

ÓPTICA

Conceito

A óptica é um ramo da Física que estuda os fenômenos relacionados a luz ou, mais amplamente, a radiação eletromagnética, visível ou não. A óptica explica os fenômenos de reflexão, refração e difração, a interação entre a luz e o meio, entre outras coisas.

Mas, o que é a luz?

A luz, ou luz visível como é fisicamente caracterizada, é uma forma de energia radiante. É o agente físico que, atuando nos órgãos visuais (nossos olhos), produz a sensação da visão.

Energia radiante é aquela que se propaga na forma de ondas eletromagnéticas, dentre as quais se pode destacar as ondas de rádio, TV, microondas, raios X, raios gama, radar, raios infravermelho, radiação ultravioleta e **luz visível**.

Uma das características das ondas eletromagnéticas é a sua velocidade de propagação, que no vácuo tem o valor de aproximadamente 300 mil quilômetros por segundo, ou seja:

$$c \approx 3 \cdot 10^5 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

A luz que percebemos tem como característica sua frequência que vai da faixa de $4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ (vermelho) até $8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ (violeta). Esta faixa é a de maior emissão do Sol, por isso os órgãos visuais de todos os seres vivos estão adaptados a ela, e não podem ver além desta, como por exemplo, a radiação ultravioleta e infravermelha.

Divisões da Óptica

Óptica Física: estuda os fenômenos ópticos que exigem uma teoria sobre a natureza das ondas eletromagnéticas.

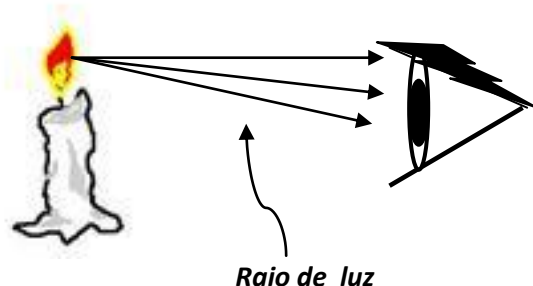
Óptica Geométrica: estuda os fenômenos ópticos em que apresentam interesse as trajetórias seguidas pela luz. Fundamenta-se na noção de raio de luz e nas leis que regulamentam seu comportamento. O estudo em nível de Ensino Médio restringe-se apenas a esta parte da óptica.

Conceitos básicos

1-Raios de luz

São a representação geométrica da trajetória da luz, indicando a direção e o sentido da sua propagação. Por exemplo, em uma fonte puntiforme são emitidos infinitos raios de luz, embora apenas alguns deles cheguem a um observador.

Representa-se um raio de luz por um segmento de reta orientado no sentido da propagação.



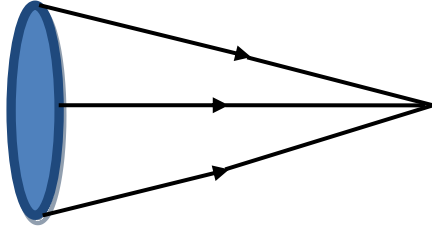
2-Feixe de luz

É o conjunto de infinitos raios de luz; um feixe luminoso pode ser:

2.1. Cônico convergente: os raios de luz convergem para um ponto;

A área iluminada é menor que o tamanho da fonte porém ocorre, concentração de energia

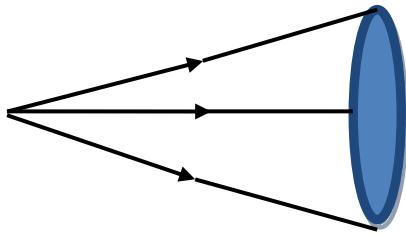
Ex: Luz ao atravessar uma lente de aumento



