar a difração da onda.

⁷ Como fonte de luz-*laser*, você poderá optar por uma caneta *laser* dessas normalmente utilizadas para indicações de textos projetados em telas.

⁸ Recorte três quadrados com 5cm de lado. Utilize um estilete para fazer uma fenda central em cada um. Larguras sugeridas: 3mm, 1mm e menor que 1mm (nesse caso, faça apenas um corte para obter uma fenda bastante estreita). O fenômeno da difração se torna visível quando diminuimos a largura da fenda.

atravessar uma fenda. Como podemos controlar a largura da fenda, inicialmente vamos utilizar a maior largura. Antes de realizarmos a experiência, discuta com os colegas e escreva o que o grupo espera que aconteça após o *laser* atravessar a fenda.

2) O que acontecerá com o *laser* ao encontrar a menor largura possível para a fenda? Discuta com o grupo e registre o que é esperado pelos componentes.

3) Realizada a experiência, o que o grupo observou?

4) Que relação podemos estabelecer entre o que vimos com a água no item 3 da 1ª parte e o que estamos verificando com a luz? Você percebe o caráter ondulatório da luz?

5) **Observando a difração da luz ao encontrar um fio de cabelo⁹:** O fio de cabelo se comporta como um obstáculo que é colocado no caminho do feixe de raios *laser*. Desenhe, no espaço ao lado, a figura de difração que você vê na parede.



A partir da discussão sobre as observações, podemos definir a luz como uma *onda eletromagnética*. Diferentemente da primeira situação, na cuba de ondas, onde a perturbação provocada se propagou em um meio material que, no caso era a água, a luz não precisa de um meio para se propagar. Um exemplo que justifica esse fato é a luz proveniente do Sol que percorre uma distância muito grande sem que haja matéria trazendo essa energia até a Terra.

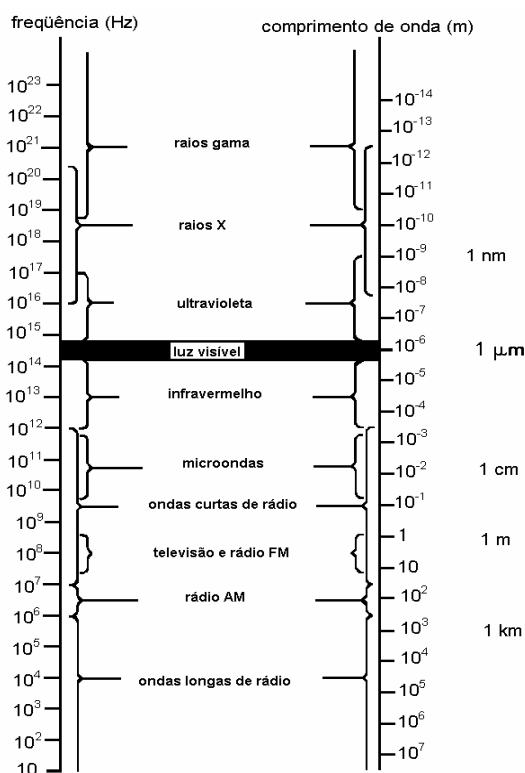
⁹ Para facilitar a realização da atividade, sugerimos prender um fio de cabelo em uma moldura de *slide* ou confeccionada em cartolina.

Atividade 2 – O espectro eletromagnético¹⁰

- Retroprojektor
- Projetor de slides
- artolina com fenda central de 3mm de largura
- Prisma transparente
- Filtros coloridos

Duração da atividade: 50min

Objetivo: Compreender a luz como uma radiação que ocupa uma pequena faixa do espectro eletromagnético, associando esse conhecimento às cores que conhecemos e com que convivemos no nosso dia-a-dia.



O fenômeno da difração nos mostra o caráter ondulatório da luz. A luz é uma onda eletromagnética que, juntamente com outras radiações, tais como raios X, infravermelho e microondas, pode ser localizada na FIGURA 1. As radiações estão organizados em um esquema chamado *espectro eletromagnético*. Todas essas radiações têm em comum a sua velocidade de propagação, diferindo apenas na frequência de vibração e no comprimento de onda.

- A) O que acontece com o comprimento de onda à medida que diminui a frequência de vibração?
-
- B) Escolha pelo menos três radiações das que estão mostradas no FIGURA 1 e relacione com aplicações que você conhece do seu dia-a-dia.
-
-
-

FIGURA 1: ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

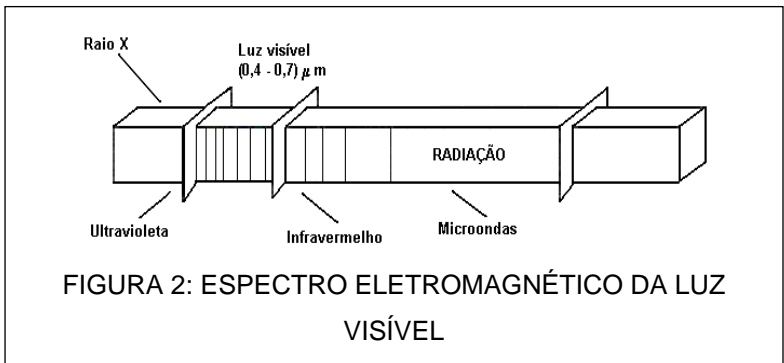
Espectro da luz visível

As frequências do espectro eletromagnético diferem de acordo com a natureza da fonte de radiação. Quanto maior a energia, maior a frequência, e mais próximo do interior do átomo é a sua origem

¹⁰ As figuras de espectro eletromagnético mostradas nessa atividade serão apresentadas no fim do caderno de atividades, ampliadas, para que possam ser impressas em transparências.

(GASPAR, 2000, p.94). É importante observar que, de todo o espectro eletromagnético, apenas uma pequena faixa é possível de ser percebida pelo nosso olho.

Localize na FIGURA 2 a faixa correspondente à luz visível. Qual é o intervalo de frequência de oscilação da luz? E qual é a faixa de comprimento de onda da luz visível?



Na faixa de frequência correspondente à luz visível, as fontes são oscilações ou transições dos elétrons entre as camadas mais externas dos átomos.

Mas onde estão as cores que nós vemos? Isaac Newton, ao fazer a luz proveniente do Sol atravessar um

prisma, observou que ela se separa nas diversas cores do arco-íris. Podemos simular a experiência de Newton, usando um prisma de vidro e um projetor de *slides*. Cada cor das que observamos pode ser identificada por uma faixa de frequências de vibração da onda e, portanto, por um intervalo correspondente de valores para o comprimento de onda. Assim, as cores também terão lugares definidos no espectro eletromagnético, tornando-se irrelevante a nomenclatura utilizada para a cor, *uma vez que todos os cálculos e aferições dos matizes são feitos e expressos matematicamente em unidades dessas grandezas, fugindo das confusões e imprecisões vocabulares e sensíveis* (PEDROSA, 2003, p.50).

