



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Departamento de Ciências Exatas e Naturais

4- FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

Física para Ciências Biológicas

Prof. Roberto Claudino Ferreira

ÍNDICE

1. Conceito de Ondas.
2. Classificação das ondas.
3. Princípio da superposição.
4. Onda Harmônica Simples.
5. Teorema de Fourier.
6. Ondas Sonoras.
7. Ressonância.
8. Olho Humano.

OBJETIVO GERAL

Alcançar uma noção superficial a cerca de Ondas e Óptica assim como suas aplicações no entendimento de fenômenos biofísicos.

1 - O que é Onda

Onda, ou pulso de onda, é qualquer perturbação que se propaga no vácuo ou através de um meio e, durante a propagação, transmite energia aos pontos do meio.

1.1- Classificação das Ondas

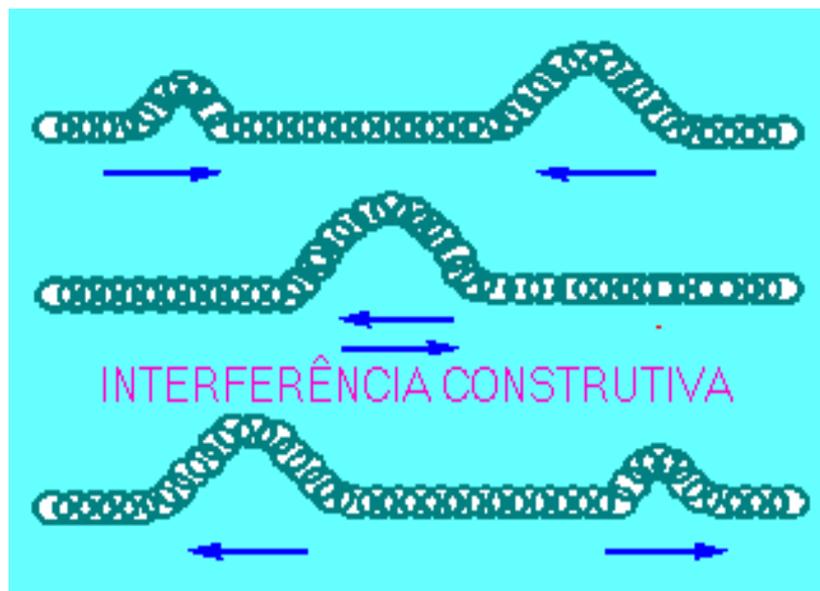
Quanto a natureza:

- 1. Mecânica:** São aquelas originadas pela deformação de uma região de um meio elástico e que, para se propagarem, necessitam de um meio material. Ex: Ondas do mar.
- 2. Eletromagnética:** São criadas a partir de cargas elétricas, que geram campos eletromagnéticos.
- 3. Onda de matéria:** Ondas produzidas por partículas elementares.

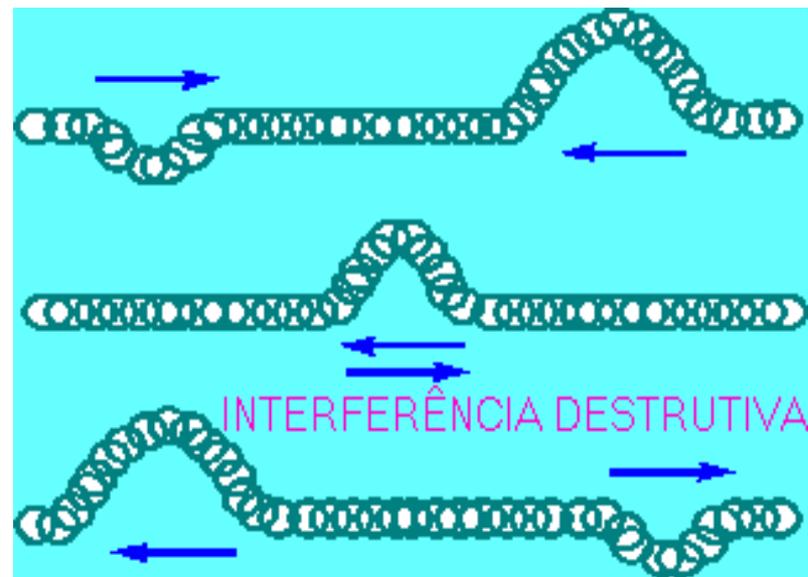
1.2 – PRINCÍPIO DA SUPERPOSIÇÃO

É a soma algébrica de duas ou mais ondas quando estas passam por um ponto em comum.

Superposição Construtiva

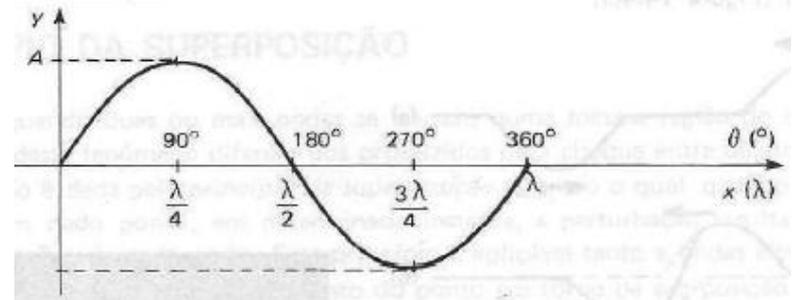
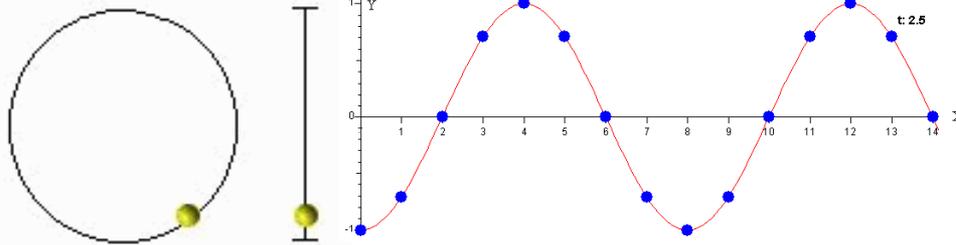


Superposição Destrutiva



1.3 – ONDA HARMÔNICA SIMPLES

Trata-se de um movimento periódico, repetitivo, ou seja oscilatório.



