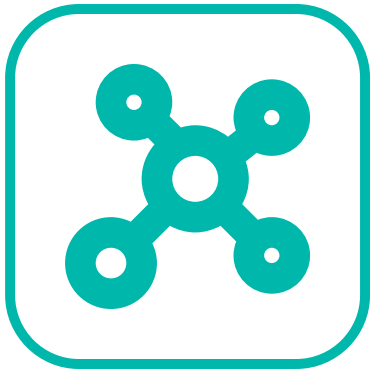
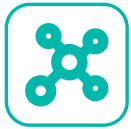


# GUIA DE SOBREVIVÊNCIA

Óptica





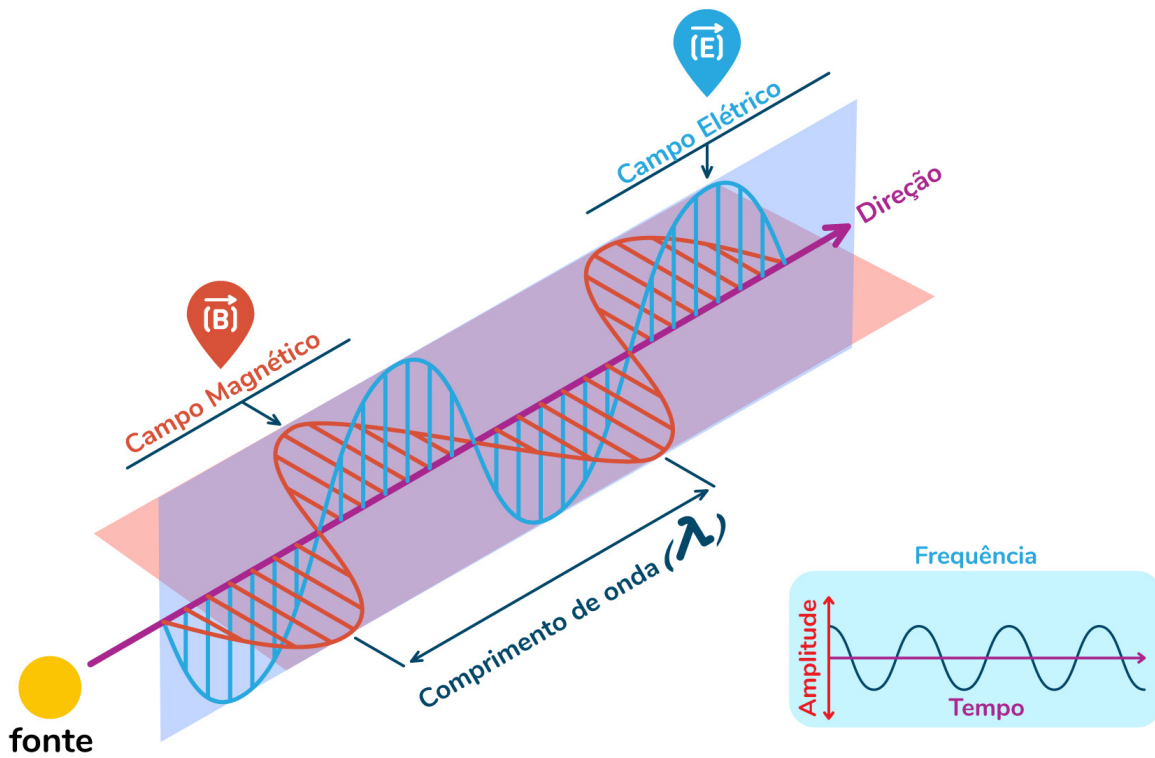
# GUIA DE SOBREVIVÊNCIA

**Óptica:** área da física que estuda o comportamento e as propriedades da luz e de outras ondas eletromagnéticas. A óptica é comumente dividida em duas subáreas: óptica física e óptica geométrica.

**Óptica física:** subárea da óptica que estuda a natureza das ondas eletromagnéticas e de

suas interações com os corpos (absorção, transmissão, reflexão).

**Onda eletromagnética:** tipo de onda que se propaga através de campos elétricos e magnéticos, ou seja, não necessita de um meio material para se propagar.