Observando a FIGURA 2, responda:

- A) Qual a cor que possui menor comprimento de onda?
- B) Qual a cor que possui maior comprimento de onda?
- C) Ainda utilizando a FIGURA 2, escreva, do menor ao maior comprimento de onda, na seqüência correta, o nome de cada cor do espectro visível.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)

O equívoco de Newton: Ao deduzir que a mesma síntese obtida com as cores-luz (o branco) poderia também ser conseguida, utilizando cores-pigmento em movimento, ele construiu um disco que leva seu nome, o chamado *Disco de Newton*. Observando o espectro eletromagnético, podemos ver que cada cor ocupa uma faixa de determinada largura. Newton utilizou-se desse fato para construir o seu disco. A tabela abaixo mostra a largura da faixa ocupada pelas cores no espectro.

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^{14} Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarelo	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranjado	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelho	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

Transportando para um disco de cartão a seqüência das cores espectrais e dando a cada uma a área proporcional que elas têm no espectro, quando se gira o disco numa velocidade de 50 a 80 rotações por minuto, as sete cores reduzem-se a três, correspondendo às cores primárias. Aumentando a velocidade de rotação, ocorre o desaparecimento gradual dos azuis. A partir de 800 rotações por minuto, a mistura das luzes coloridas refletidas pelas cores-pigmento causa a sensação de uma cor ocre bastante forte, e não de branco, como vem sendo difundido há mais de três séculos (PEDROSA, 2003. p. 51).

Procedimento: Discutindo sobre a cor dos objetos. Uma vez que o espectro tem lugar para todas as cores, que relação tem isso com a cor dos objetos?

Para discutir, vamos usar uma transparência com motivos florais (FIGURA 3)¹¹ e filtros coloridos¹². Utilizando filtros em vermelho, verde, azul, ciano, magenta e amarelo, colocados sob a transparência com flores e folhas, observe como as cores da figura se apresentam para nós.



FIGURA 3: MOTIVOS FLORAIS

Escreva, na tabela abaixo, qual a cor das flores e das folhas ao redor quando, sob a transparência, colocamos filtro:

Cor do filtro	Flores	Imagens ao redor das flores
Verde		
Vermelho		
Azul		
Amarelo		
Ciano		
Magenta		

A partir das observações, você é capaz de dizer quais são as “verdadeiras” cores que predominam

¹¹ Ver figura colorida no anexo C.

¹² Ver anexo D: Os filtros aos quais nos referimos foram confeccionados, utilizando-se ferramentas do *Word* e impressos em transparências, com impressora jato de tinta. Neste anexo, apresentamos informações sobre a confecção desses filtros. Mais informações sobre as aferições do espectro de transmissão de cada um, e também, sobre os materiais alternativos poderão ser obtidas no corpo da dissertação.

na figura que está sendo projetada?
.....
.....

Como devemos proceder para vermos as “reais” cores da figura?
.....
.....

A partir da observação, podemos nos perguntar: será que os objetos sempre apresentam a mesma cor?

Atividade 3 – Princípio da Propagação Retilínea da Luz

Material necessário

- Cartolina
- Vela
- Espelho plano
- Fonte de luz¹³
- Pente
- Fonte-*laser*^{*}
- Pó de giz
- Prisma transparente^{**}
- Fibra óptica¹⁴
- Garrafa *pet* transparente

Duração da atividade: 50min

Objetivo: Trabalhar diferentes situações experimentais, analisando o princípio da propagação retilínea da luz para explorar sua aplicação na formação de imagem em uma câmara escura.

Introdução: Um objeto se torna visível quando a luz emitida ou refletida por ele chega até os nossos olhos. Quando entramos em um ambiente desconhecido e escuro, não conseguimos, apenas através da visão, identificar os objetos que lá estão. Assim, a luz é essencial no processo da visão. É ela que nos permite reconhecer os objetos, bem como suas características quanto à forma, ao tamanho, à cor ou à textura, sem que precisemos tocá-los. Na atividade anterior, definimos luz como uma radiação eletromagnética que ocupa uma pequena faixa do espectro eletromagnético. Não podemos, no entanto, ver a luz. Não sabemos como ela é ou, como ela se propaga.

A atividade que se segue pretende abordar essas questões.

¹³ Para a realização da atividade descrita na 2ª parte, você poderá utilizar uma lanterna.

^{*} Ver nota de rodapé número 4.

^{**} O mesmo utilizado na atividade 2.

¹⁴ Esse material pode ser obtido em firmas especializadas em telecomunicações e em instalação de redes de computadores.

Procedimento – 1ª Parte: Como a luz se propaga?

A) Você dispõe de uma vela e três cartões com um pequeno orifício. Coloque os cartões na posição vertical deixando, entre eles, uma distância aproximada de 10 cm. Posicione-se de forma que você consiga ver a chama da vela através dos orifícios. Como devem ser colocados os cartões de forma que você possa receber, no seu olho, a luz proveniente da chama?

.....
.....

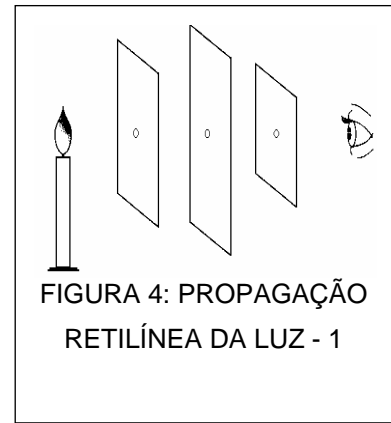


FIGURA 4: PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ - 1

B) Desloque o cartão central aproximadamente um centímetro para a esquerda. Posicione-se novamente como foi feito na situação anterior. Você consegue ver a chama da vela? Justifique:

.....



FIGURA 5: PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ - 2

Procedimento – 2ª Parte: Utilizando um pente, um espelho, uma folha de papel e uma fonte de luz, faça a montagem de acordo com a FIGURA 5. Ligue a fonte de luz e observe o comportamento dos raios luminosos. Complete o desenho, representando os raios luminosos incidentes no espelho e refletidos pelo mesmo.

Procedimento – 3ª Parte: Usando uma fonte-*laser*, podemos ver o caminho seguido pelos raios luminosos. Observe o que acontece quando colocamos pó de giz no caminho do feixe luminoso. O feixe de luz passa a ser espalhado pelas partículas de giz, tornando-o visível. Qual a forma da trajetória seguida pelo feixe luminoso?

.....
.....
.....

A partir das situações exploradas anteriormente, podemos generalizar afirmando que “em meios homogêneos, a luz se propaga em linha reta”. Essa afirmação consiste no **Princípio da Propagação Retilínea da Luz**.

Procedimento – 4ª Parte: Uma questão intrigante: Será que a luz faz curva? Será que podemos “entortar” a luz?

Ainda utilizando o laser, localize o ponto luminoso na parede. Sem movimentar a fonte-*laser*, vamos colocar a sua frente, um prisma transparente.

A) O ponto luminoso continua no mesmo lugar? Como o feixe de laser se comporta dentro do prisma? . . .

.....
.....

B) Agora vamos fazer o feixe de *laser* passar por uma fibra óptica. As fibras ópticas são amplamente

utilizadas na transmissão de dados e de informações. Observe a demonstração e responda: Conseguimos “entortar” a luz dentro da fibra óptica?
.

