

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Capítulo 3 – Reflexão da luz

- Relembrando a reflexão
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- Leis da Reflexão
- Espelhos Planos
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- Espelhos esféricos
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

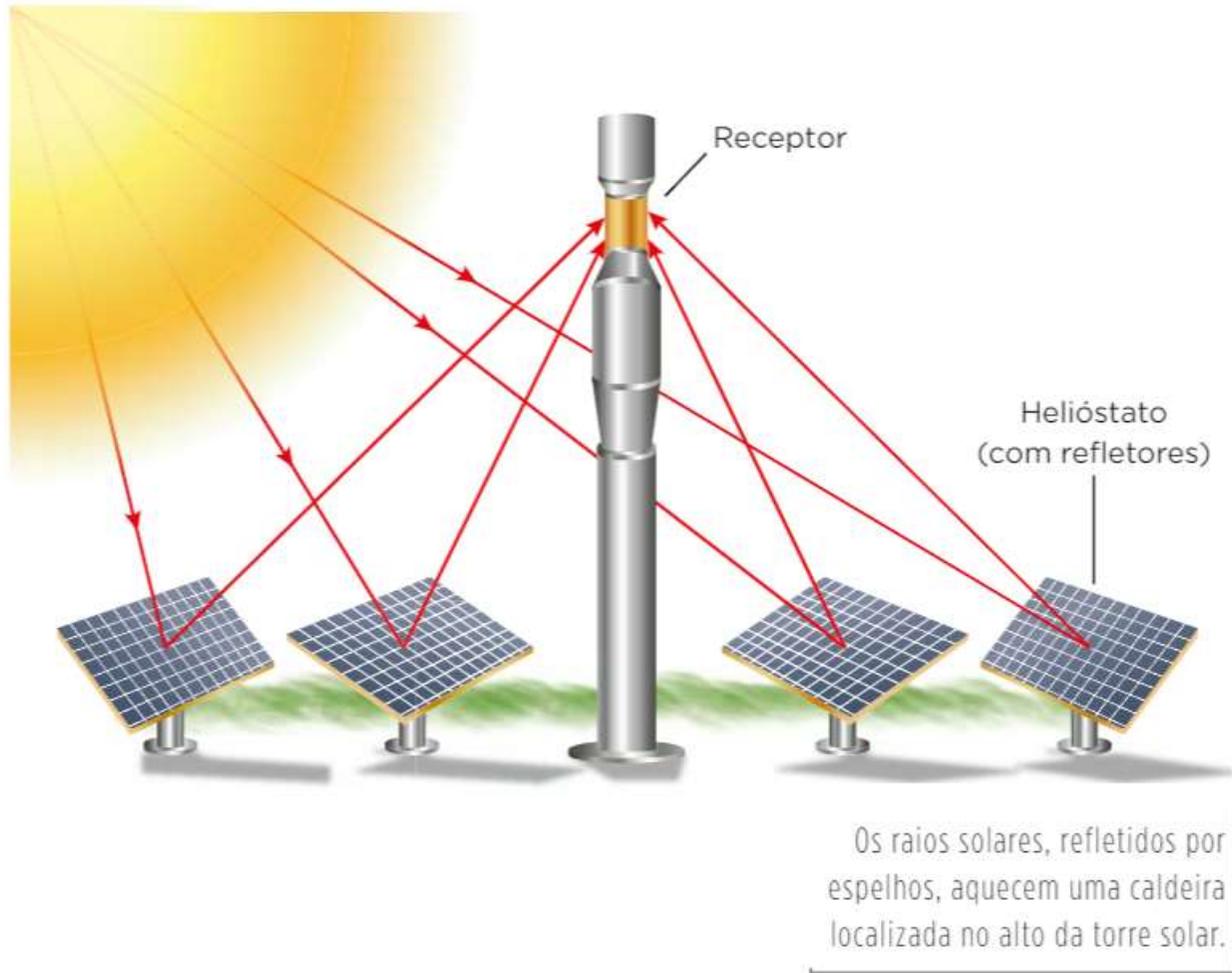


Na Usina de Ashalim, mais de 50 mil espelhos são programados para acompanhar a movimentação do Sol de modo a refletir luz sobre uma caldeira localizada no alto da torre, durante o maior tempo possível ao longo do dia.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