$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$$

Fase

tempo

Frequência Angular

Posição

Número de onda

Amplitude

Deslocamento

$$f = \frac{1}{T} \text{ (Hz)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ (rad/s)}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ (rad/m)}$$

$$v = \lambda f \text{ (m/s)}$$

1º Problema:

A equação de uma onda transversal progressiva numa corda é dada abaixo, na qual x e y são medidos em centímetros e t em segundos. Em relação a esta onda, determine:

$$y = 20\text{sen}[\pi(0,01x - 2,0t)]$$

- a) Amplitude;
- b) O comprimento de onda;
- c) A velocidade;
- d) A frequência da onda.

1.4 – VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA ONDA EM MEIOS ELÁSTICOS

Um meio elástico tende a preservar seu comprimento, forma e volume contra as forças externas.

Neste caso a velocidade de propagação da onda depende das características de elasticidade e da densidade do meio. Para ondas Longitudinais temos:

a) Numa corda:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Tensão em (N)
Densidade Linear (kg/m)
 $\mu = \frac{m}{l}$

b) Num fluido:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

Módulo Volumétrico (N/m²)
Densidade Volumétrica (kg/m³)
 $\rho = \frac{m}{V}$

c) Num sólido:

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

Módulo de Yung em (N/m²)
Densidade Volumétrica (kg/m³)
 $\rho = \frac{m}{V}$

2º Problema:

Qual a velocidade da onda numa corda de violão, cuja massa por unidade de comprimento é de $0,015 \text{ kg/m}$, na qual é aplicada uma tensão de 30 N ?

1.4 – TEOREMA DE FOURIER

Tem o propósito de analisar qualquer forma de onda como uma superposição de ondas senoidais de comprimento de onda e amplitudes específicas. As ondas individuais são as *componentes de Fourier*.

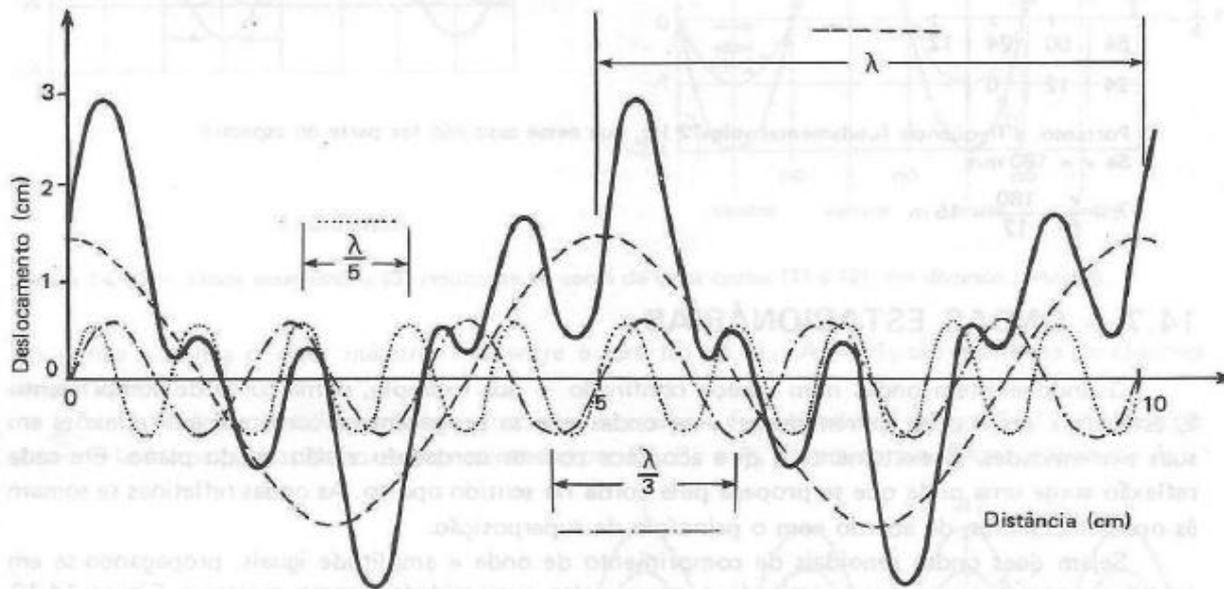


Figura 14.8 – Onda complexa, resultante da soma de três ondas senoidais.

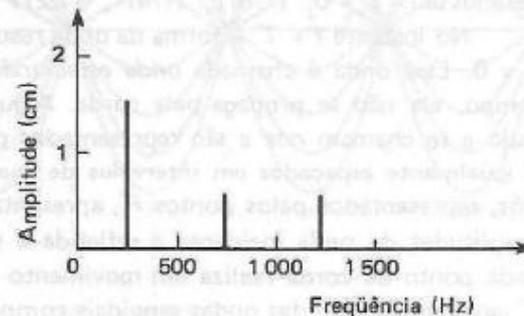


Figura 14.9 – Espectro de frequências.

3º Problema:

Uma onda periódica se compõe de três ondas senoidais de frequência 36, 60 e 84 Hz. Se a velocidade da onda for de 180 m/s qual será a menor distância em que a forma da onda se repete?

2 - ONDAS SONORAS

São ondas mecânicas longitudinais que podem se propagar em sólidos, líquidos e gases.

A intensidade: $I = \frac{Pot}{S}$ ou $I = 2\pi^2 f^2 A^2 \rho v$ em W/m^2 .

$$I = \frac{P_o^2}{2\rho v}$$

Nível sonoro em decibéis: $\beta = (10db) \log \frac{I}{I_0}$

$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ → Menor intensidade sonora detectada pelo ouvido humano.

$I = 1 \frac{W}{m^2}$ → Maior intensidade sonora detectada pelo ouvido humano.

4º Problema:

A intensidade máxima do som com frequência de 1000 Hz que o ouvido humano pode tolerar é de aproximadamente 1 W/m^2 .

- a) Qual é o deslocamento máximo horizontal dos elementos de volume de ar correspondente a essa intensidade?
- b) Calcule a amplitude da pressão.