Procedimento - 5ª Parte¹⁵: Usando uma garrafa transparente com água e algumas gotas de detergente, podemos entender o que acontece dentro de uma fibra óptica.

A) Observe e descreva o caminho do feixe de *laser* na água.
.
.

B) A FIGURA 6 representa uma fibra óptica. Complete o desenho, mostrando como a luz se propaga dentro da fibra.

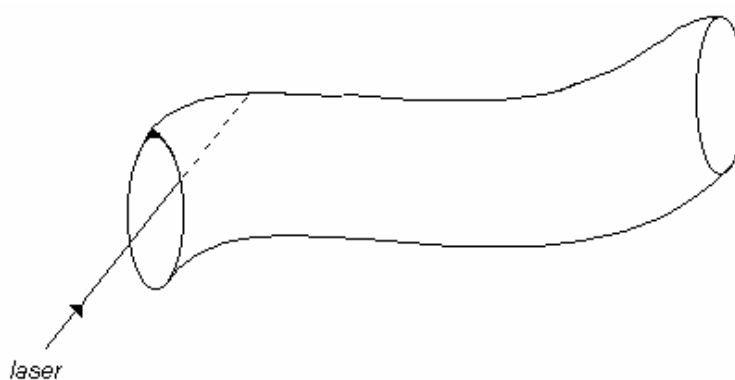


FIGURA 6: PROPAGAÇÃO DA LUZ NUMA FIBRA ÓPTICA

¹⁵ Encha a garrafa com água e algumas gotas de detergente para louça. Segure-a na direção vertical, com o gargalo para baixo. Faça a luz-*laser* incidir obliquamente próximo ao bico da garrafa e observe a trajetória em “zig-zag” descrita pelo feixe de luz.

Atividade 4 – A câmera escura

- Lata vazia de leite em pó ou achocolatado, com tampa
- Papel fotográfico preto e branco F3
- Produtos para revelação: revelador, fixador, solução de ácido acético
- Três recipientes para revelação
- Caixa de papelão
- Folha de papel vegetal
- Fita isolante
- Cartolina preta

Duração da atividade: 120min

Como construir: Forrar totalmente o interior da lata e a tampa com cartolina preta. Fazer um pequeno furo com a ponta de um percevejo, no fundo da lata e cobri-lo com fita isolante até o momento da realização da fotografia. Em local escuro, colar um pedaço de papel fotográfico na parte de dentro da tampa. A máquina está pronta para ser utilizada¹⁷.

Objetivo: Explorar e vivenciar o processo da fotografia a partir da observação da formação de uma imagem em uma câmera escura, associando-o à formação da imagem no olho humano.

Introdução: Quando hoje utilizamos uma máquina fotográfica digital, basta um “clique” e temos uma fotografia. Quantas palavras uma fotografia substitui? Existe alguma relação ao comparar os processos de elaboração da palavra escrita com o da fotografia? Qual é a importância da fotografia na construção da memória de fatos, de acontecimentos, de fenômenos, de acidentes que aconteceram no passado ou das pessoas que existiram? O cinema, a televisão, o vídeo, o computador seriam hoje possíveis, caso a fotografia não tivesse sido descoberta? Questões como essas surgem quando temos oportunidade de trabalhar com o princípio da fotografia.

Não se sabe ao certo qual a gênese da fotografia, mas supõe-se que, no ano 1000, já era conhecido o princípio óptico da máquina fotográfica. Um aparelho, de nome *Câmera Escura*, constituído por um orifício, era utilizado por astrônomos árabes para registro dos contornos e das diferentes posições da imagem do Sol ou mesmo da Lua.

Já no século XVI, Leonardo da Vinci descrevia nos seus livros de notas, uma câmera escura com uma lente, faltando-lhe apenas descobrir uma forma de registrar uma imagem para produzir uma fotografia.

¹⁶ Os produtos específicos para realização da fotografia aqui listados podem ser adquiridos em lojas especializadas em fotografia.

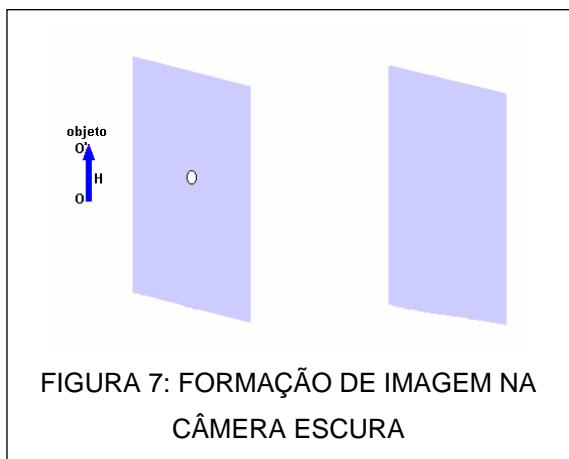
¹⁷ Para obtenção de bons resultados, aconselhamos alguns testes antes da realização da atividade com os alunos, para identificar o tempo indicado a fim de que o papel fotográfico fique exposto à luz. Isso varia de ambiente para ambiente em que queremos fotografar. Obtivemos bons resultados, realizando fotografias em local aberto, sem exposição direta ao Sol, fotografando por 2min.

Supõe-se que tenha sido Johann Schulze quem concebeu a tecnologia básica necessária para o desenvolvimento da fotografia no ano de 1727; mas é só no século XIX que ganha algum destaque pelas mãos de dois artistas franceses, Joseph Nicéphore Niépce e Jacques Louis Daguerre, e dois artistas ingleses, Thomas Wedwood e William Henry Fox Talbot. Contudo, as primeiras experiências com êxito nesse campo são atribuídas a Nicéphore Niépce - embora muitos outros já se dedicassem a diligências semelhantes - deixando como herança a mais antiga reprodução em placa fotográfica e um processo por desenvolver. Depois de Niépce morrer na miséria, em consequência dos seus esforços incansáveis para desenvolver e trazer a público a sua descoberta, o seu filho e o pintor Jacques Louis Daguerre lançam-se no desafio de aprofundar as investigações científicas por ele iniciadas. Desenvolve-se, assim, em 1839, um processo que permitia captações mais duradouras - o **Daguerreótipo**.

Referência: texto adaptado de <http://www.appm.pt/produtos003.html>

Como funciona a câmera escura? Utilizando uma caixa de papelão com um pequeno orifício em uma das laterais e um papel vegetal, como anteparo, na lateral oposta, construímos uma câmera escura¹⁸. Podemos observar a imagem de uma lâmpada em uma câmera escura, aproximando a lâmpada ao orifício. Descreva a imagem que você está observando:

Como essa imagem é construída? A propagação retilínea da luz é responsável pela formação da imagem quando a luz entra na câmera escura. Observando a construção da imagem a partir da utilização de transparências¹⁹, complete a FIGURA 7, mostrando a imagem construída. Ao lado, descreva o processo de formação da mesma.



.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.