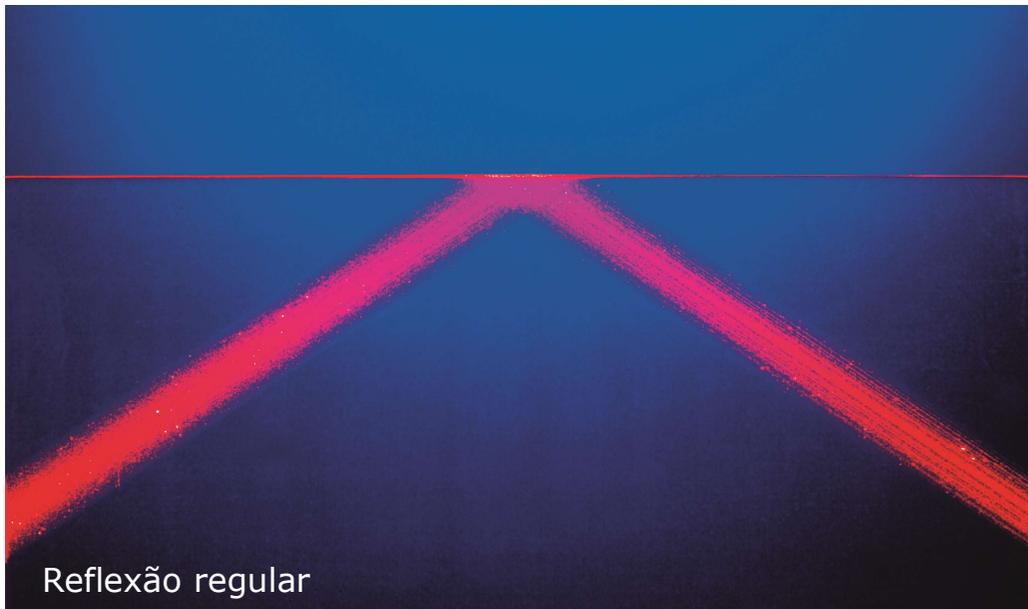
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Reflexão regular

As superfícies polidas refletem a luz de modo regular, ou seja, se um feixe de luz cilíndrico incide em uma superfície plana polida, o feixe de luz refletido também é cilíndrico.

A reflexão regular é responsável pela formação de imagens.



GIPHOTO/STOCK/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

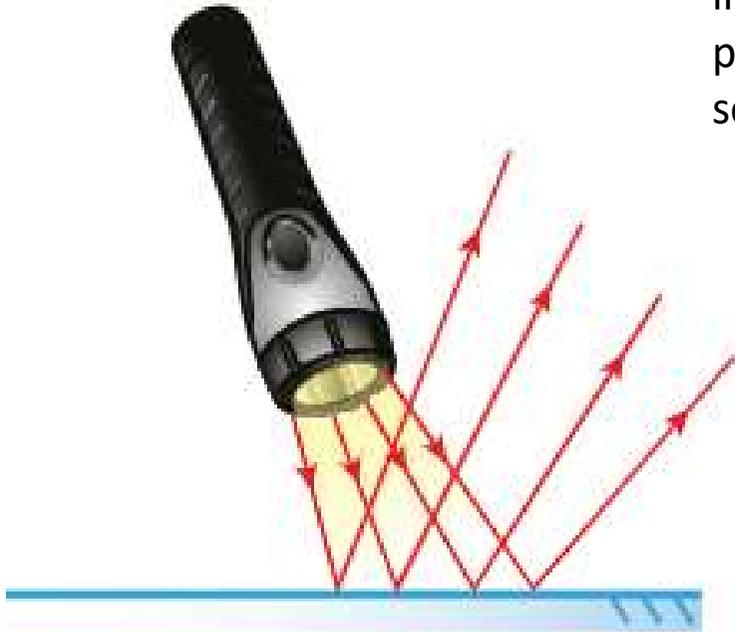
3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Reflexão regular e difusa

Quando raios luminosos incidem sobre uma superfície metálica, lisa e polida ocorre reflexão da luz, permanecendo no mesmo meio.