Óptica

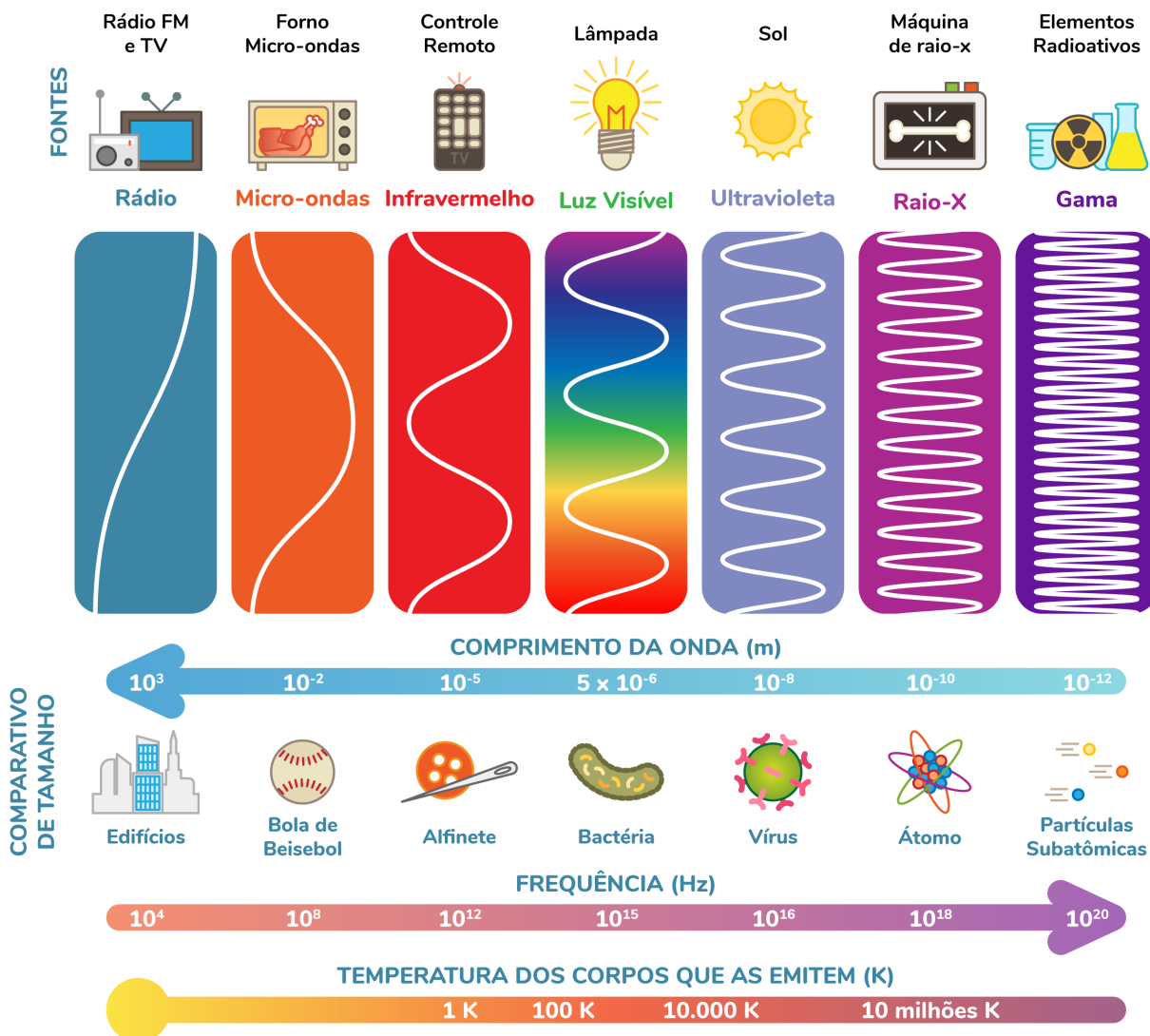
Com exceção disso, as ondas eletromagnéticas possuem as mesmas características fundamentais e participam dos mesmos fenômenos (reflexão, refração, interferência, difração, polarização, efeito doppler, etc) das ondas em geral. Então, caso necessário, revise essas características e fenômenos em nosso *Guia de Sobrevivência: Ondulatória*.

As principais ondas eletromagnéticas são: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-x e radiação gama. Todas essas ondas se movem com a mesma velocidade no vácuo: 300.000 quilômetros por segundo.

A forma mais simples de diferenciar as ondas eletromagnéticas é comparando as suas frequências ou comprimentos de onda.