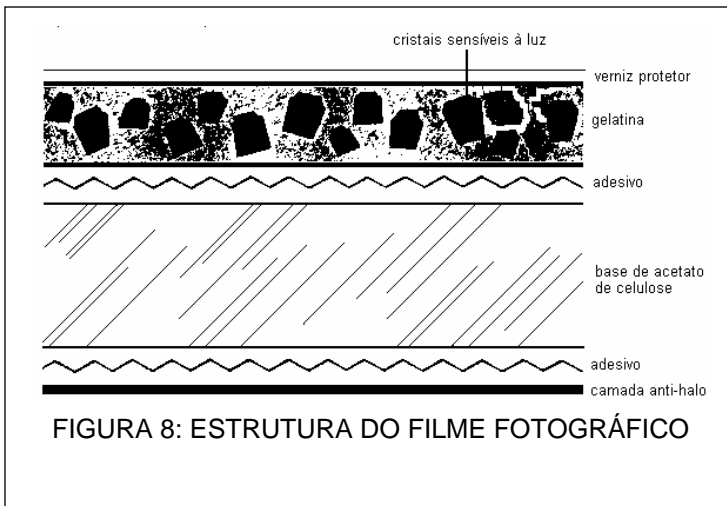
evolução do processo da fotografia e a necessidade da obtenção de imagens cada vez melhores e mais nítidas levaram a inclusão de alguns elementos na câmera escura dos quais destacamos:

¹⁸ A caixa de papelão pode ser substituída pela própria lata que será utilizada para a realização da fotografia. Nesse caso, substitua a tampa da lata pelo papel vegetal e utilize a vela como fonte de luz. Movimente a vela até encontrar a imagem invertida da vela.
¹⁹ As transparências utilizadas estão apresentadas no anexo E para que possam ser impressas. A sobreposição das transparências na ordem em que as mesmas estão apresentadas no anexo justificam a formação da imagem invertida do objeto observado.

- o *visor* que permite o enquadramento do objeto ou da cena;
- a *lente móvel* que permite dirigir e concentrar a quantidade de luz que passa pelo diafragma, produzindo imagens sempre nítidas para objetos situados a diferentes distâncias;
- o *diafragma* com abertura variável e controle do tempo de exposição (velocidade) que determina a quantidade de luz que atinge o filme.

Ao observarmos a máquina fotográfica, percebemos relações com a formação de imagens no olho. Análogo ao obturador, há, no olho, a À lente móvel, temos o e, desempenhando a função do filme fotográfico, no olho temos a

Um questionamento: O que aconteceria se o papel vegetal da câmera escura fosse substituído por um filme fotográfico? O filme fotográfico é sensível à luz. Assim como uma roupa colorida desbota quando exposta ao Sol durante certo tempo, a luz, ao incidir sobre a superfície do filme fotográfico, interage com o mesmo, impressionando-o. A FIGURA 8 mostra a estrutura do filme fotográfico que é constituído por várias



partes, cada uma, com uma função específica. Apresentando uma espessura aproximada de 0,125mm, é formado por uma camada de *acetato de celulose* que dá estrutura ao mesmo. Sobre ela é colocada uma camada de *gelatina* (chamada de emulsão do filme fotográfico) onde estão imersos *cristais sensíveis à luz*. Esses cristais geralmente são formados de prata e bromo cujos átomos, em forma de íons, são

unidos por atração elétrica. Além desses íons, os cristais contêm impurezas chamadas de *pontos de sensibilidade* como, por exemplo, sulfeto de prata, fundamentais na captura da imagem.

²⁰O processo de formação da imagem se dá quando a luz, ao incidir sobre o filme, interage com os cristais que se encontram na camada de gelatina. O elétron extra do íon brometo recebe energia e se move para o ponto de sensibilidade. Por atração elétrica, íons de prata se juntam a esse ponto de sensibilidade onde os elétrons irão se unir a esses íons, neutralizando-os e formando átomos de prata. Inicia-se assim a formação de uma imagem latente que somente se tornará visível após o processo de revelação. Abaixo da camada de acetato de celulose, encontra-se a *camada anti-halo* cuja função é evitar que a luz que, eventualmente atravessar o filme sem interagir com os cristais, sofra reflexão, formando halos nas partes claras da fotografia.

É na etapa da revelação do filme que a imagem da cena fotografada toma forma e pode ser identificada. A função da revelação é libertar a prata metálica dos cristais da emulsão do filme, para que ela forme a imagem. O agente revelador atua sobre os cristais decompostos (que formam a imagem latente),

²⁰ Ver síntese do processo de obtenção da fotografia, organizado em esquema no anexo F. Este esquema facilita a discussão sobre os processos químicos envolvidos durante a obtenção da fotografia.

separando a prata do bromo; esse se combina com o revelador enquanto a prata permanece na emulsão, formando as partes escurecidas do negativo, ou seja, as partes iluminadas da imagem. A cor escura se deve aos átomos de prata formados na revelação, e a cor branca ocorre nos locais onde a prata ainda está na forma de íon de prata.

A fim de evitar modificações na imagem obtida, faz-se necessária a remoção dos cristais que não foram afetados pela luz, uma vez que os mesmos podem vir a ser, caso sejam expostos novamente. Isso é feito por meio do processo chamado *fixação*, que consiste em mergulhar o filme em uma solução aquosa de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (PERUZZO, 2002, p.267). Em condições normais, o fixador dissolve os cristais de brometo de prata que não interagiram com a luz sem afetar a prata que formou a imagem.

Máquina fotográfica

Após a revelação da fotografia realizada com a lata, registre algumas considerações sobre o que solicitado abaixo.

1. Que dificuldades o grupo encontrou no processo de conseguir tirar fotografias com a máquina construída?
2. O que interferiu na qualidade da fotografia que o grupo obteve?
3. O tamanho do orifício na máquina fotográfica influi na qualidade das fotos?
4. Por que o interior da máquina fotográfica deve ser pintado de preto?
5. Qual a importância da intensidade luminosa na hora de fotografar?
6. A obtenção de fotografias com sua máquina é um processo físico ou um processo químico? Justifique.

Atividade 5 - A cor na visão do físico e na visão do artista

Material necessário

- Três aparelhos de projeção (retroprojetores ou projetores de *slides*)
- Filtros coloridos
- Cartolina preta
- Alfinete

Duração da atividade: 50min

Objetivo: Discutir as diferentes visões sobre cores a partir da ótica do físico e do artista para entender o mundo colorido no qual estamos inseridos.

Introdução: A cor não tem existência material: é apenas uma sensação visual. O conceito de cor depende da iluminação existente sobre os objetos. A melhor reprodução de cores ocorre quando os objetos são iluminados por luz solar. A seguir, vem a lâmpada incandescente. As melhores lâmpadas fluorescentes têm um índice de reprodução de cores em torno de 85%.

A maior parte dos objetos encontrados na natureza não emite luz própria; esses objetos absorvem uma parte e refletem outra parte da luz que incide sobre eles. A cor de um objeto é determinada pela composição da luz por ele refletida. Os objetos vermelhos absorvem todos os raios do espectro visível exceto os vermelhos, isto é, esses últimos são refletidos. Os objetos verdes absorvem o vermelho, o azul e o violeta, enquanto que os objetos amarelos absorvem uma estreita faixa do espectro visível que corresponde ao azul-violeta e refletem os raios verdes, amarelo e alaranjado.