2.2. Cônico divergente: os raios de luz divergem a partir de um ponto;

A área iluminada é maior que o tamanho da fonte

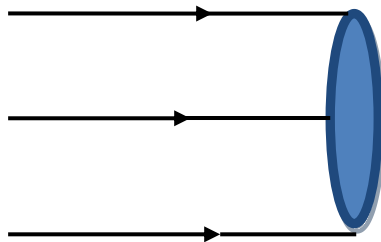
Ex: luz produzida por um farol



2.3. Cilíndrico paralelo: os raios de luz são paralelos entre si.

A área iluminada tem a mesma dimensão da fonte

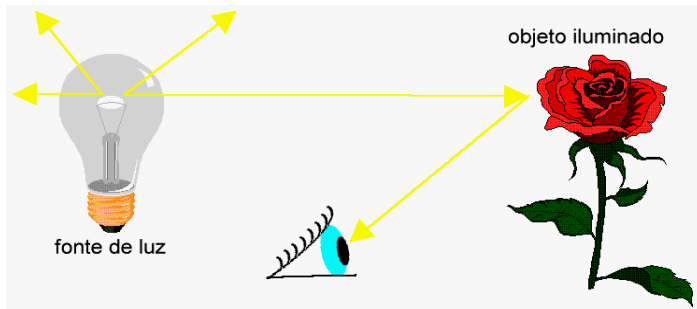
Ex: Luz produzida por um canhão de luz



3. Fontes de luz

É todo corpo capaz de emitir luz, ou seja, todo corpo visível.

Na época de Platão, na Grécia, acreditava-se que os olhos emitiam partículas que tornavam os objetos visíveis. Atualmente sabemos que os objetos, para serem vistos, emitem luz proveniente de uma fonte, que atinge os nossos olhos



As Fontes de luz podem ser classificadas em primárias ou secundárias.

3.1. Fontes primárias: Também chamadas de corpos luminosos, são corpos que emitem luz própria, como por exemplo, as estrelas, a chama de uma vela, uma lâmpada acesa, etc.



O Sol é uma fonte primária

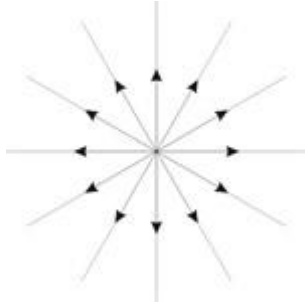
3.2. Fontes secundárias: Também chamadas de corpos iluminados, são os corpos que refletem a luz que recebem de outras fontes, como exemplo de fontes secundárias temos, a Lua, os planetas, as nuvens, os seres humanos. Ou seja, são fontes que não possuem têm luz própria.



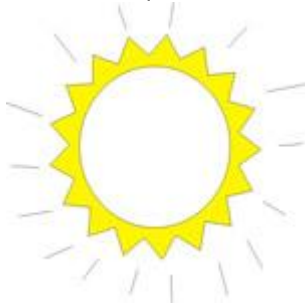
A lua é uma fonte de luz secundária

Quanto às suas dimensões, uma fonte pode ser classificada como:

Pontual ou puntiforme: fontes cujas dimensões são desprezíveis em comparação com a distância a que são observadas, como por exemplo, as estrelas. Observa-se um único ponto emitindo luz



Extensa: fontes de luz cujas dimensões não podem ser desprezíveis em comparação com a distância a que são observadas. São observados diversos pontos emitindo luz



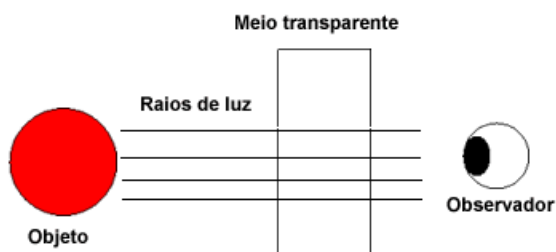
4. Meios de propagação da luz

Ao serem percorridos pela luz, os meios se comportam de maneiras diferentes, e quanto a essa propagação podem ser classificados em transparentes, translúcidos ou opacos.

4.1. Meio transparente

É um meio óptico que permite a propagação regular da luz, ou seja, se deixam atravessar pelos raios de luz sem afetar a ordenação de seus feixes. O observador vê um objeto com nitidez através do meio.

Exemplos: ar, vidro comum, papel celofane, etc.

