

# CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

## ÍNDICE

|  |   |
|--|---|
| Óptica.....  | 2 |
| Onda eletromagnética.....                              | 2 |
| Cor e frequência .....                                 | 2 |
| Luz – Velocidade .....                                 | 2 |
| Luz - Comportamento e princípios .....                 | 3 |
| Divisões da Óptica.....                                | 3 |
| Óptica Física .....                                    | 3 |
| Óptica Geométrica.....                                 | 3 |
| Conceitos básicos .....                                | 3 |
| Fontes de luz .....                                    | 4 |
| Fontes primárias.....                                  | 4 |
| Fontes secundárias.....                                | 4 |
| Meios de propagação da luz.....                        | 5 |
| Meio transparente.....                                 | 5 |
| Meio translúcido .....                                 | 5 |
| Meio opaco.....  | 6 |
| Fenômenos ópticos .....                                | 6 |
| Reflexão .....   | 6 |
| Reflexão regular .....                                 | 6 |
| Reflexão difusa.....                                   | 6 |
| Refração.....  | 6 |
| Absorção.....  | 6 |
| Princípios da Óptica geométrica .....                  | 6 |
| Princípio da independência dos raios de luz .....      | 6 |
| Princípio da propagação retilínea da luz.....          | 6 |
| Princípio da reversibilidade dos raios luminosos ..... | 7 |
| Sombra e penumbra .....                                | 7 |
| Câmara escura de orifício .....                        | 7 |

## Óptica

Óptica é o ramo da Física que estuda as propriedades e os fenômenos das ondas luminosas.

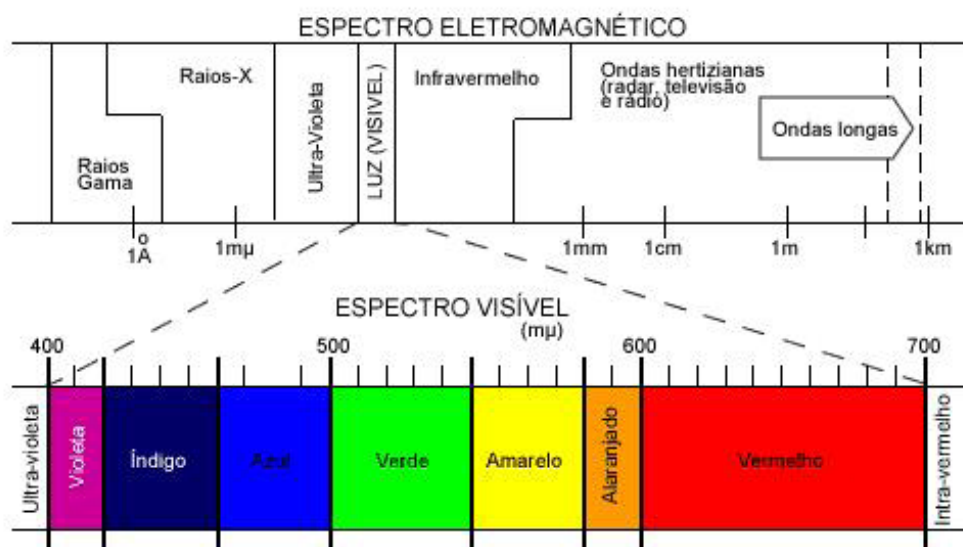
### Onda eletromagnética

#### Cor e frequência

No intervalo do espectro eletromagnético que corresponde à luz visível, cada frequência equivale à sensação de uma cor.

| Cor        | Comprimento de onda<br>$10^{-10}m$ | Frequência<br>$10^{14}Hz$ |
|------------|------------------------------------|---------------------------|
| Violeta    | 3900 – 4500                        | 7,69 – 6,65               |
| Anil       | 4500 – 4550                        | 5,65 – 6,59               |
| Azul       | 4550 – 4920                        | 6,59 – 6,10               |
| Verde      | 4920 – 5770                        | 6,10 – 5,20               |
| Amarelo    | 5770 – 5970                        | 5,20 – 5,03               |
| Alaranjado | 5970 – 6220                        | 5,03 – 4,82               |
| Vermelho   | 6220 – 7800                        | 4,82 – 3,84               |

Conforme a frequência aumenta, diminui o comprimento de onda, assim como mostra a tabela acima, e o trecho do espectro eletromagnético abaixo.