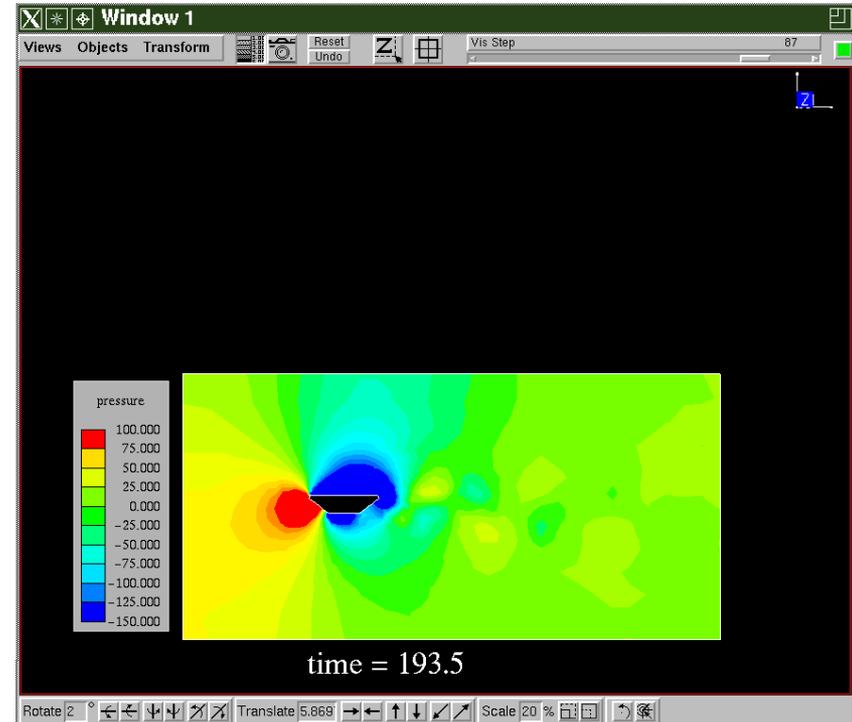
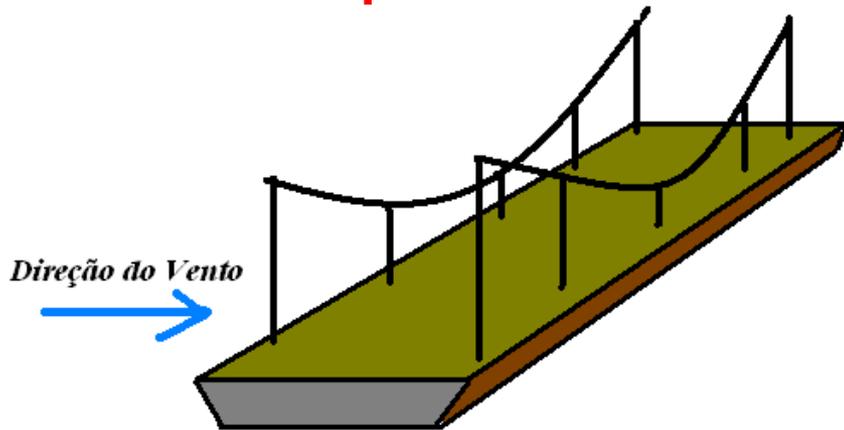
5º Problema:

Mostre os limites da faixa de nível audível da intensidade sonora em decibéis para o ser humano, sabendo que o ouvido humano pode detectar intensidades sonoras que vão de:

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2} \quad \text{até} \quad I = 1 \frac{W}{m^2}$$

2.1 - RESSONÂNCIA

Ocorre quando a frequência angular natural (ω) coincide com a frequência angular da força externa (ω_e). ($\omega = \omega_e$). Dando valores máximos para a velocidade e a amplitude.

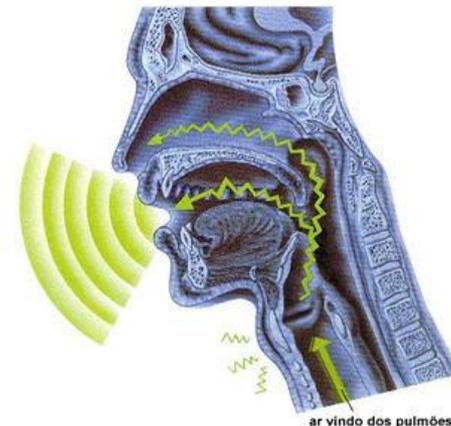


Ponte de Tacoma (1940)

2.2 – FONAÇÃO E AUDIÇÃO

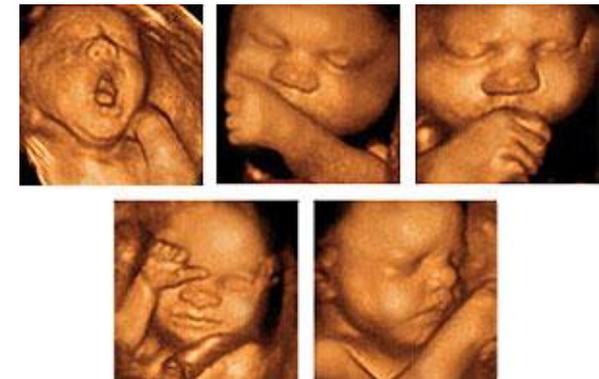
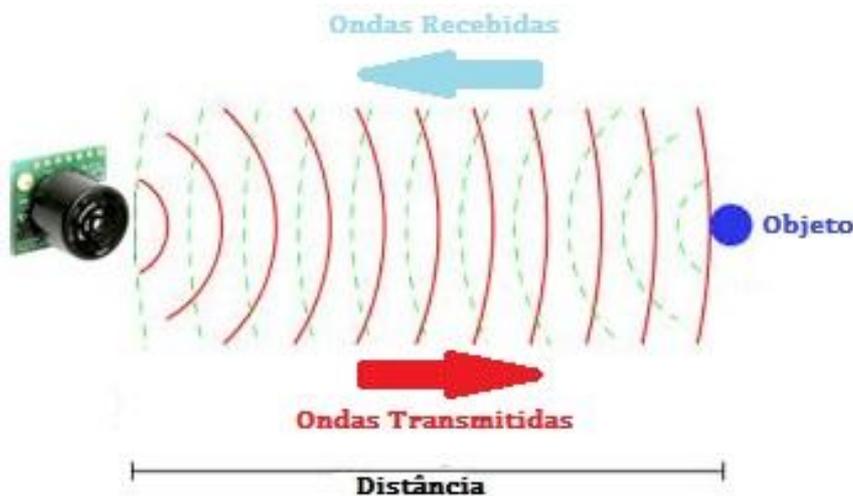
A **fonação** envolve **centros de controle do córtex cerebral**, **funções mecânicas** para a produção de um som audível (voz) e o controle desse som para produzir um fonema definido.

A **audição** recebe e converte através das **células ciliadas (sensores)**, as pequenas vibrações do meio em estímulos para as **células nervosas e o córtex auditivo**.