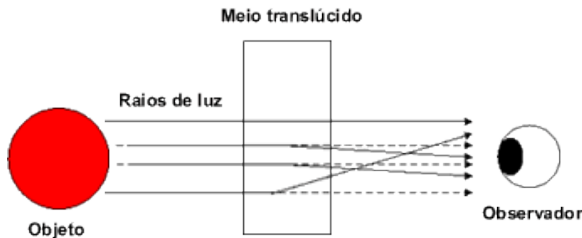


4.2. Meio translúcido

É um meio óptico que permite apenas uma propagação irregular da luz, ou seja, esta passagem não se dá sem interações nas quais o meio afeta a orientação dos raios, fazendo com que objetos vistos através de meios translúcidos pareçam deformados.

Sendo assim, o observador vê o objeto através do meio, mas sem nitidez.

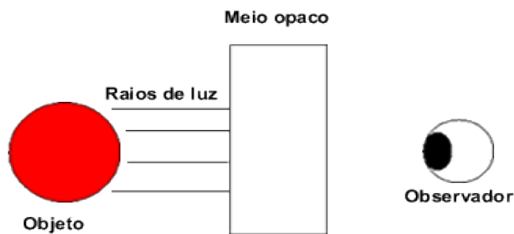
Ex: um nevoeiro, vidro cancelado, etc.



4.3. Meio opaco

É um meio óptico que não permite que a luz se propague, ou seja, meios opacos são impermeáveis à luz bloqueando a sua passagem. Não é possível ver um objeto através deste meio.

Ex: um pedaço de madeira, uma parede, etc.

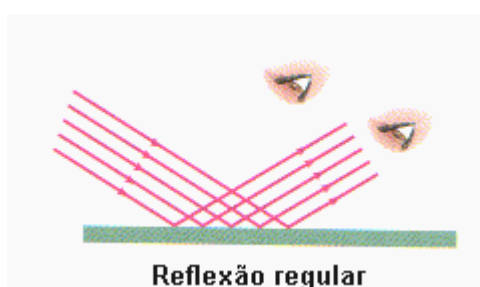


5. Fenômenos ópticos

Ao incidir sobre uma superfície que separa dois meios de propagação, a luz sofre um, ou mais de um, dos fenômenos a seguir:

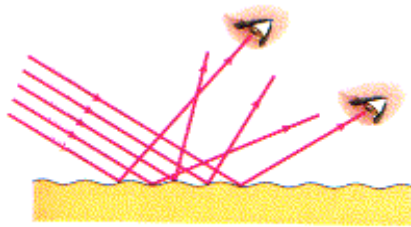
5.1. Reflexão regular

A luz que incide na superfície e retorna ao mesmo meio, regularmente, ou seja, os raios incidentes e refletidos são paralelos. Ocorrem em superfícies metálicas bem polidas, como espelhos.



5.2. Reflexão difusa

A luz que incide sobre a superfície volta ao mesmo meio, de forma irregular, ou seja, os raios incidentes são paralelos, mas os refletidos são irregulares. Ocorre em superfícies rugosas. Por causa da reflexão difusa, um mesmo objeto pode ser visualizado por vários de ângulos diferentes

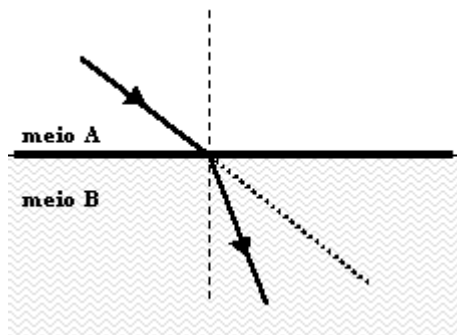


Reflexão difusa

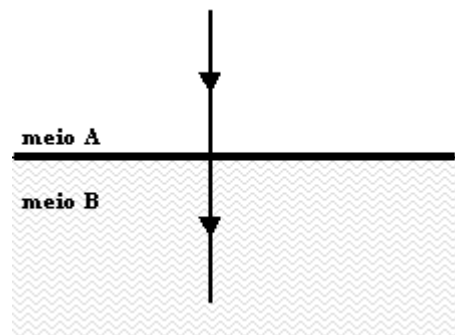
5.3. Refração

A luz incide sobre uma superfície e a atravessa, se propagando de um meio para outro o outro, sofrendo variação na sua velocidade de propagação.