**Espectro Eletromagnético:** representa o intervalo completo de todas as possíveis frequências de ondas eletromagnética. Confira esse espectro, em detalhes, na figura abaixo:



Óptica

Algumas relações que você deve lembrar são:

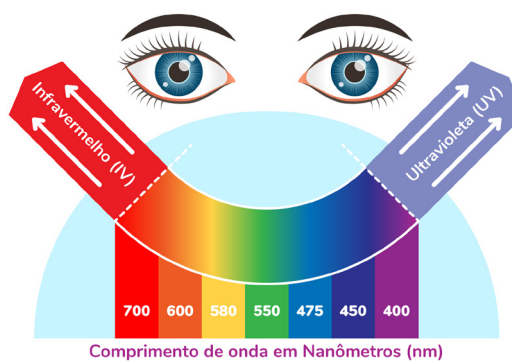
Quanto maior a frequência de uma onda, menor o seu comprimento de onda.

Quanto maior a frequência de uma onda, maior a energia por ela transportada.

Todos os corpos emitem ondas eletromagnéticas. Quanto maior for a temperatura do corpo, maior a frequência e a energia das ondas emitidas por ele.

**Espectro Visível:** nossos olhos são capazes de ver apenas uma pequena fração do espectro eletromagnético, essa fração é chamada de espectro visível e se estende entre, aproximadamente, 400 e 700 nm de comprimento de onda.

A cor de uma onda de luz visível depende unicamente da frequência (ou comprimento de onda) dessa onda, variando do vermelho (700 nm) ao violeta (400 nm).



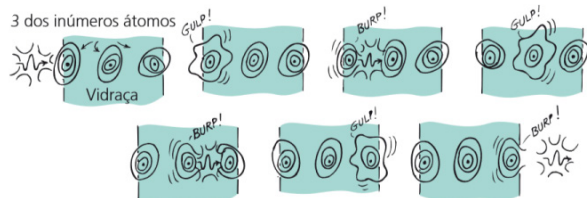
A luz branca não está representada no espectro acima pois essa é, na verdade, a soma de todas as cores visíveis. O preto por sua vez é a ausência de cores.



**Transmissão da luz:** no vácuo, a luz é transmitida normalmente com a velocidade de 300.000 quilômetros por segundo. No entanto, quando ela entra em contato com um meio material, as coisas mudam.

Os átomos que compõe a matéria costumam absorver a energia proveniente de ondas eletromagnéticas, vibrar e reemitir logo depois. Então, quando uma onda eletromagnética adentra um material, a sua passagem por esse depende de uma cadeia de absorções e reemissões.

Por exemplo, observe o que acontece quando a luz visível atravessa uma placa de vidro:



Como existe um curto intervalo de tempo entre cada absorção e reemissão, a velocidade da luz atravessando um material é menor do que no vácuo. Essa velocidade depende do tipo de material.

**Absorção:** em alguns casos, a onda eletromagnética pode ser absorvida pelo material e transformada em energia térmica. Na verdade, cada material possui uma faixa de frequências de onda “preferidas”, quando ondas eletromagnéticas dessas frequências atingem esse material, ele as absorve, impedindo-as de atravessar o material. Por exemplo, o vidro absorve ondas na faixa do ultravioleta, impedindo a sua passagem.

**Material transparente:** quando um material permite a passagem de ondas eletromagnéticas de uma certa frequência, dizemos que ele é transparente à aquela frequência de onda.

**Material opaco:** quando um material absorve as ondas eletromagnéticas de uma certa frequência, impedindo a sua passagem, dizemos que ele é opaco à essa frequência de onda.

**Reflexão:** existe também uma terceira possibilidade. O material pode reemitir ondas de uma certa frequência de volta para o meio de onde elas vieram, chamamos isso de reflexão. Quando vemos um objeto, na verdade, estamos vendo a luz refletida pelo objeto.

**Reflexão Seletiva:** como descrito anteriormente, ondas de luz visível com cores diferentes possuem frequências diferentes. Além disso, vimos que cada material reage de forma diferente a ondas de frequências diferentes: um material pode transmitir, refletir ou absorver cada frequência de onda.

Por exemplo, quando um material absorve todas as frequências de onda visíveis, com exceção da cor azul, e reflete apenas a frequência de cor azul, observamos ele como azul.

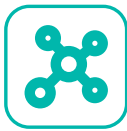
Quando um material reflete todas as frequências da luz visível, observamos ele como branco. Por fim, quando um material não reflete nenhuma frequência da luz visível, observamos ele como preto.

**Transmissão Seletiva:** ocorre quando um material é transparente para apenas uma faixa do espectro visível, ou seja, permite a passagem de parte do espectro, mas absorve o resto dele.