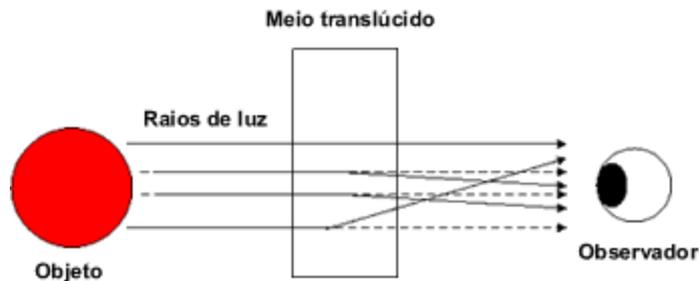
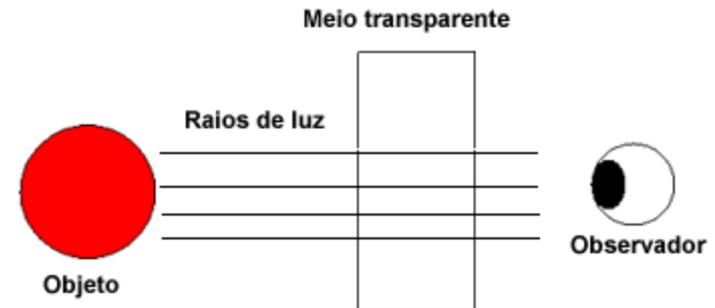
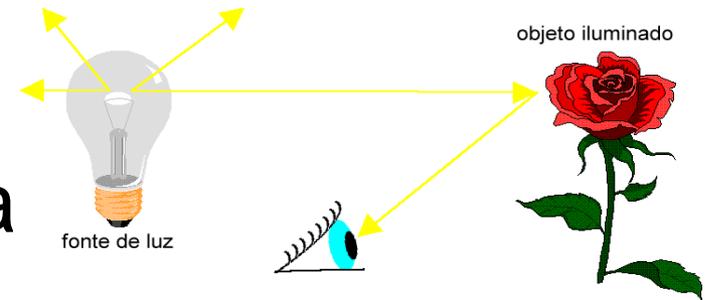
3 – ULTRA-SOM NA MEDICINA (Imagens)

Princípio de Funcionamento: Um **transdutor** (equipamento que converte um tipo de energia em outro, através de um material chamado piezo elétrico), **converte eletricidade em ondas ultrassônicas e vice-versa, as ondas incidem em um meio de separação entre tecidos que as refletem de volta e são lidas pelo transdutor.**



4 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

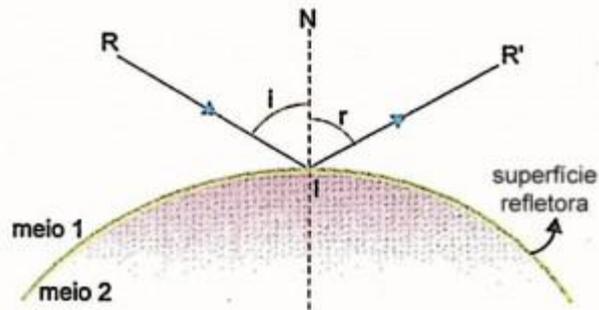
- Fontes de luz própria;
- Fontes de luz secundária
- Corpo opaco;
- Corpo transparente;
- Corpo translúcido;



4 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

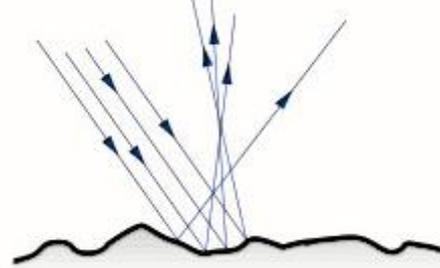
Reflexão da Luz

- Regular;



Difusão

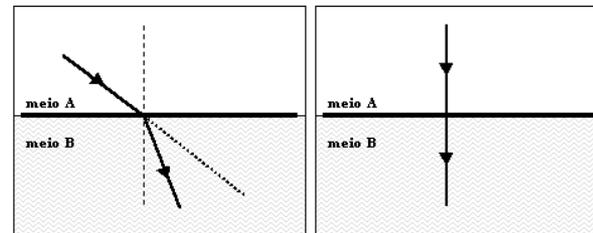
pg. 251 e 252



Refração da Luz

- Conceito;
- Meio dioptro;
- Índice de refração;

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

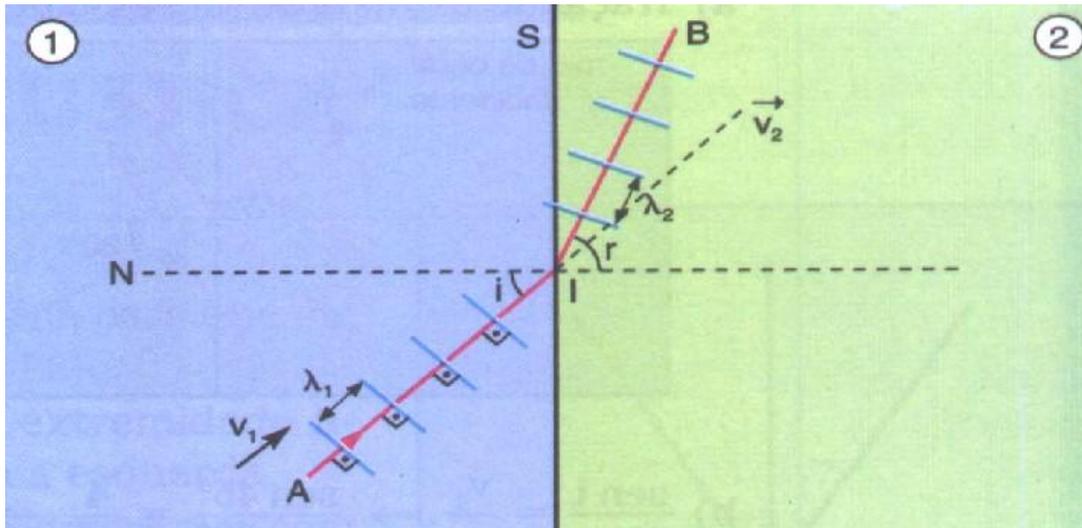


- Refringência;

4 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

Leis da Refração

- 1ª lei: As ondas incidentes e refratadas e a normal são coplanares.
- 2ª lei: Lei de Snell-Descartes.



$$\frac{\text{SEN } i}{\text{SEN } r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

- Pag. 253 e 254

6º Problema:

Um raio de luz monocromática se propaga no ar e atinge a superfície de um meio cujo índice de refração é n . Sabendo que ao ângulo de incidência 45° corresponde um ângulo de refração de 30° , determine n . Dado índice de refração do ar é 1.