- Regular

Nesse fenômeno, uma grande parcela da luz incidente retorna ao meio original de propagação, mantendo a organização entre seus raios.



Reflexão especular ou regular é observada em superfícies metálicas, lisas e polidas (espelhos).

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

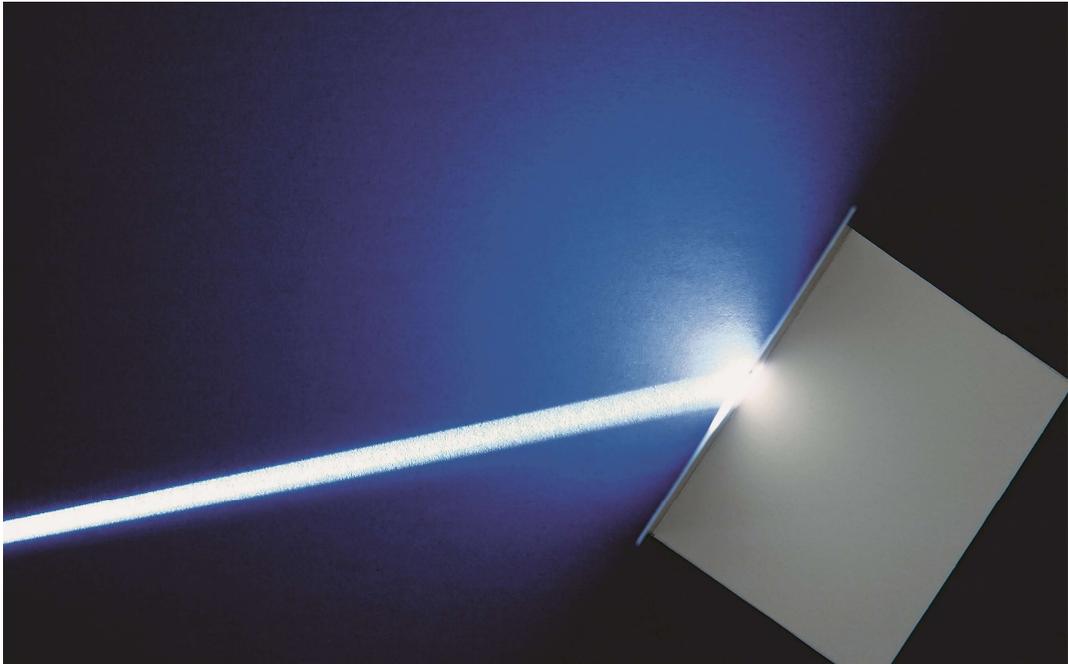
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Reflexão difusa

As superfícies não polidas refletem a luz de forma difusa, isto é, os raios refletidos perdem o paralelismo e se espalham em todas as direções.

A reflexão difusa permite a visualização dos objetos.



GIPHOTO/STOCK/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - **Reflexão difusa**
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