Na imagem abaixo, o vidro azul absorve todas as frequências de onda do espectro visível, com exceção do azul, permitindo a transmissão dele:

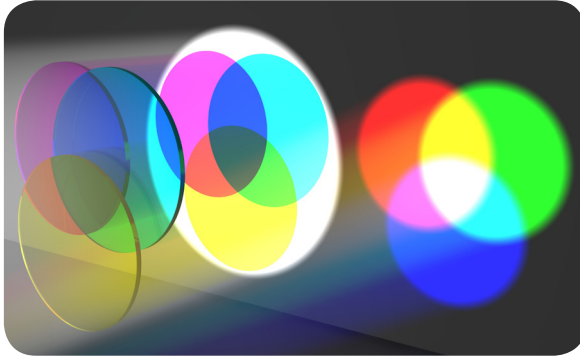


Apesar de a luz que incide do lado esquerdo do vidro possuir todas as frequências de onda, a pessoa do lado direito do vidro observará apenas a cor azul.



**Cores primárias aditivas:** quando um objeto reflete ou transmite mais de uma cor, existe uma superposição de cores. Como vemos, quando a luz de todas as cores é misturada, elas formam a cor branca.

O mesmo acontece quando as luzes verde, azul e vermelha se misturam:

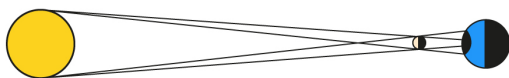


Outras combinações de cores luminosas estão descritas abaixo:

Vermelho + Verde = Amarelo  
 Verde + Azul = Ciano  
 Azul + Vermelho = Magenta  
 Vermelho + Verde + Azul = Branco

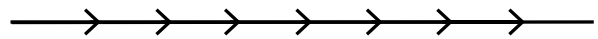
Na verdade, essas cores recebem um nome especial: cores primárias aditivas. Isso acontece, pois, apenas variando as proporções dessas cores, conseguimos produzir qualquer outra cor do espectro visível.

**Sombra:** região onde os raios de luz visível não conseguem chegar pois foram bloqueados por algum corpo não transparente a eles. É isso que acontece nos eclipses solares, a luz do sol é impedida pela lua de chegar até nós:



**Óptica geométrica:** subárea da óptica que descreve fenômenos ópticos através de raios luminosos. Esse estudo se baseia em três princípios fundamentais: propagação retilínea, independência e reversibilidade.

**Raios luminosos:** segmentos de reta que indicam a direção e sentido de propagação da luz.



**Princípio da propagação retilínea:** em meios homogêneos, a luz sempre se propaga em linha reta.

**Princípio da independência:** quando dois ou mais raios luminosos se cruzam, um não interfere na trajetória do outro, ou seja, ambos se comportam, individualmente, como se o outro não existisse.

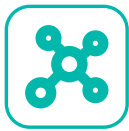
Observe na imagem abaixo como as luzes de espetáculos se propagam em linha reta e não interferem nas trajetórias umas das outras:



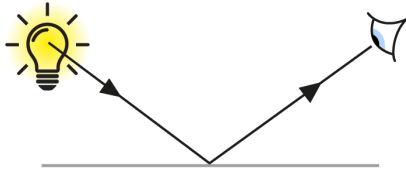
**Princípio da reversibilidade:** a trajetória de um raio luminoso não depende do seu sentido de propagação, ou seja, o caminho de ida é idêntico ao caminho de volta. Um exemplo disso está indicado na figura abaixo:



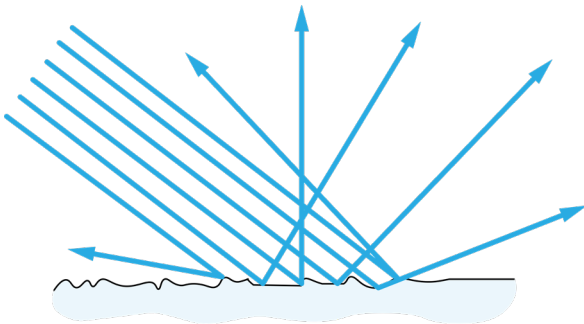
**Reflexão:** quando uma onda encontra um obstáculo e retorna ao seu meio de propagação original. Existem dois tipos de reflexão, dependendo da superfície onde ela ocorre: regular ou difusa.



**Reflexão especular:** ocorre em superfícies polidas, como espelhos. Nesse caso, raios de luz que incidem com uma mesma inclinação, são refletidos todos em uma mesma direção.