Os físicos, ao se referirem às cores, tratam sobre a cor-luz. *Cor-luz* (ou luz colorida), é a *radiação luminosa visível que tem como síntese aditiva a luz branca* (PEDROSA, 2003, p.17). As cores vermelha, azul e verde são chamadas de cores primárias pelos cientistas. A mistura de pelo menos duas delas, origina outras tantas cores com as quais já estamos acostumados. Podemos conseguir isso apenas variando a intensidade de cada uma. O artista trabalha com a cor-pigmento que difere em suas cores primárias se comparada à cor-luz. Para ele, as cores primárias de pigmento opaco (tinta) são o amarelo, o azul e o vermelho. A mistura destas três cores produz o cinza-neutro por síntese subtrativa. *Cor-pigmento é a substância material que, conforme sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre ela.* (PEDROSA, 2003, p.17). Na impressão de livros ou em filmes fotográficos coloridos, são usados os pigmentos transparentes. Suas cores primárias são o amarelo, o ciano e o magenta. Cada uma delas funciona como filtro, permitindo a passagem de alguns comprimentos de onda e impedindo a passagem de outros.

Procedimento – 1ª Parte: Brincando com as sombras coloridas. Utilizando três projetores de *slides*²¹ e filtros²² com as cores primárias de luz, vamos explorar a mistura das luzes coloridas projetadas

²¹ Caso a escola não possua três projetores de *slides*, os mesmos podem ser substituídos por retroprojetores.

em uma tela branca. Inicialmente, observe e registre, no espaço abaixo, a cor que vemos quando misturamos:

- Luz verde + luz vermelha:
- Luz verde + luz azul:
- Luz vermelha + luz azul:
- Luz verde + luz vermelha + luz azul:

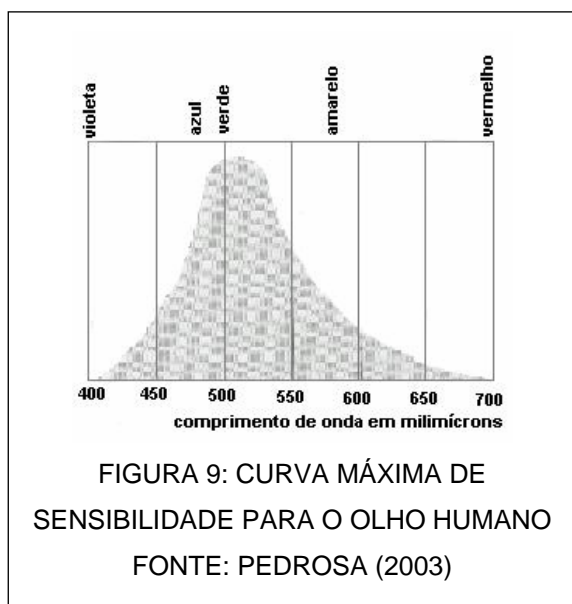
Os artistas impressionistas produziam suas telas ao ar livre, iluminadas pela luz do Sol, o que implicava em pouca utilização da cor preta, trabalhando com as cores inclusive para representar regiões de sombra. Mas como identificar a cor da sombra? A partir da obtenção do branco, projetado pela mistura das três cores primárias de luz, vamos explorar as sombras dos objetos. Para isso, coloque a sua mão na frente da região branca. Movimente-a até encontrar regiões de sombra. Quais as cores das sombras que você pode observar? Justifique cada uma delas, explicando como elas se formam

.....

Como você explica a região escura observada no centro da figura projetada?

.....

O que é o *preto* para os físicos?



Na retina, existem três tipos de receptores luminosos, associados às três cores primárias de luz: azul, verde e vermelho. Esses receptores são chamados de *cones*. São eles os responsáveis por todas as sensações de cores. Estimulando os três ao mesmo tempo, com a mesma intensidade, é produzida a sensação visual a que chamamos de branco. A FIGURA 9 mostra a sensibilidade relativa dos três tipos de cones na retina humana.

Procedimento – 2ª Parte: O Pontilhismo²³.

Aprofundando as proposições cromáticas dos impressionistas, surgem Georges Seurat e Paul Signac, criando o *divisionismo* ou *pontilhismo*. Leituras como a

“Gramática da Arte do Desenho”, “Sobre a Lei do Contraste Simultâneo das Cores” e “Teoria Científica das Cores” passam a fundamentar Seurat na sua obra, opondo-se frontalmente ao lirismo e à improvisação dos

²² Os filtros aos quais nos referimos são os mesmos apresentados na atividade 2. Para facilitar a sua utilização em projetores de *slides*, coloque-os em molduras de *slides*. Uma alternativa na qual também encontramos êxito ao realizar a atividade, está em substituir tais filtros por folha dupla de papel celofane em vermelho, verde e azul.

²³ Movimento artístico pós-impressionista originado na França em meados da década de 1880. No Pontilhismo, a cor é obtida na tela a partir de sua decomposição tonal mediante a aplicação de minúsculas pinceladas, nitidamente separadas, mesmo a olho nu, formando uma imagem através da composição de pequenos pontos justapostos.

impressionistas. Seurat lança-se à Arte Científica. Ele inventa um método ao qual dá o nome de *pintura óptica*. Ao invés de misturar cores, as justapõe, de modo que se conservem puras na tela e se combinem apenas na retina do espectador (GÊNIOS DA PINTURA, 1968). O rigor científico dado por Seurat à sua obra lhe levava a acreditar que era possível a criação de um quadro a partir de rigorosos cálculos matemáticos. Seurat e Signac utilizavam apenas as três cores primárias aplicadas em pequenos pontos ou traços. Assim, para obter a cor verde, a tela era salpicada de azul e amarelo na medida certa definida em função da tonalidade que desejavam. O espectador, ao observar a obra a uma certa distância, percebe a cor verde devido à mistura feita na sua própria retina.

O fenômeno da difração, abordado na atividade 1, juntamente com a distribuição de fotorreceptores presentes na nossa retina, são fatores relevantes no entendimento da observação de uma obra pontilhista. A figura 10 mostra o que acontece quando o olho recebe luz emitida por duas fontes pontuais. A luz, ao passar pela pupila,

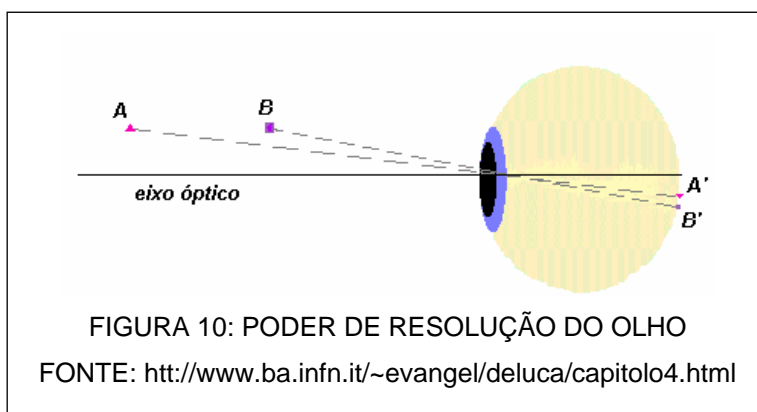


FIGURA 10: PODER DE RESOLUÇÃO DO OLHO

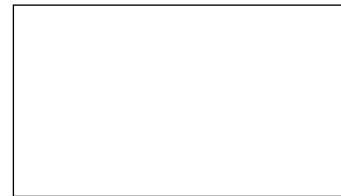
FONTE: <http://www.ba.infn.it/~evangel/deluca/capitolo4.html>