Quando recebemos raios de luz de diferentes frequências, podemos perceber cores diferentes destas, como combinações. A luz branca que percebemos vinda do Sol, por exemplo, é a combinação de todas as sete cores do espectro visível.

#### Luz – Velocidade

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.

## Luz - Comportamento e princípios

A luz é uma forma de energia radiante. É o agente físico que, atuando nos órgãos visuais, produz a sensação da visão.

Energia radiante é aquela que se propaga na forma de ondas eletromagnéticas, dentre as quais se podem destacar as ondas de rádio, TV, micro-ondas, 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:

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

Pode ter este valor reduzido em meios diferentes do vácuo, sendo a menor velocidade até hoje medida para tais ondas, quando atravessam um composto chamado condensado de Bose-Einstein, comprovada em uma experiência recente.

$$4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

A luz que percebemos tem como característica sua frequência que vai da faixa de (vermelho)

$$8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

até (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

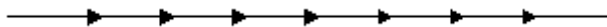
Estuda os fenômenos ópticos que exigem uma teoria sobre a natureza das ondas eletromagnéticas.

### 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.

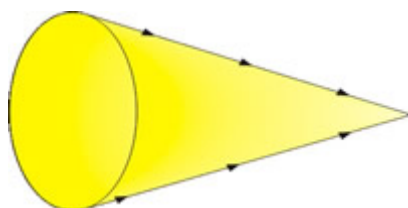
### Conceitos básicos

Raios de luz correspondem à representação geométrica da trajetória da luz, indicando sua 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.

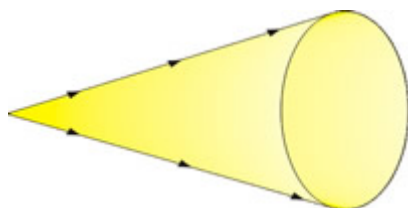


Feixe de luz é um conjunto de infinitos raios de luz. Um feixe luminoso pode ser:

- cônico convergente: os raios de luz convergem para um ponto;



- cônico divergente: os raios de luz divergem a partir de um ponto;



- cilíndrico paralelo: os raios de luz são paralelos entre si.



## Fontes de luz

Tudo o que pode ser detectado por nossos olhos e por outros instrumentos de fixação de imagens, como câmeras fotográficas, é a luz de corpos luminosos que é refletida de forma difusa pelos corpos que nos cercam.

Fontes de luz são todos os corpos dos quais se pode receber luz, podendo ser fontes primárias ou secundárias.

### Fontes primárias

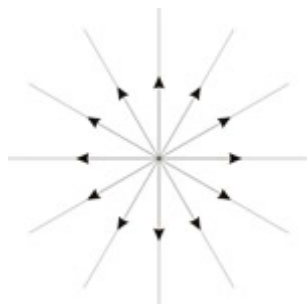
Também chamadas de corpos luminosos, são corpos que emitem luz própria, como, por exemplo, o Sol, as estrelas, a chama de uma vela, uma lâmpada acesa.

### Fontes secundárias

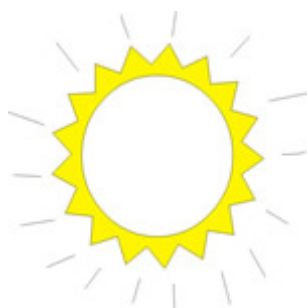
Também chamadas de corpos iluminados, são os corpos que enviam a luz que recebem de outras fontes, como, por exemplo, a Lua, os planetas, as nuvens, os objetos visíveis que não têm luz própria.