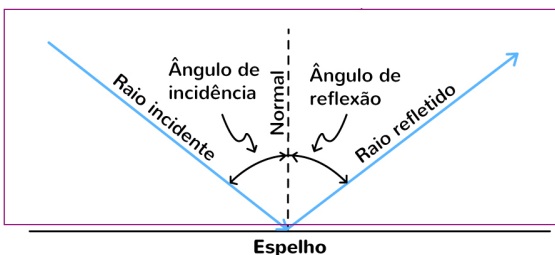


**Reflexão Difusa:** ocorre em superfícies rugosas. Nesse caso, raios que incidem com uma mesma inclinação podem ser refletidos em diversas direções diferentes:



**Leis da reflexão:** existem duas leis fundamentais da reflexão:

- **Primeira lei da reflexão:** o raio incidente, a normal e o raio refletido pertencem todos ao mesmo plano.
- **Segunda lei da reflexão:** O ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão:



**Formação de imagens:** a imagem formada por fenômenos ópticos (como refração ou reflexão) pode ser:

- **Direta ou invertida:** a imagem pode ter a mesma orientação do objeto real, sendo chamada de direta, ou pode ser invertida em relação ao objeto original.

- **Maiores, menores ou de mesmo tamanho:** a imagem gerada pode não ter o mesmo tamanho do objeto original, ou seja, pode ser maior ou menor do que esse objeto.

- **Real, virtual ou imprópria:**

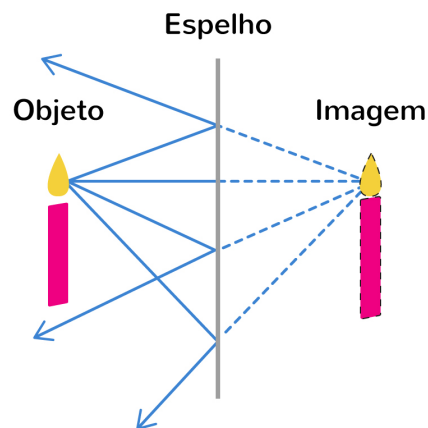
› **Imagem real:** imagem formada a partir do encontro real dos raios luminosos. Esse tipo de imagem pode ser projetado numa tela.

› **Imagem virtual:** imagem formada pelo prolongamento dos raios luminosos, ou seja, imagem formada atrás de um espelho. Esse tipo de imagem é o que vemos nos espelhos planos e não pode ser projetado em uma tela.

› **Imagem imprópria:** imagem que, na prática, não é formada. Ela seria formada pelo encontro de raios luminosos paralelos (no infinito).

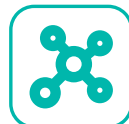
**Espelhos:** são superfícies refletoras e polidas, onde ocorre reflexão regular.

**Espelhos planos:** as imagens de objetos formadas em espelhos planos são virtuais, diretas e de mesmo tamanho.

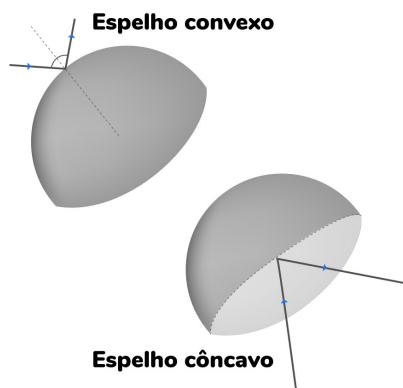


Observe como a imagem virtual é formada pelo prolongamento dos raios luminosos e não pelo seu encontro.

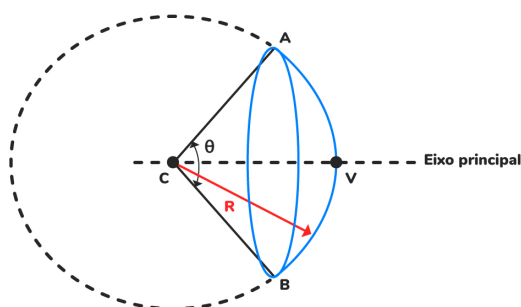
**Espelhos Esféricos:** os espelhos esféricos podem ser de dois tipos: côncavos ou



convexos. Imagine um espelho no formato de calota esférica. Quando a parte externa é refletora, temos um espelho convexo. Já quando a parte interna é refletora, temos um espelho côncavo.