abertura no olho que permite a entrada da luz, sofre difração. Isso ocorre com cada feixe de luz proveniente das fontes **A** e **B**. Independente da localização das fontes em relação ao olho, ocorre formação das imagens **A'** e **B'**. Se as fontes estiverem próximas ao olho, as imagens se formam em lugares bem definidos e distanciados na retina fazendo com que sejam percebidos dois pontos distintos. Se afastarmos as duas fontes em relação ao olho, essas imagens se aproximam na retina de tal forma que não conseguiremos mais separar as duas imagens. Assim, na retina, passa a se formar uma única imagem dada pela sobreposição dos dois máximos centrais de difração. Logo, para objetos muito distantes, não conseguiremos mais separar as duas imagens. Esse fato é explorado pelo Pontilhismo. Uma obra pontilhista, sendo observada de perto, nos permite separar cada ponto pintado pelo artista. Ao contrário, se nos colocamos longe da mesma, as imagens de cada ponto começam a se sobrepor, fazendo com que cada um não possa mais ser percebido separadamente. Assim, o olho, que é sensível à luz, passa a misturar as cores, e o que vemos é uma imagem contínua.

A experiência consiste em observar, através de um pequeno orifício feito em uma cartolina²⁴, dois outros orifícios circulares distantes cerca de quatro milímetros entre si, confeccionados também em cartolina preta e fixados na frente de uma lente de projetor de *slides*. Cada orifício permite a passagem de um estreito feixe de luz.

²⁴ Esse orifício funciona como uma “pupila artificial” que deverá ser usada se a experiência for realizada em ambiente escuro. Isso ocorre porque, em função da pouca iluminação, a nossa pupila tende a se expandir dificultando a realização do experimento. Se o ambiente estiver bastante iluminado, a “pupila artificial” é desnecessária uma vez que a nossa pupila já estará com uma abertura muito pequena.

A) Posicione-se acerca de um metro do projetor e visualize os dois orifícios circulares. Nessa posição, seu olho consegue separar as duas imagens? Represente, no espaço ao lado, o que você está vendo.



B) Vá se afastando lentamente e procure localizar a posição para a qual você não consegue mais separar os dois pontos. A que distância você está do projetor nessa situação?
.....
..

C) Descreva a imagem observada para essa situação:
.....
.....
.....
.....

D) Observação de uma obra pontilhista²⁵.

²⁵ Figuras com obras de artistas pontilhistas podem ser obtidas em livros de História da Arte, facilmente encontrados nos acervos das bibliotecas escolares, ou por meio de busca em *sites* de museus de arte. Veja algumas sugestões de endereços eletrônicos:

- <http://mirror.oir.ucf.edu/wm/paint/auth/signac/dining/signac.dining.jpg>
- <http://mirror.oir.ucf.edu/wm/paint/auth/signac/signac.port-st-tropez.jpg>
- <http://www.rosings.com/signac.html>
- <http://gowheresp.terra.com.br/29/colunas/gocultura.htm>
- <http://www.artchive.com/artchive/S/seurat/easel.jpg.html>
- http://www.metmuseum.org/special/Signac/neo_images.htm

Referências

AMALDI, U. **Imagens da física**. São Paulo: Scipione, 1995. 537p.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS PROFISSIONAIS DE MARKETING. **Os produtos do século**.

Disponível em: < <http://www.appm.pt/produtos003.html>>. Acesso em: 25 set. 2003.

DE LUCA, G. C. **La física dell'occhio illustrata da simulazione Java**. 2001. Tesi di laurea in Física.

Disponível em: <<http://www.ba.infn.it/~evangel/deluca/capitolo4.html>>. Acesso em: 05 out. 2003.

ENCICLOPÉDIA gênios da pintura. São Paulo: Abril Cultural. 1968. v. 41.

FALZETA, R.; GENTILE, P. Mais paixão no ensino de ciências. **Nova Escola**, São Paulo, v.18, n.159, p. 19-21, jan/fev. 2003.

FOTOGRAFIA: manual completo de arte e técnica. São Paulo: Abril Cultural, 1978. 399p.

GASPAR, A. **Física**. São Paulo: Ática, 2000. 416p. v. 2.

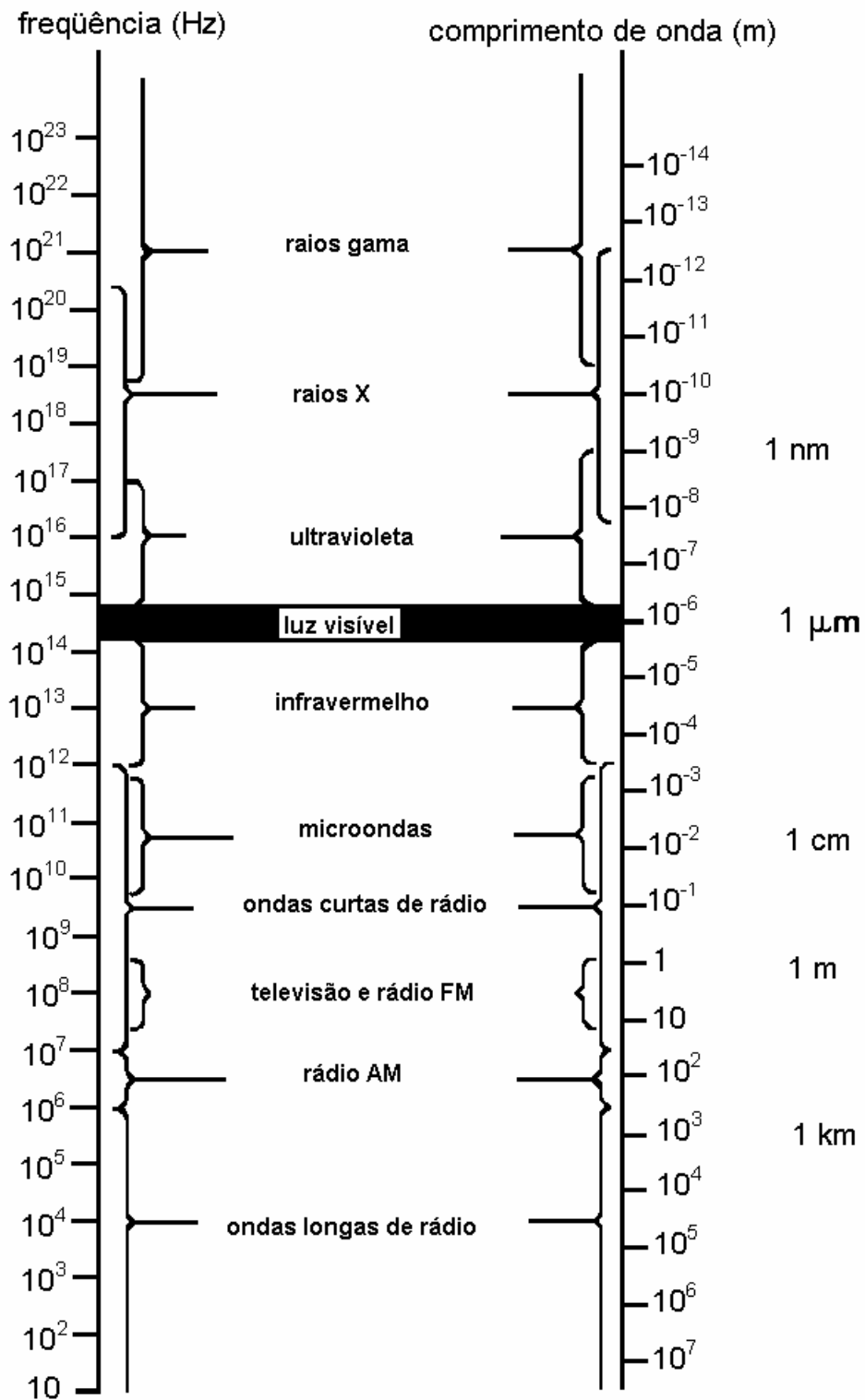
PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**. 9. ed. Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial, 2003. 219p.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2002. 584p.