Veremos mais tarde que a refração pode ocorrer com ou sem desvio da sua trajetória.



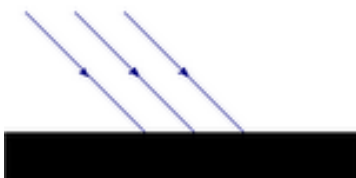
Refração com desvio de trajetória



refração sem desvio de trajetória

5.4. Absorção

A luz incide na superfície, no entanto não é refletida e nem refratada, sendo absorvida pelo corpo, e aquecendo-o. Ocorre a conversão da energia luminosa em energia térmica



Absorção em superfície negra

6. Princípios da óptica geométrica

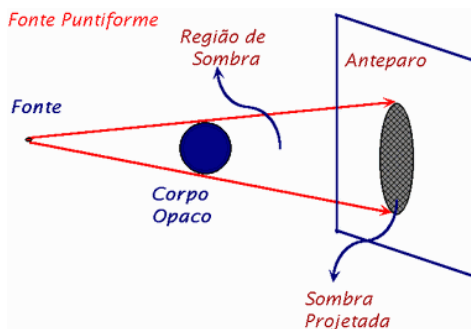
6.1. Princípio da propagação retilínea da luz

Todo o raio de luz percorre trajetórias retilíneas em meios transparentes e homogêneos.

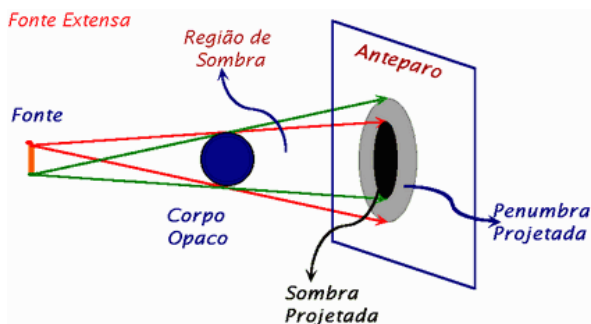
a) Sombra e penumbra

A formação de sombra e de penumbra evidencia a propagação retilínea da luz

A sombra é definida como uma região que não é atingida pelos raios de luz provenientes da fonte devido a existência de um obstáculo opaco, ou seja, meio que não permite a passagem de luz.



A penumbra é diferente da sombra, pois trata-se de um ponto de transição entre a luz e a sombra. Imagine um corpo sendo iluminado por uma fonte de luz extensa, ou seja, não puntiforme. Desse acontecimento teremos regiões que não serão atingidas pelos raios luminosos, são as sombras, e regiões que serão atingidas por apenas alguns raios de luz, essa é a região de penumbra.

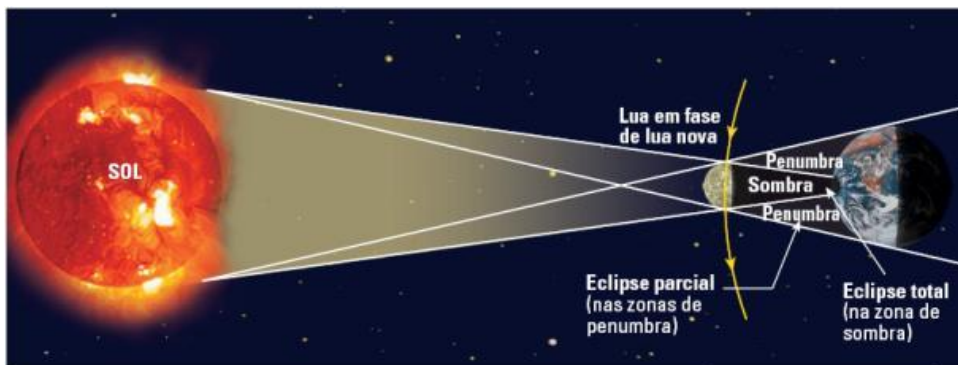


b)Eclipses

A palavra eclipse significa "ocultação", total ou parcial, de um astro pela interposição de um outro, entre o astro e o observador, ou entre um astro luminoso e outro iluminado.