Para entender os tipos de imagem formadas por espelhos esféricos, temos que definir alguns elementos que caracterizam esses espelhos:



- **Centro de curvatura do espelho (C):** centro da superfície esférica à qual a calota pertence.
- **Raio de curvatura do espelho (R):** raio da superfície esférica à qual a calota pertence.
- **Vértice do espelho (V):** polo (ponto mais externo) da calota esférica.
- **Eixo principal do espelho:** reta que passa pelo centro de curvatura e pelo vértice.
- **Eixo secundário do espelho:** qualquer reta que passa pelo centro de curvatura, mas não pelo vértice.
- **Ângulo de abertura ( $\theta$ ):** ângulo formado pelos dois eixos secundários

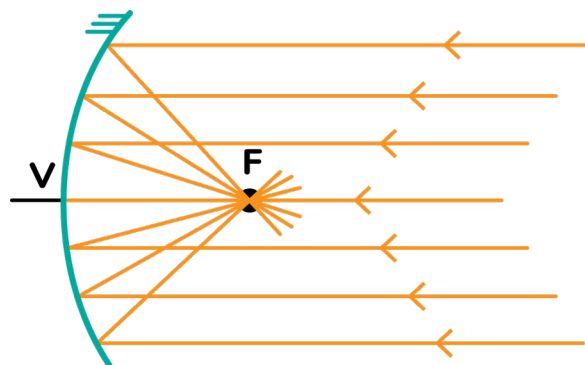
que cruzam os dois pontos mais externos da calota esférica.

**Espelho de Gauss:** em geral, espelhos esféricos distorcem as imagens nele refletidas. Porém, imagens nítidas podem ser formadas em alguns desses espelhos, chamados de espelhos de Gauss. Para que um espelho esférico possa ser considerado um espelho de Gauss, existem duas condições:

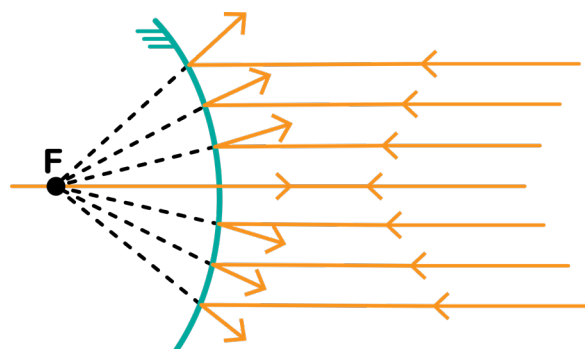
1. O ângulo de abertura do espelho deve ser pequeno: no máximo  $10^\circ$ .
2. Os raios de luz incidentes devem estar próximos do eixo principal e pouco inclinados em relação a ele.

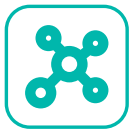
**Foco do espelho (F):** ponto importante localizado sobre o eixo principal. Para encontrar esse ponto em qualquer espelho, basta incidir sobre ele raios luminosos paralelos ao eixo principal.

Em um espelho côncavo, os raios refletidos convergem, se cruzando em um único ponto: no foco do espelho.



Já em um espelho convexo, os raios refletidos divergem. Porém, o prolongamento desses raios se cruza em um único ponto atrás do espelho: no foco do espelho.





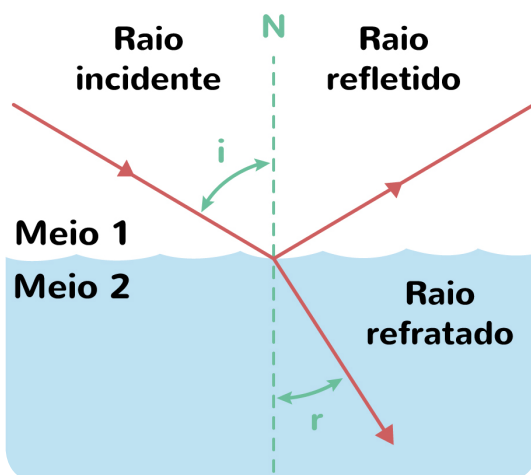
**Distância focal (f):** distância entre o foco (F) e o vértice (V) de um espelho esférico. É equivalente à metade do raio de curvatura (R) do espelho:

$$f = \frac{R}{2}$$

**Espelhos convexos:** são usados por fornecerem uma imagem reduzida, aumentando o campo de visão. A imagem formada nos espelhos convexos é sempre virtual, direta e menor do que o objeto, independentemente da posição do objeto em relação ao espelho.

**Espelhos côncavos:** nesses espelhos, as características da imagem formada dependem da posição do objeto em relação ao espelho. Existem 5 casos diferentes. Veja, em detalhes, cada um deles em nossa apostila de espelhos esféricos.

**Refração:** ocorre quando uma onda muda de meio de propagação. Como vimos, a velocidade das ondas depende do meio onde elas se propagam, logo, quando elas mudam de meio, a sua velocidade varia. Na maioria dos casos, essa mudança de velocidade faz com que a direção da onda seja alterada.