4 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

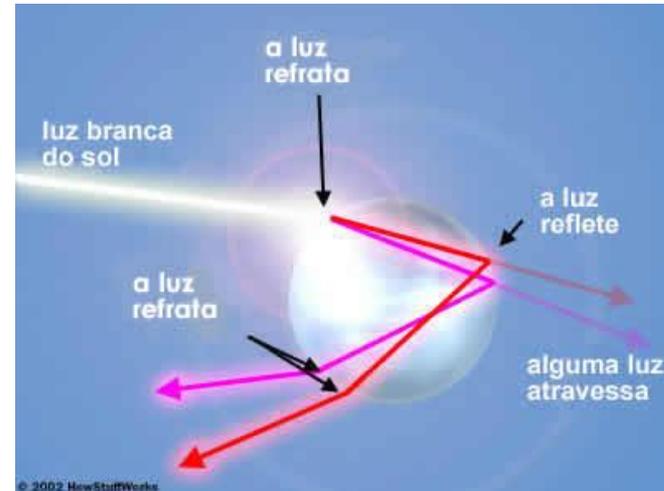
4.1 - Dispersão da Luz

- Trata-se da separação da luz branca em suas sete componentes;
- Isaac Newton foi o primeiro a dividir a luz branca em suas várias cores.



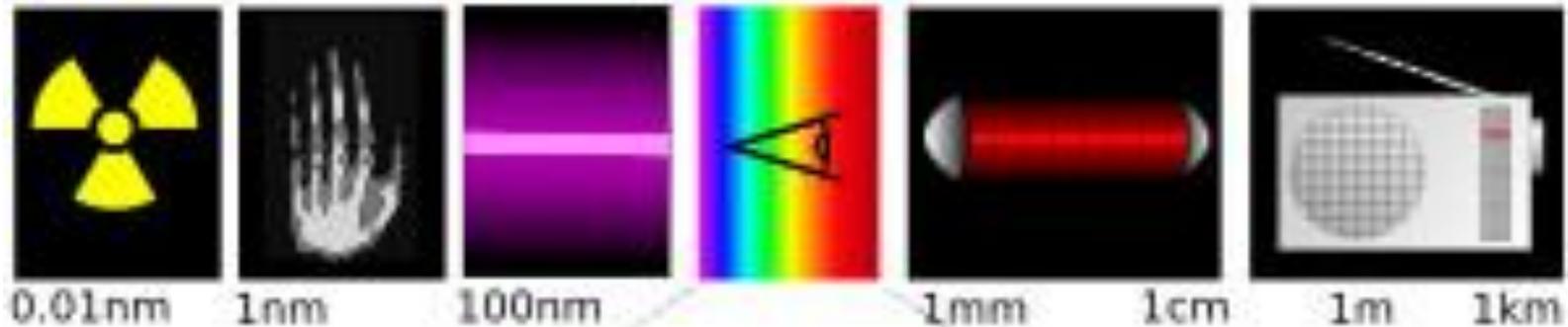
4 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

4.2 - Refração, Reflexão e Dispersão da Luz Exemplo: Arco-íris



4 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

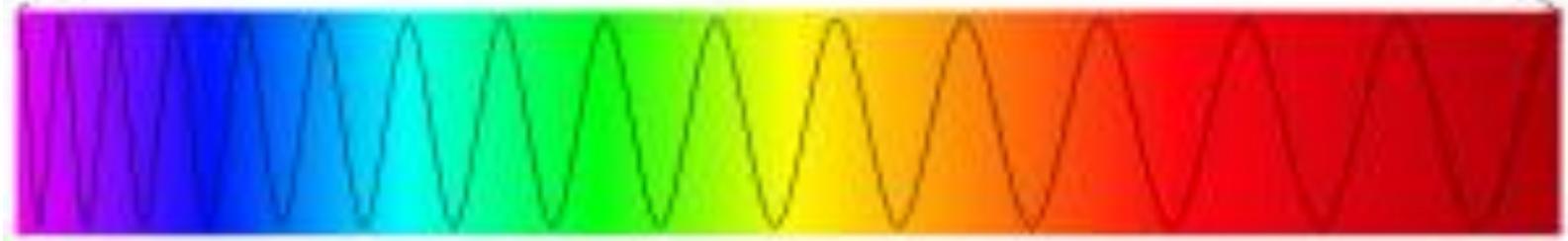
4.3 - Visão a Cores e o Espectro Eletromagnético pag. 268