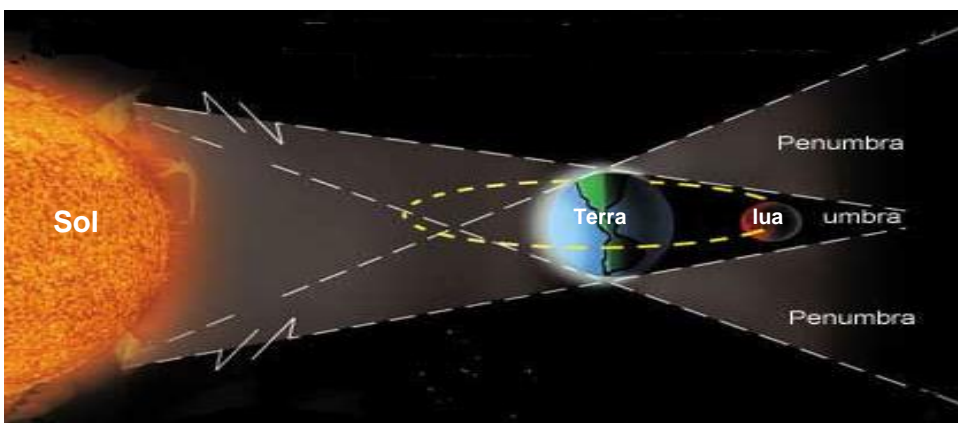
b.1)Eclipse solar

Neste caso, a Lua move-se para uma posição localizada entre o planeta Terra e o Sol. Logo, a sombra da Lua incide sobre o nosso planeta. Esta sombra possui 170 quilômetros aproximadamente, possibilitando a visualização do fenômeno apenas nos países localizados dentro desta faixa. Nesta faixa, podemos classificar como sendo um eclipse solar total, pois o Sol fica totalmente encoberto pela Lua. Fora desta faixa, as pessoas podem visualizar apenas uma parte do Sol, ocorrendo o chamado eclipse solar parcial.



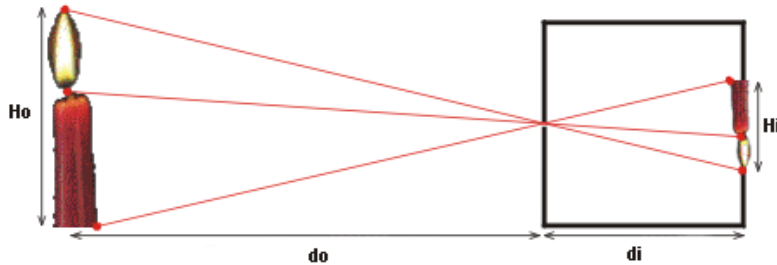
b.2) Eclipse lunar

Neste caso, a Lua passa através da sombra provocada por nosso planeta. Logo, a sombra do planeta Terra vai avançando pela face iluminada do Lua. Este tipo de eclipse ocorre na fase de Lua cheia.



c) Câmara escura de orifício

Uma câmara escura de orifício consiste em um equipamento formado por uma caixa de paredes totalmente opacas, sendo que no meio de uma das faces existe um pequeno orifício. Ao colocar-se um objeto, de tamanho o , de frente para o orifício, a uma distância p , nota-se que uma imagem refletida, de tamanho i , aparece na face oposta da caixa, a uma distância p' , mas de forma invertida. Conforme ilustra a figura:



Desta forma, a partir de uma semelhança geométrica pode-se expressar a seguinte equação:

— —

Onde:

Hi = altura da imagem

Ho = altura do objeto

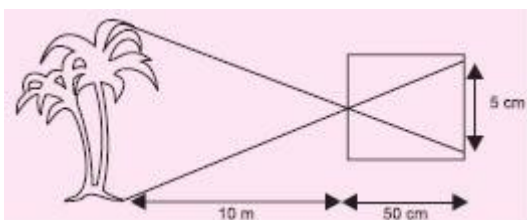
di = distância da imagem ao orifício (profundidade da câmara)

do = distância do objeto ao orifício

Sendo esta conhecida como a Equação da câmara escura

Exercício resolvido

Uma câmara escura tem profundidade de 50 cm. Ela é dirigida para uma árvore a uma distância de 10 m. Uma projeção de 5 cm de altura forma-se no fundo da caixa como mostra a figura. Qual a altura da árvore?