De forma análoga à reflexão, na refração, a normal e os raios incidente e refratado (e também o refletido) pertencem a um mesmo plano.

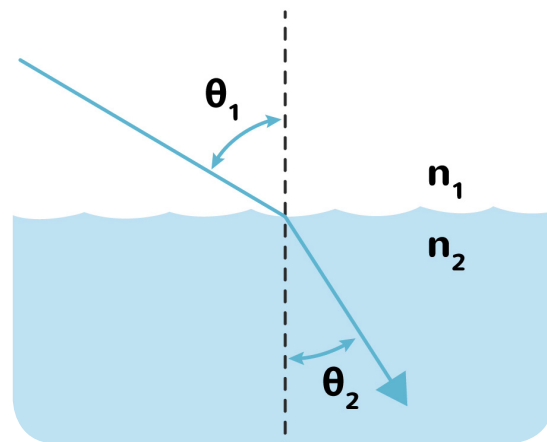
**Índice de refração (n):** razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz (v) em determinado meio material:

$$n = \frac{c}{v}$$

Dessa forma, quanto maior o índice de refração de um meio, menor a velocidade da luz nesse meio.

**Refringência:** característica que nos diz quão veloz é a luz em determinado meio material. Um meio é mais refringente quando seu índice de refração (n) é maior, ou seja, quando a luz se propaga por ele com uma velocidade (v) menor.

**Lei de Snell-Descartes:** o ângulo de incidência ( $\theta_1$ ) e o ângulo de refração ( $\theta_2$ ), medidos em relação à normal, são, em geral, diferentes e podem ser calculados a partir da seguinte fórmula:



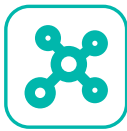
$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

Em que  $n_1$  e  $n_2$  são os índices de refração dos meios 1 e 2 respectivamente.

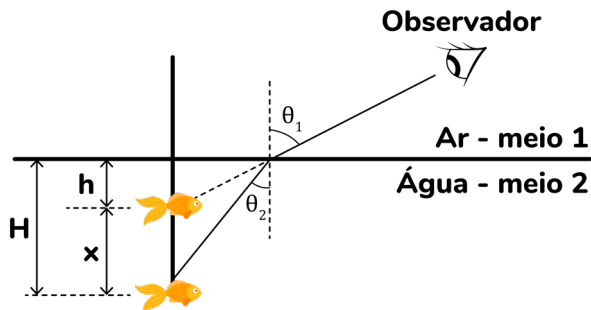
Note que, se  $\theta_1$  vale  $0^\circ$ ,  $\theta_2$  também vale  $0^\circ$ , ou seja, se o raio luminoso incidir perpendicularmente sobre a superfície, a direção do raio luminoso não será alterada ao mudar de meio.

**Dioptra plano:** sistema formado por dois meios materiais homogêneos e transparentes, onde a separação entre eles é uma superfície plana.





Quando um observador, localizado em um dos meios, vê um corpo localizado no outro meio, a profundidade real do corpo ( $H$ ) é diferente da profundidade aparente do corpo ( $h$ ):

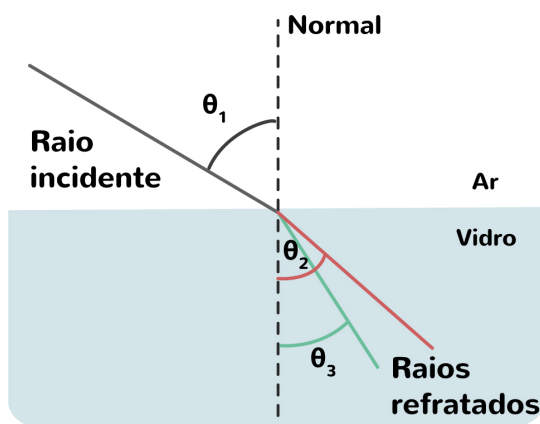


Essas profundidades podem ser relacionadas pela seguinte fórmula:

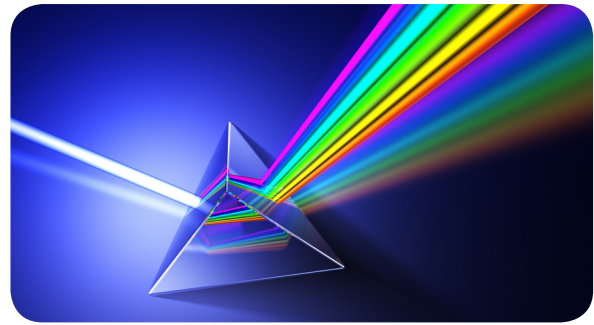
$$\frac{H}{h} = \frac{n_2}{n_1}$$

**Dispersão da luz:** a luz proveniente do sol é branca, ou seja, é composta por uma sobreposição de todas as cores do espectro visível. Cada uma das frequências do espectro visível possui uma velocidade diferente em meios materiais, logo, o índice de refração de um meio para ondas de diferentes frequências (diferentes cores) é diferente.