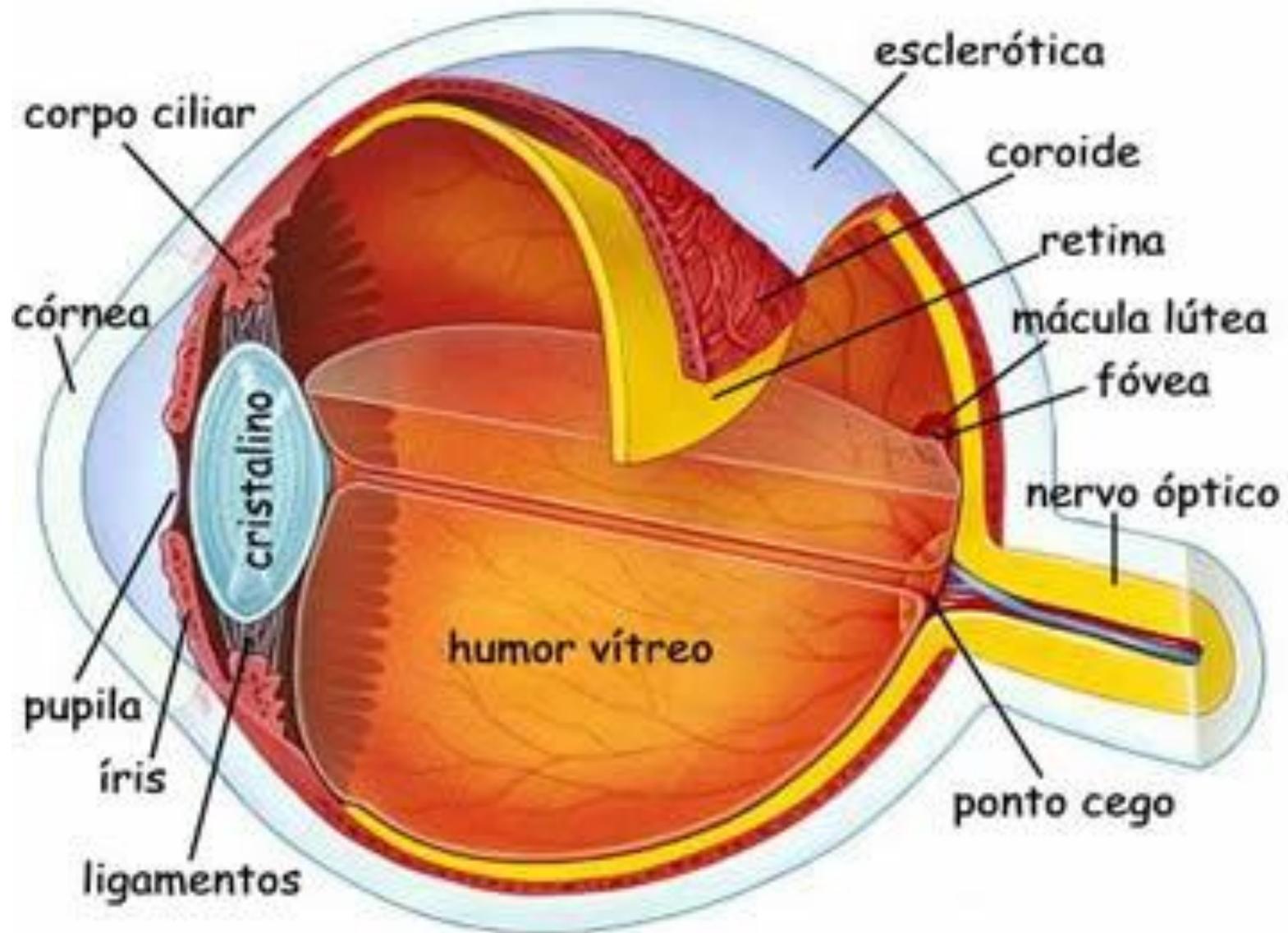
Espectro Visível

400nm

700nm

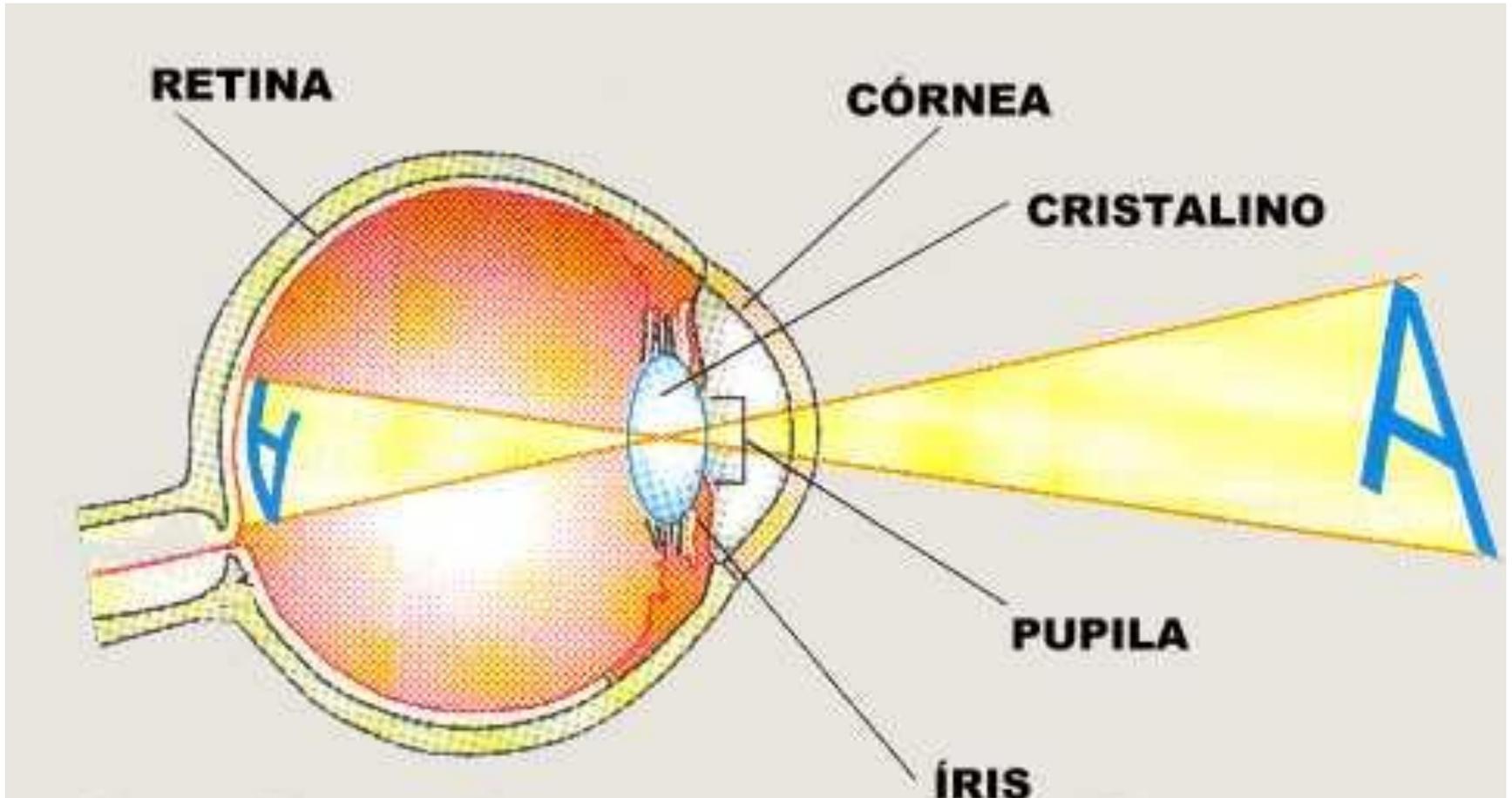


5 – O OLHO HUMANO



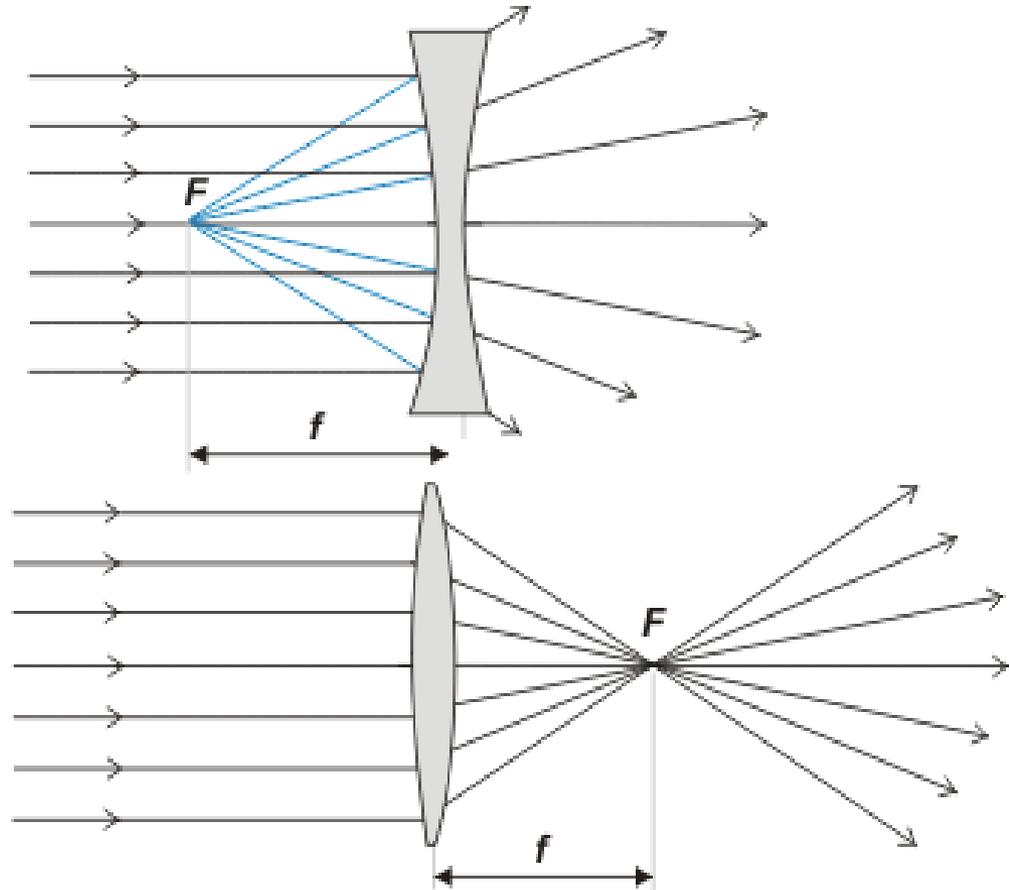
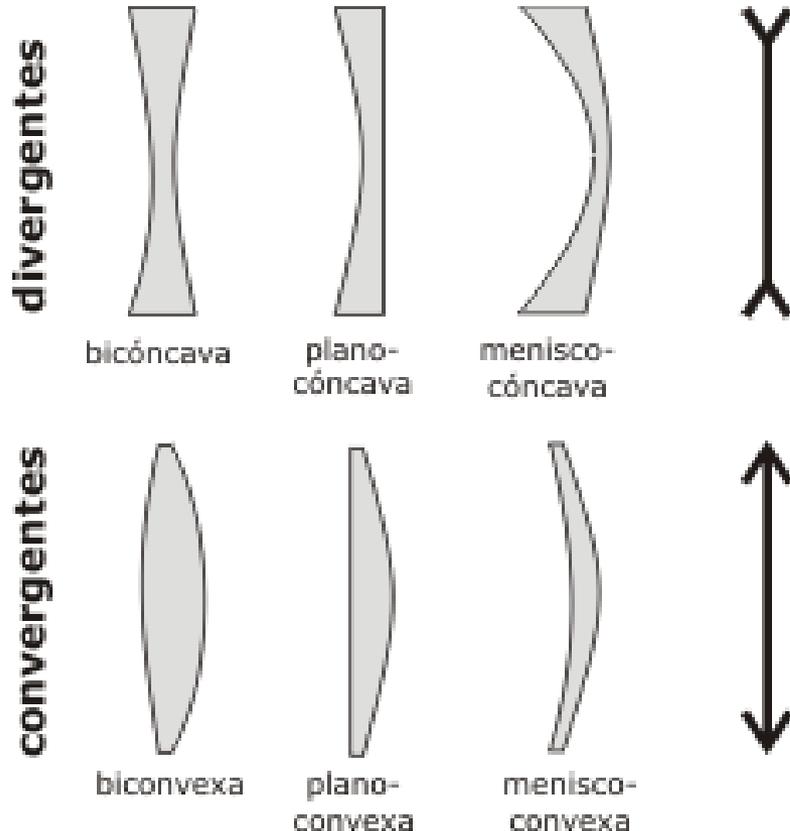
5.1 – A FORMAÇÃO DA IMAGEM

Parte do princípio de propagação retilínea da Luz.