$$x/0,05=10/0,5$$

$$0,5 \cdot x=0,5$$

$$x=0,5/0,5$$

$$x = 1\text{m}$$

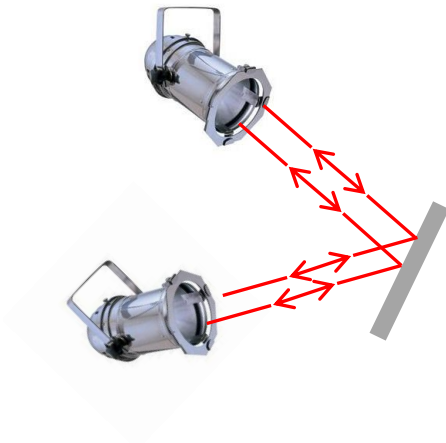
6.2. Princípio da independência dos raios de luz

Quando dois (ou mais) raios luminosos se cruzam, cada um se movimenta independente do outro.



6.3. Princípio da reversibilidade da luz

O caminho percorrido pela luz em um sentido é o mesmo quando percorrido em sentido oposto



LEITURA COMPLEMENTAR

Luz Mono e Policromática

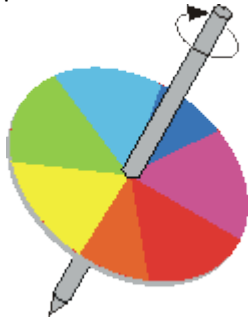
De acordo com sua cor a luz pode ser classificada como **Monocromática** ou **Policromática**.

Chama-se **luz monocromática** aquela composta de apenas uma cor, como por exemplo, a luz amarela emitida por lâmpadas de sódio.

Chama-se **luz policromática** aquela composta por uma combinação de duas ou mais cores monocromáticas, como por exemplo, a luz branca emitida pelo sol ou por lâmpadas comuns.

Usando-se um prisma é possível decompor a luz policromática nas luzes monocromáticas que a formam, o que não é possível para as cores monocromáticas, como o vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

Um exemplo da composição das cores monocromáticas que formam a luz branca é o disco de Newton, que é uma experiência composta de um disco com as sete cores do espectro visível, que ao girar em alta velocidade, "recompõe" as cores monocromáticas, formando a cor policromática branca.



Cor de um corpo

Ao nosso redor é possível distinguir várias cores, mesmo quando estamos sob a luz do Sol, que é branca.

Esse fenômeno acontece pois quando é incidida luz branca sobre um corpo de cor verde, por exemplo, este absorve todas as outras cores do espectro visível, refletido de forma difusa apenas o verde, o que torna possível distinguir sua cor.

Por isso, um corpo de cor branca é aquele que reflete todas as cores, sem absorver nenhuma, enquanto um corpo de cor preta absorve todas as cores sobre ele incididas, sem refletir nenhuma, o que causa aquecimento.

Velocidade da luz

Há muito tempo sabe-se que a luz faz parte de um grupo de ondas, chamado de ondas eletromagnéticas, sendo uma das características que reúne este grupo a sua velocidade de propagação.

A velocidade da luz no vácuo, mas que na verdade se aplica a diversos outros fenômenos eletromagnéticos como raios-x, raios gama, ondas de rádio e tv, é caracterizada pela letra **c**, e tem um valor aproximado de 300 mil quilômetros por segundo, ou seja:

$$c = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

No entanto, nos meios materiais, a luz se comporta de forma diferente, já que interage com a matéria existente no meio. Em qualquer um destes meios a velocidade da luz **v** é menor que **c**. Em meios diferentes do vácuo também diminui a velocidade conforme aumenta a frequência. Assim a velocidade da luz vermelha é maior que a velocidade da luz violeta, por exemplo.