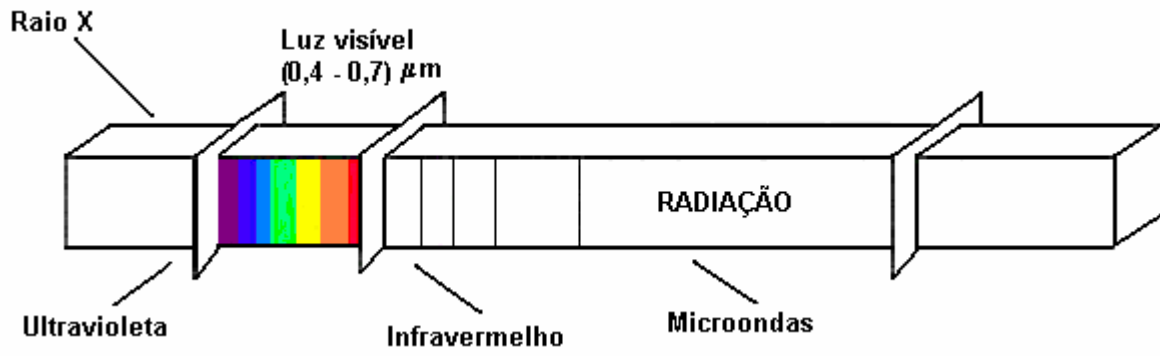
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **As cores da luz**. Disponível em

<<http://www.fisica.ufc.br/coresluz3.htm>>. Acesso em: 30 set. 2003.

ANEXO A – FIGURA 1: Espectro eletromagnético



ANEXO B – FIGURA 2: Espectro eletromagnético da luz visível



ANEXO C – FIGURA 3: Motivos florais

Referência: <http://www.fisica.ufc.br/coresluz3.htm>



ANEXO D – Filtros coloridos - confecção

A confecção de cada filtro é feita, dispondo-se das próprias ferramentas do *Word*. Inicialmente, usando o ícone para desenhar retângulo²⁶, na parte inferior da tela, inserimos um retângulo na página. A FIGURA 4 mostra a tela do *Word* exibida durante a confecção do filtro azul.

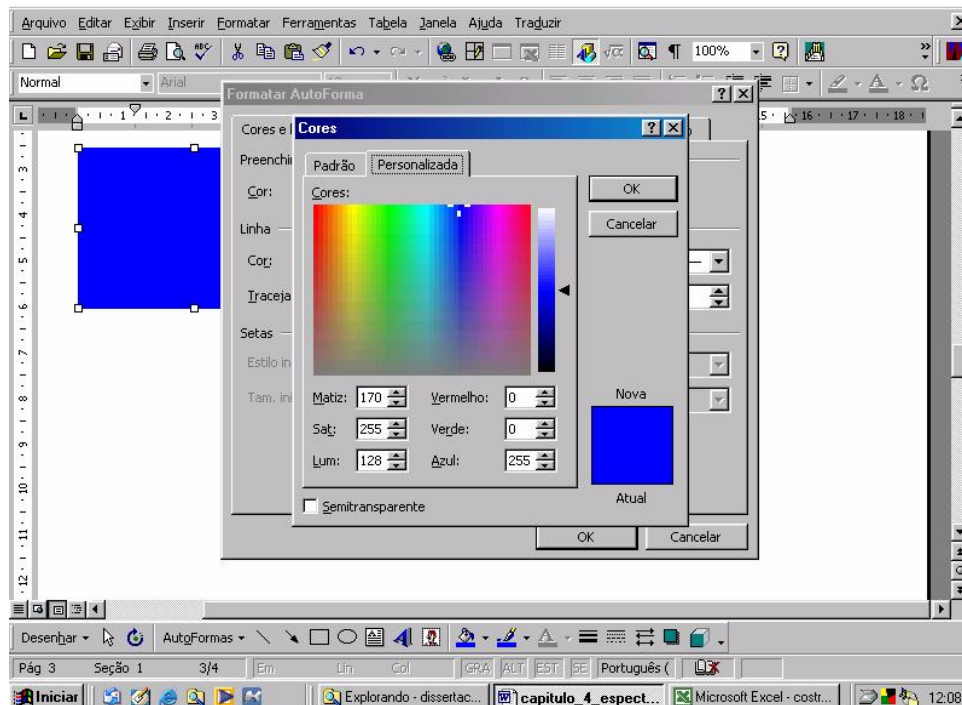


FIGURA 4 - TELA DO COMPUTADOR PARA CONSTRUÇÃO DE FILTRO AZUL

Logo após, utilizando os ícones “cor da linha” e “cor do preenchimento”, também encontrados na parte inferior da tela, personalizamos as cores desejadas, selecionando para obtenção de cada cor os valores de matiz (localização da cor no espectro), saturação (pureza da cor) e luminosidade (brilho) mostrados na TABELA 1.