5.2 – LENTES

Elemento que atua por refração, causando descontinuidade no meio de propagação inicial da luz.



5.2 – LENTES

5.2.1 – Instrumentos Ópticos

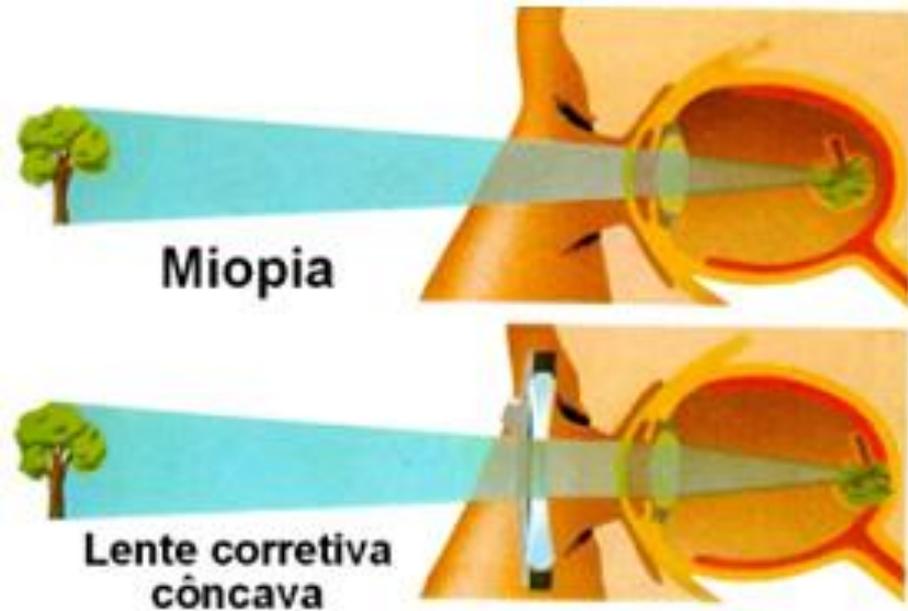
Equipamentos que fazem uso das lentes para ampliar, aproximar ou distanciar imagens.