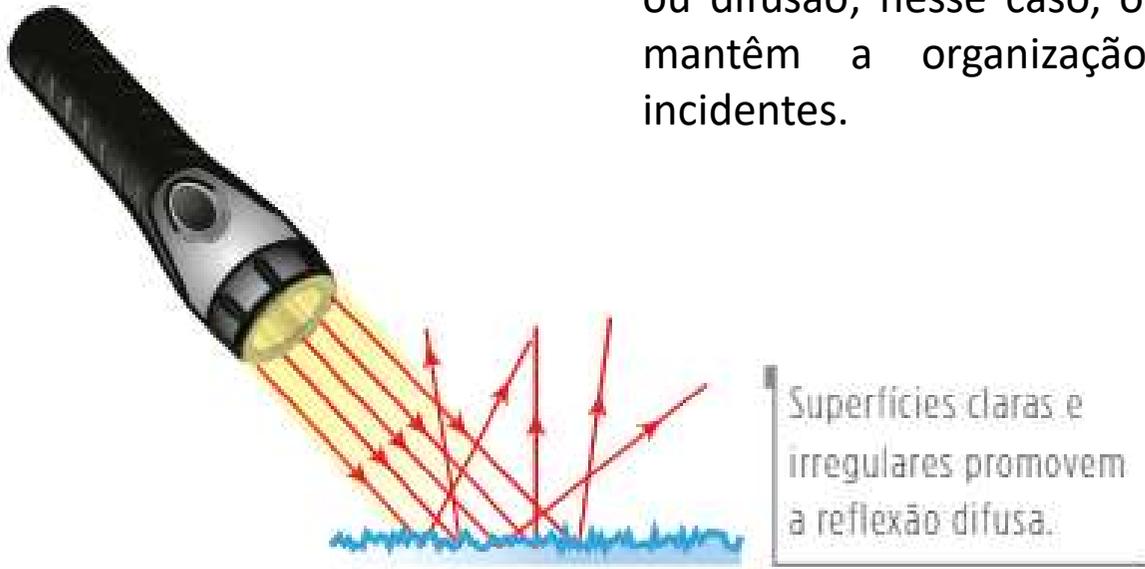
3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Reflexão regular e difusa

Quando raios luminosos incidem sobre uma superfície metálica, lisa e polida ocorre reflexão da luz, permanecendo no mesmo meio.

- Difusa

Quando raios luminosos incidem sobre uma superfície clara e irregular ocorre reflexão difusa ou difusão; nesse caso, os raios refletidos não mantêm a organização inicial dos raios incidentes.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

(ENEM PPL/2016) Algumas crianças, ao brincarem de esconde- esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas. Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos

- a) refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.
- b) geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.
- c) são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.
- d) refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.
- e) são atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.

Para um objeto ser observado, é necessário que neste reflitam raios de luz e que estes cheguem aos olhos do observador.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Cor de um corpo por reflexão

A cor que um corpo apresenta depende da luz monocromática ou policromática que nele incide e da luz que ele reflete difusamente.

Por exemplo, se um corpo iluminado pela luz do Sol apresenta-se azul é porque reflete difusamente a luz azul e absorve as luzes das demais cores.