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

- pontual ou puntiforme: uma fonte sem dimensões consideráveis que emite infinitos raios de luz;



- extensa: uma fonte com dimensões consideráveis em relação ao ambiente.



## Meios de propagação da luz

Os diferentes meios materiais comportam-se de forma diferente ao serem atravessados pelos raios de luz, por isso são classificados em:

### Meio transparente

É um meio óptico que permite a propagação regular da luz, ou seja, o observador vê um objeto com nitidez através do meio. Exemplos: ar, vidro comum, papel celofane etc.

### Meio translúcido

É um meio óptico que permite apenas uma propagação irregular da luz, ou seja, o observador vê o objeto através do meio, mas sem nitidez.



## Meio opaco

É um meio óptico que não permite que a luz se propague, ou seja, não é possível ver um objeto através do meio.

## Fenômenos ópticos

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

### Reflexão

#### Reflexão regular

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

#### 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, e é responsável pela visibilidade dos objetos.

### Refração

A luz incide e atravessa a superfície, continuando a se propagar no outro meio. Ambos os raios (incidentes e refratados) são paralelos. No entanto, os raios refratados seguem uma trajetória inclinada em relação aos incididos. Ocorre quando a superfície separa dois meios transparentes.

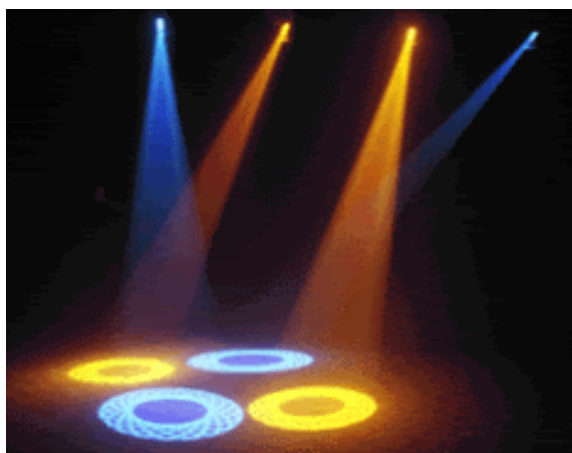
### Absorção

A luz incide na superfície, no entanto não é refletida e nem refratada, sendo absorvida pelo corpo, e aquecendo-o. Ocorre em corpos de superfície escura.

## Princípios da Óptica geométrica

### Princípio da independência dos raios de luz

Quando os raios de luz se cruzam, estes seguem independentemente, cada um a sua trajetória.



### Princípio da propagação retilínea da luz

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

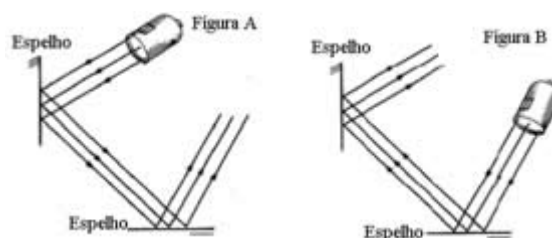
Um meio homogêneo é aquele que apresenta as mesmas características em todos os elementos de volume.

Um meio isótropo, ou isotrópico, é aquele em que a velocidade de propagação da luz e as demais propriedades ópticas independem da direção em que é realizada a medida.

Um meio ordinário é aquele que é, ao mesmo tempo, transparente, homogêneo e isótropo, como, por exemplo, o vácuo.

## Princípio da reversibilidade dos raios luminosos

Esse princípio diz que a trajetória seguida pelo raio de luz, em um sentido, é a mesma trajetória quando o raio de luz troca o sentido de percurso.



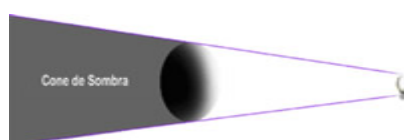
O raio percorre um caminho num sentido na figura A; e percorre o mesmo caminho em sentido oposto, na B.