5.3 – DEFEITOS DO OLHO HUMANO

5.3.1 - Miopia

A imagem se forma antes de chegar à retina.

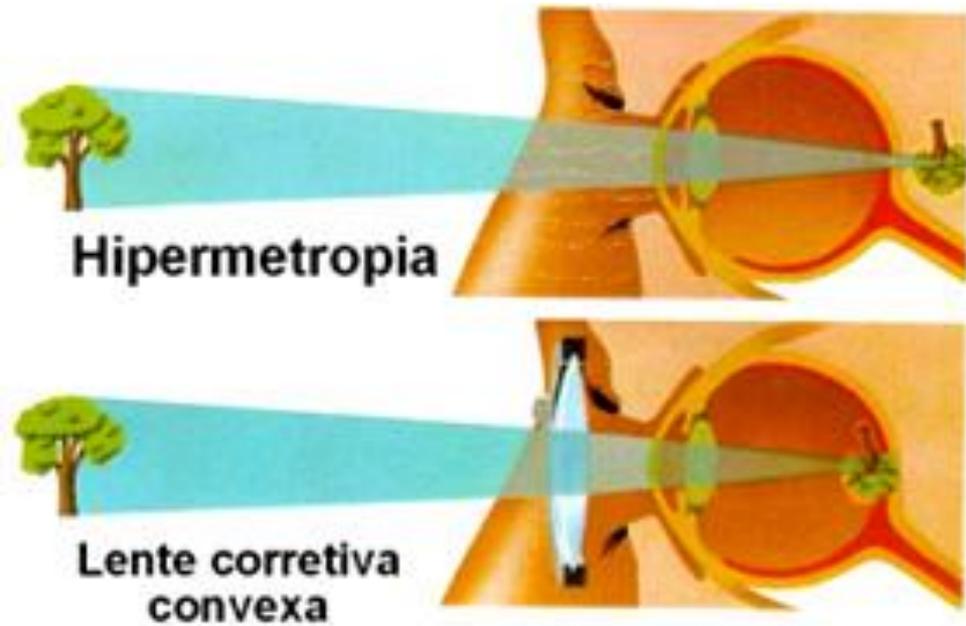


Tratamento com uso de lentes bicôncavas ou cirurgia.

5.3 – DEFEITOS DO OLHO HUMANO

5.3.2 - Hipermetropia

A imagem se forma após a retina.

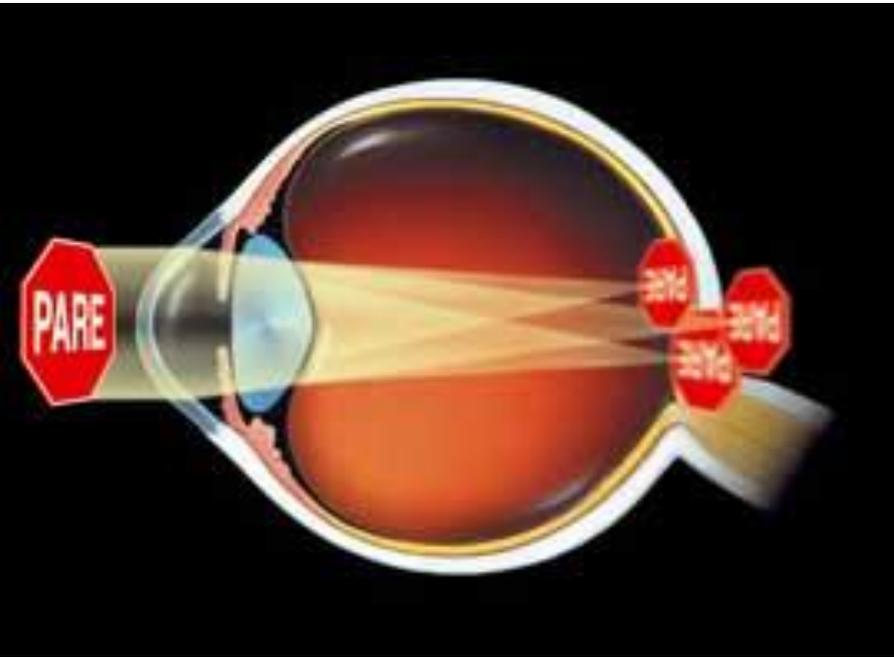


Tratamento com uso de lentes biconvexas ou cirurgia.

5.3 – DEFEITOS DO OLHO HUMANO

5.3.3 - Astigmatismo

A imagem se forma em vários focos.

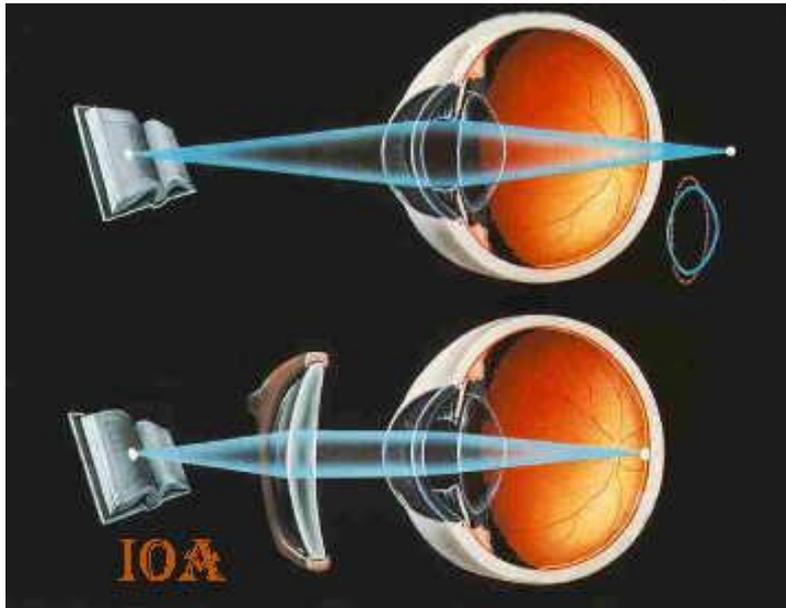


Tratamento com uso de lentes convexas ou cirurgia.

5.3 – DEFEITOS DO OLHO HUMANO

5.3.4 - Presbiopia

É causada, quando o cristalino, já não consegue mais se ajustar a sua forma e focalizar corretamente os objetos mais próximos.



Tratamento **com uso de lente convexa-côncava.**