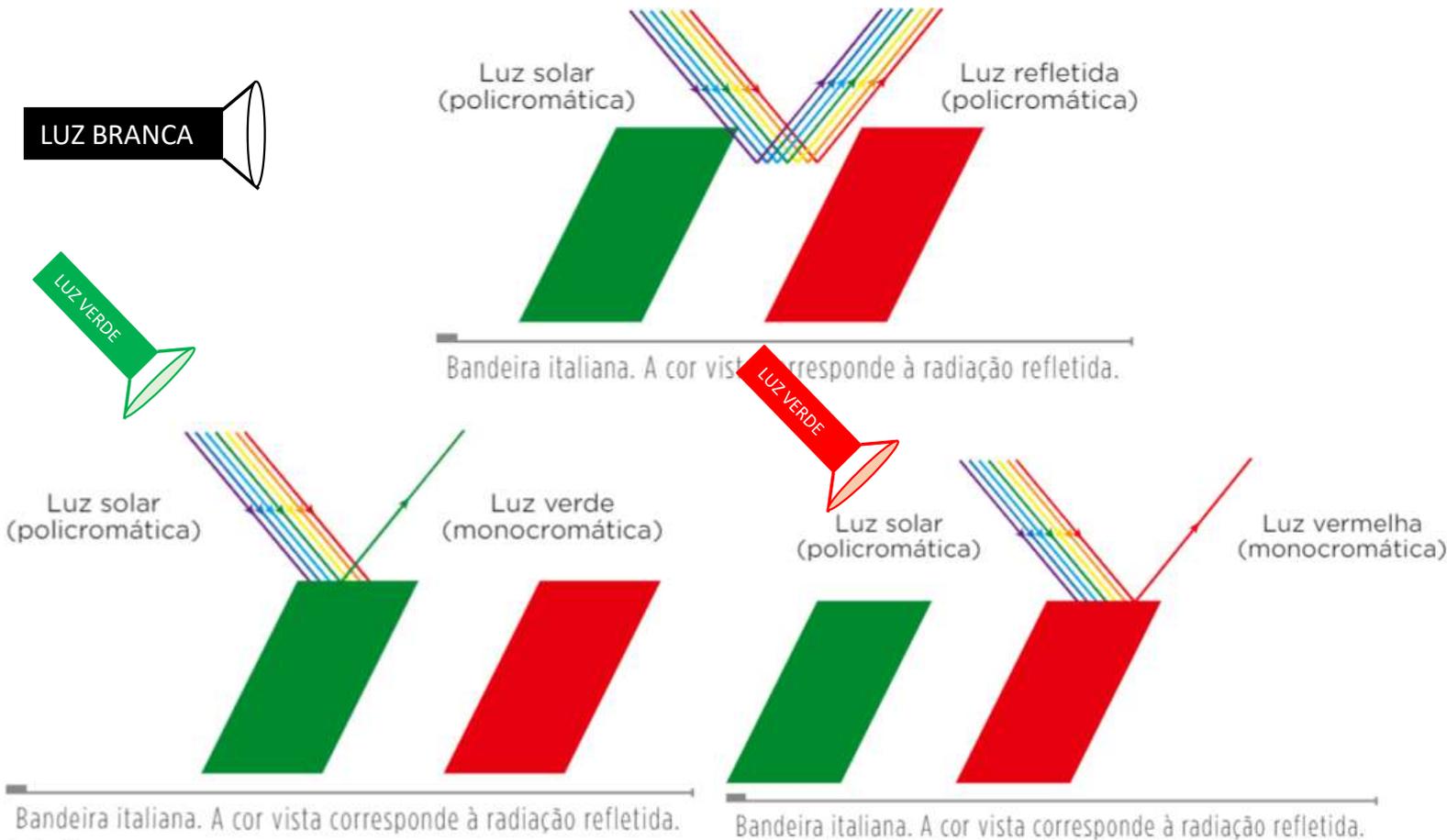
OLGA POPOVA/SHUTTERSTOCK

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - **Cor de um corpo por reflexão**
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Cor de um corpo por reflexão

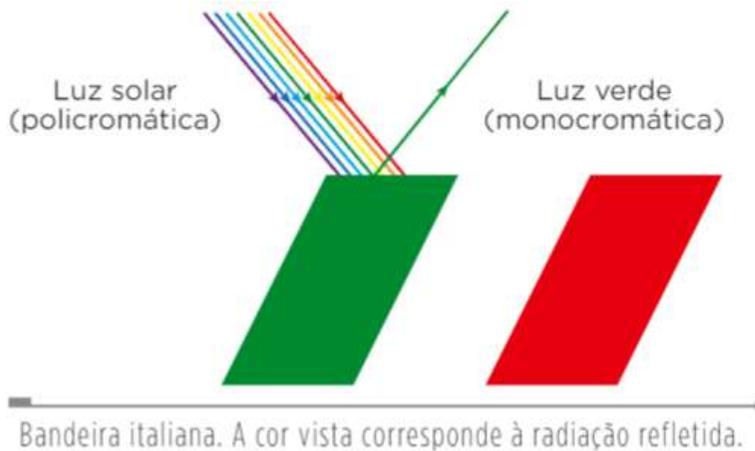


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - **Cor de um corpo por reflexão**
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