Sendo assim, as luzes de diferentes cores refratam com ângulos levemente diferentes ao passar do ar para o vidro, por exemplo:



Isso torna possível a separação da luz branca em suas cores componentes através de refrações:

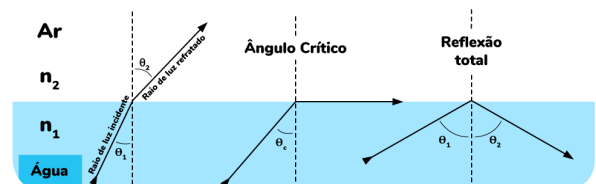


Esse fenômeno é conhecido como dispersão da luz.

**Reflexão Total:** fenômeno que ocorre quando um raio de luz, ao tentar passar para um novo meio de propagação, ao invés de refratar, é totalmente refletido, permanecendo no seu meio de propagação original.

Para que a reflexão total ocorra, existem duas condições:

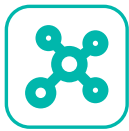
1. O meio material onde o raio luminoso tenta penetrar deve ter índice de refração menor do que o do meio de propagação original do raio, ou seja,  $n_2 < n_1$ .
2. O ângulo de incidência deve ser maior do que um ângulo crítico, que depende de ambos os meios materiais envolvidos.



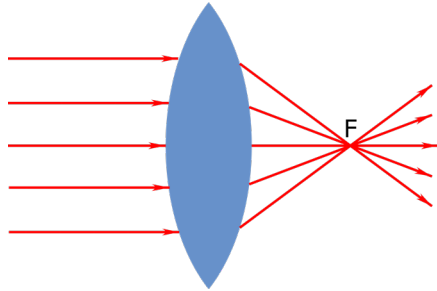
**Ângulo Crítico ( $\theta_c$ ):** ângulo mínimo para que possa ocorrer a reflexão total. Pode ser calculado através da fórmula:

$$\text{sen}(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$$

**Lentes:** dispositivos que funcionam devido à refração da luz. São utilizadas em diversos instrumentos ópticos: lupas, óculos, câmeras, etc. Em geral, o índice de refração das lentes é maior do que o índice de refração do meio externo a elas. As lentes podem ser divididas em convergentes e divergentes.



**Lentes convergentes:** lentes em que raios de luz que incidem, paralelamente ao seu eixo, convergem para um único ponto:



Existem 3 tipos de lentes convergentes:

- **Lentes biconvexas:** lentes convexas de ambos os lados.



- **Lentes plano-convexas:** lentes com um lado plano e o outro convexo.

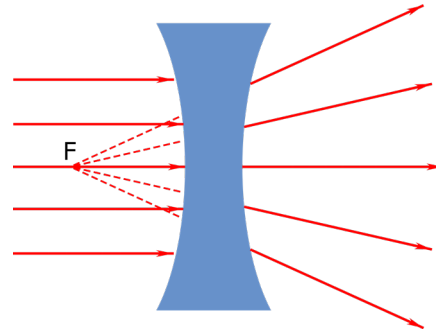


- **Lentes côncavo-convexas:** lentes com um lado côncavo e o outro convexo.



**Lentes divergentes:** lentes em que raios de luz que incidem, paralelamente ao seu eixo, divergem. O prolongamento dos raios

refratados parece ser emitido a partir de um ponto comum:



Existem 3 tipos de lentes divergentes:

- **Lentes bicôncavas:** lentes com ambos os lados côncavos.



- **Lentes plano-côncavas:** lentes com um lado plano e o outro côncavo.



- **Lentes convexo-côncavas:** lentes com um lado convexo e o outro côncavo.



Quer saber mais sobre lentes? Confira nossa apostila especializada no assunto.



**Biologia**  
PROF. PAULO JUBILUT *total*

- ✉ [contato@biologiatotal.com.br](mailto:contato@biologiatotal.com.br)
- f [/biologiajubilit](#)
- ▶ [Biologia Total com Prof. Jubilit](#)
- 📷 [@paulojubilit](#)
- 🐦 [@Prof\\_jubilit](#)
- p [biologiajubilit](#)
- ☎ [+biologiatotalbrjubilit](#)