Por exemplo, é em razão desse princípio que o motorista de um automóvel pode ver um passageiro que está sentado no banco detrás do carro e o passageiro pode ver o motorista utilizando o mesmo espelho.

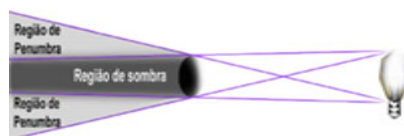
## Sombra e penumbra

Quando um corpo opaco é colocado entre uma fonte de luz e um anteparo é possível delimitar regiões de sombra e penumbra. A sombra é a região do espaço que não recebe luz direta da fonte. Penumbra é a região do espaço que recebe apenas parte da luz direta da fonte, sendo encontrada apenas quando o corpo opaco é posto sob influência de uma fonte extensa. Ou seja:

Fonte de luz puntiforme



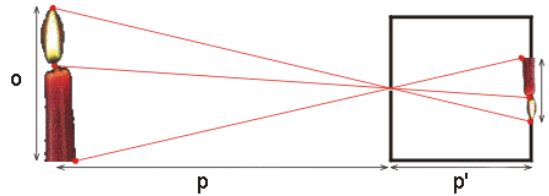
Fonte de luz extensa



## 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:

$$\frac{o}{i} = \frac{p}{p'}$$

Sendo esta conhecida como a Equação da Câmara Escura.

### EXERCÍCIOS

Com relação à óptica geométrica ou óptica física, julgue os itens a seguir.

- 01.** Na óptica geométrica a luz se propaga sempre em linha reta, mesmo para meios não homogêneos, razão pela qual só é possível explicar o efeito de miragens com o auxílio da óptica ondulatória.
- Certo ( )      Errado ( )
- 02.** A existência do arco-íris é explicada pela interferência da luz refletida nas gotas de água da atmosfera, do mesmo modo que as cores observadas nas asas das borboletas são explicadas pela interferência da luz refletida nas diferentes faces de suas asas.
- Certo ( )      Errado ( )
- 03.** Sob certas condições atmosféricas, é possível observar uma aréola colorida em volta da lua. Esse é um efeito causado pela refração da luz em gotículas de água da atmosfera terrestre. A borda externa da aréola é avermelhada, pois a luz vermelha refrata mais do que a azul, já que seu comprimento de onda é maior do que o da luz azul.
- Certo ( )      Errado ( )
- 04.** A luz, por ser uma energia radiante composta por ondas eletromagnéticas e se comportar como uma onda no espaço e, como uma partícula quando incide em uma superfície, possui algumas proposições básicas. Essas proposições são chamadas de princípios da óptica geométrica. Assinale a alternativa que apresenta esses princípios.
- a)** Propagação retilínea da luz, princípio da dependência da luz e princípio da irreversibilidade da luz.
  - b)** Propagação retilínea da luz, princípio da independência da luz e princípio da irreversibilidade da luz.
  - c)** Propagação oblíqua da luz, princípio da independência da luz e princípio da irreversibilidade da luz.
  - d)** Propagação oblíqua da luz, princípio da dependência da luz e princípio da irreversibilidade da luz.
  - e)** Propagação retilínea da luz, princípio da independência da luz e princípio da reversibilidade da luz.
- 05.** O feixe de luz é um ente que não tem existência real. Seu comportamento pode assumir diferentes formas ao atravessar ou não alguns materiais. Considere as seguintes afirmativas sobre o comportamento da luz com relação aos meios:



I. No meio transparente, a luz é refletida no sentido contrário de sua origem, como em um espelho.

II. No meio translúcido, a luz se propaga de forma irregular, de modo que o observador vê o objeto através do meio, mas sem nitidez, como o papel vegetal.

III. No meio opaco, a luz não se propaga, não sendo possível ao observador ver o objeto atrás, como uma cortina.

Estão corretas as afirmativas:

- a)* II, III.
- b)* I, II.
- c)* I, II, III.
- d)* I, III.
- e)* somente III.

### Gabarito

1-Errado

2-Errado

3-Errado

4-E

5-A