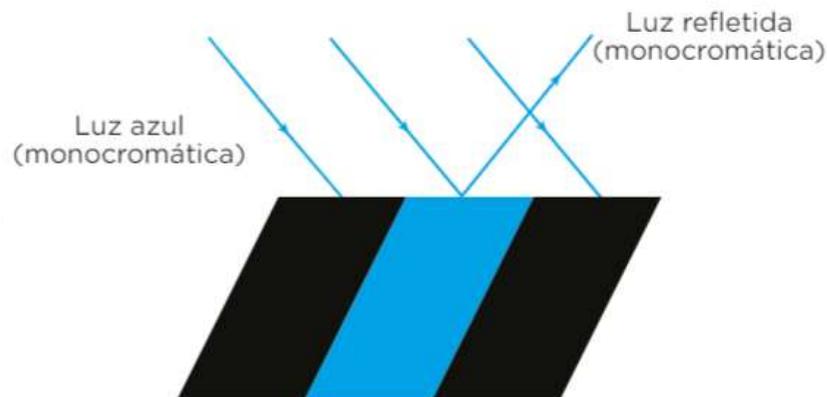
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Cor de um corpo por reflexão



A bandeira da Itália iluminada por luz monocromática azul aparenta ter faixas preta, azul e preta em vez de verde, branca e vermelha. Isso acontece porque nas faixas verde e vermelha a radiação é absorvida e na faixa central, a radiação é refletida.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - **Cor de um corpo por reflexão**
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Cor de um corpo por reflexão

(PUC-SP) Observe atentamente a imagem abaixo. Temos uma placa metálica de fundo preto sobre a qual foram escritas palavras com cores diferentes. Supondo que as cores utilizadas sejam constituídas por pigmentos puros, ao levarmos essa placa para um ambiente absolutamente escuro e a iluminarmos com luz monocromática azul, as únicas palavras e cores resultantes, respectivamente, que serão percebidas por um observador de visão normal, são:



- a) (PRETO, AZUL e VERMELHO) e (azul)
- b) (PRETO, VERDE e VERMELHO) e (preto e azul)
- c) (PRETO e VERMELHO) e (preto, azul e verde)
- d) (VERDE) e (preto e azul)

Ao iluminarmos a placa com luz monocromática azul, a cor azul será refletida nas palavras pintadas de branco, pois o branco reflete todas as cores, e na palavra pintada de azul. Com isso, enxergaremos as palavras “PRETO”, “VERDE” e “VERMELHO” e as cores preto e azul somente

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

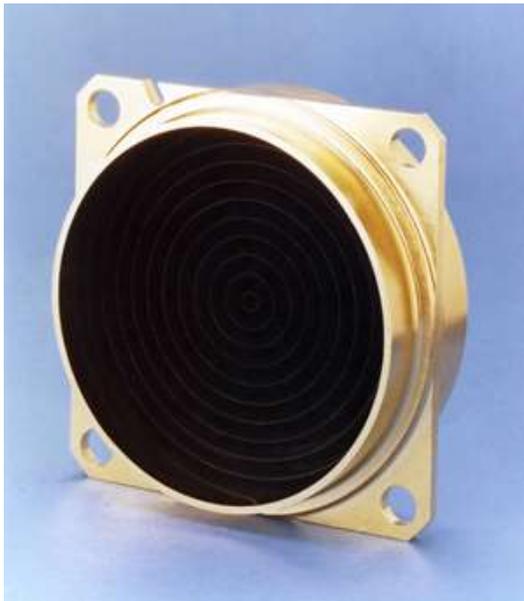
- Relembrando a reflexão
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- Leis da Reflexão
- Espelhos Planos
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- Espelhos esféricos
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.1 – Relembrando a reflexão

▪ Corpo negro

Um corpo que absorve todas as cores e não reflete nenhuma é um corpo negro. Já um corpo que, iluminado com luz branca, reflete difusamente todas as cores e não absorve nenhuma apresenta-se branco.