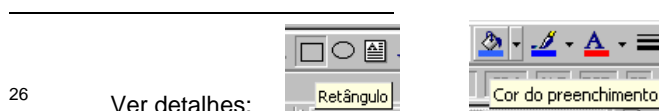
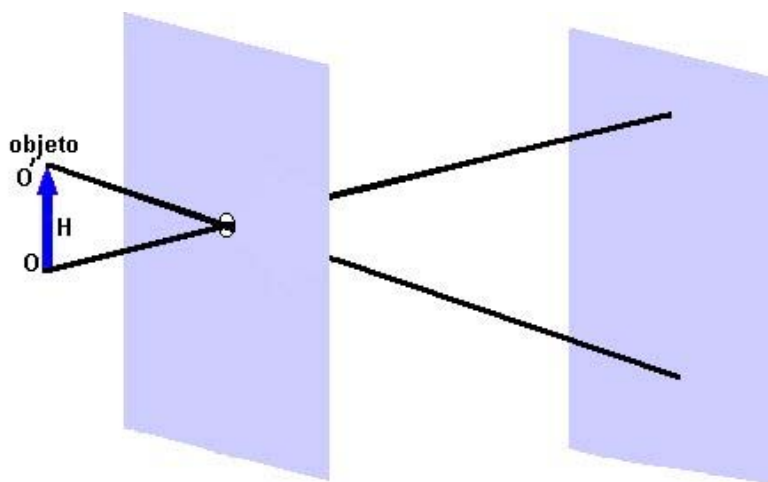
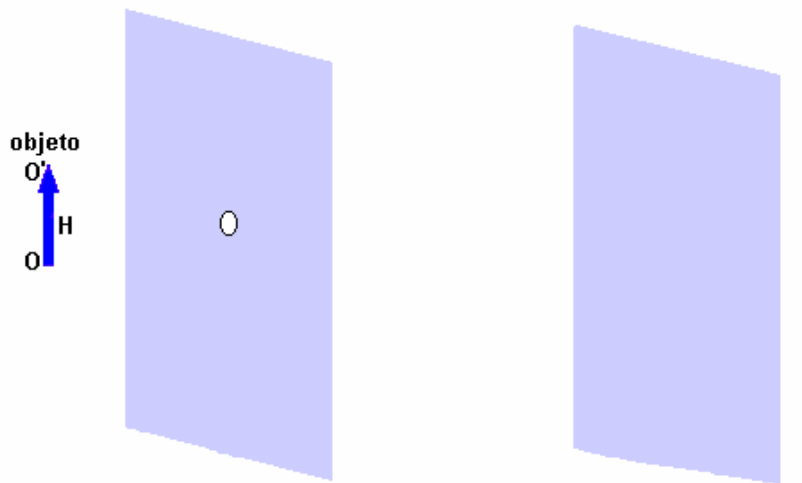


TABELA 1 - PARÂMETROS DO WORD PARA A CONFECÇÃO DOS FILTROS

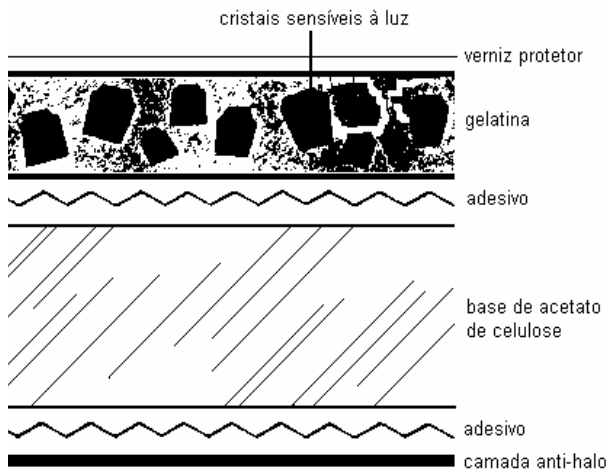
filtro cor	vermelho			verde			azul		
vermelho	255			0			0		
verde	0			255			0		
azul	0			0			255		
	matiz	satura- ção	lumino- sidade	matiz	satura- ção	lumino- sidade	matiz	satura- ção	lumino- sidade
	0	255	128	85	255	128	170	255	128
filtro cor	ciano			amarelo			magenta		
vermelho	0			255			255		
verde	255			255			0		
azul	255			0			255		
	matiz	satura- ção	lumino- sidade	matiz	satura- ção	lumino- sidade	matiz	satura- ção	lumino- sidade
	127	255	128	42	255	128	213	255	128

ANEXO E – Sequência de figuras para simular a formação de imagem na câmera escura



ANEXO F: Síntese sobre o processo químico da fotografia

A estrutura do filme fotográfico



A função de cada parte do filme

- **Acetato de celulose:** camada que dá estrutura ao filme.
- **Gelatina:** (chamada de emulsão do filme fotográfico) onde estão imersos *cristais sensíveis à luz*.
 - Esses cristais geralmente são formados de prata e bromo cujos átomos, em forma de íons, são unidos por atração elétrica.
 - Além desses íons, os cristais contêm impurezas chamadas de *pontos de sensibilidade* como, por exemplo, sulfeto de prata, fundamentais na captura da imagem.

Processo de formação da imagem

- Interação da luz com os cristais de brometo de prata:
 - **Conseqüência:** o elétron extra do íon brometo recebe energia e se move para o ponto de sensibilidade.
- Formação de átomos de prata: Por atração elétrica, íons de prata se juntam ao ponto de sensibilidade onde os elétrons irão se unir a esses íons, neutralizando-os.
 - **Conseqüência:** *início da formação de uma imagem latente.*

A função da revelação

Libertar a prata metálica dos cristais da emulsão do filme, para que ela forme a imagem.

1º passo: O agente revelador atua sobre os cristais decompostos (que formam a imagem latente), separando a prata do bromo.

2º passo: O bromo se combina com o revelador enquanto a prata permanece na emulsão, formando as partes escurecidas do negativo, ou seja, as partes iluminadas da imagem.

Conseqüência:

-**Cor escura:** átomos de prata formados na revelação

-**Cor branca:** locais onde a prata ainda está na forma de íon de prata.

A função da fixação

Evitar modificações na imagem obtida.



Como é feito?

removendo os cristais que não foram afetados pela luz



O fixador dissolve os cristais de brometo de prata que não interagiram com a luz sem afetar a prata que formou a imagem.

Textos de Apoio ao Professor de Física

- n° 1: Um Programa de Atividades sobre Tópicos de Física para a 8ª Série do 1º Grau.
Axt, R., Steffani, M.H. e Guimarães, V. H., 1990.
- n° 2: Radioatividade.
Brückmann, M.E. e Fries, S.G., 1991.
- n° 3: Mapas Conceituais no Ensino de Física
Moreira, M.A, 1992.
- n° 4: Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Axt, R e Brückmann, M.E., 1993.
- n° 5: Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos.
Axt, R. e Alves, V.M., 1994.
- n° 6: Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica.
Axt, R e Alves, V.M., 1995.
- n° 7: Diagramas V no Ensino de Física.
Moreira, M.A, 1996.
- n° 8: Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio.
Ostermann, F., Ferreira, L.M. e Cavalcanti, C.H., 1997.
- n° 9: Energia, entropia e irreversibilidade.
Moreira, M.A. 1998.
- n°10: Teorias construtivistas.
Moreira, M.A, e Ostermann, F., 1999.
- n°11: Teoria da relatividade especial.
Ricci, T.F., 2000.
- n°12: Partículas elementares e interações fundamentais.
Ostermann, F., 2001.
- n°13: Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso.
Greca, I.M. e Herscovitz. V. E., 2002.
- n°14: Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio.
Ricci, T. F. e Ostermann, F., 2003.
- n°15: O quarto estado da matéria.
Ziebell, L. F. 2004.
- v. 16 n.1: Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade.
Schroeder, C. 2005.
- v. 16 n. 2: O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física.
Silva, L. F. da e Veit, E. A., 2005
- v. 16 n. 3: Epistemologias do século xx
Massoni, N. T.
- v. 16 n. 4: Atividades de Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental: Astronomia, luz e cores
Mees, A. A.; Andrade, C. T. J. de e Steffani, M. H.