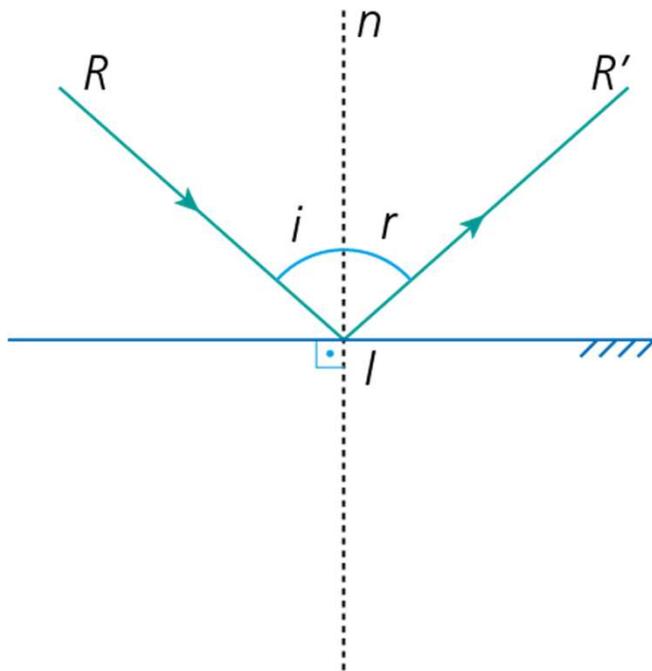
Reportagem disponível em:

<https://saense.com.br/2015/11/arabes-criam-o-material-mais-negro-da-historia/>

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - **Corpo negro**
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.2 – Leis da Reflexão



R é o raio de luz incidente

R' é o raio de luz refletido

n é a reta normal pelo ponto de incidência I

i e r são os ângulos de incidência e de reflexão

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

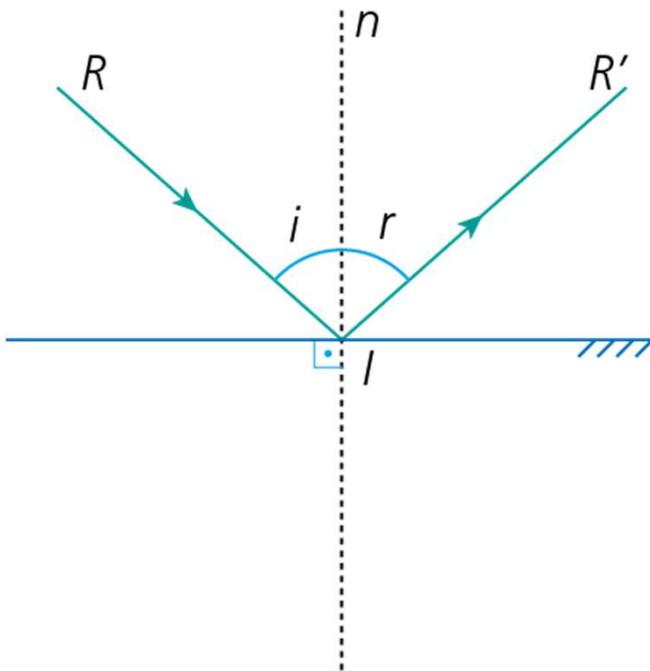
- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.2 – Leis da Reflexão

▪ 1ª Lei da Reflexão

O raio de incidência, a reta normal e o raio refletido estão contidos no mesmo plano (são coplanares).



- ÓPTICA GEOMÉTRICA
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- Lembrando a reflexão
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- Leis da Reflexão
- Espelhos Planos
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- Espelhos esféricos
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

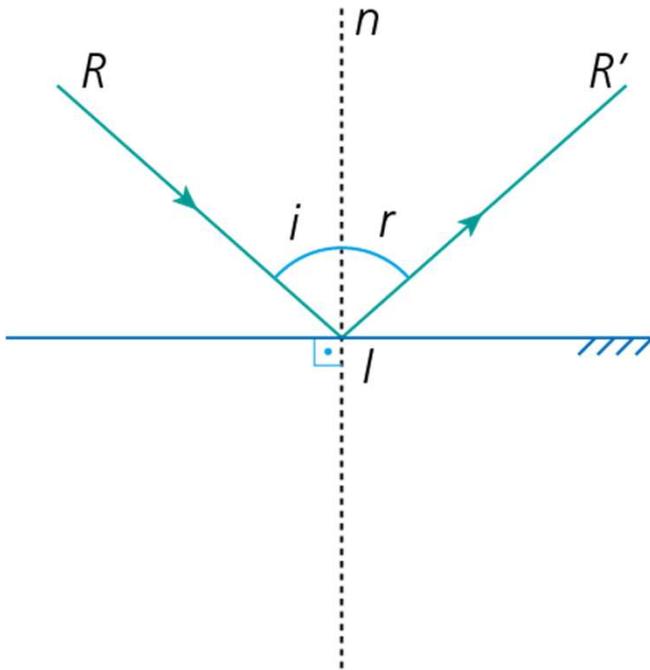
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.2 – Leis da Reflexão

▪ 2ª Lei da Reflexão

O ângulo de reflexão e o ângulo de incidência são iguais:

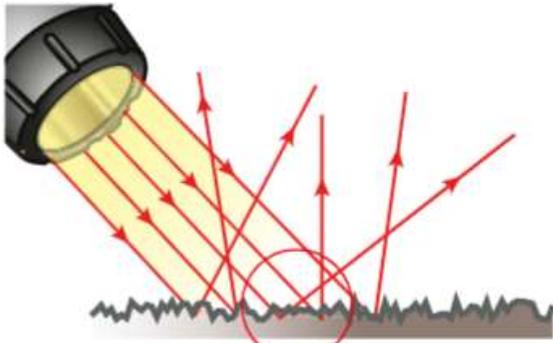
$$r = i$$



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

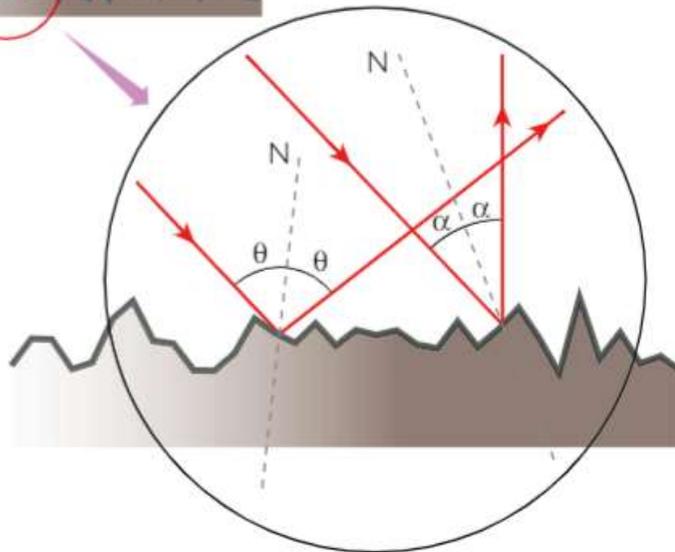
3.2 – Leis da Reflexão



▪ 2ª Lei da Reflexão

O ângulo de reflexão e o ângulo de incidência são iguais:

$$r = i$$



OBS

A 2ª Lei da Reflexão vale tanto para superfícies regulares (reflexão regular), quanto para superfícies irregulares (reflexão difusa)

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.2 – Leis da Reflexão

Exercício - Uma fonte de luz L e cinco pontos identificados por 1, 2, 3, 4 e 5 estão diante de um espelho plano E, conforme mostra figura.

A luz emitida por L, que atinge o espelho no ponto:

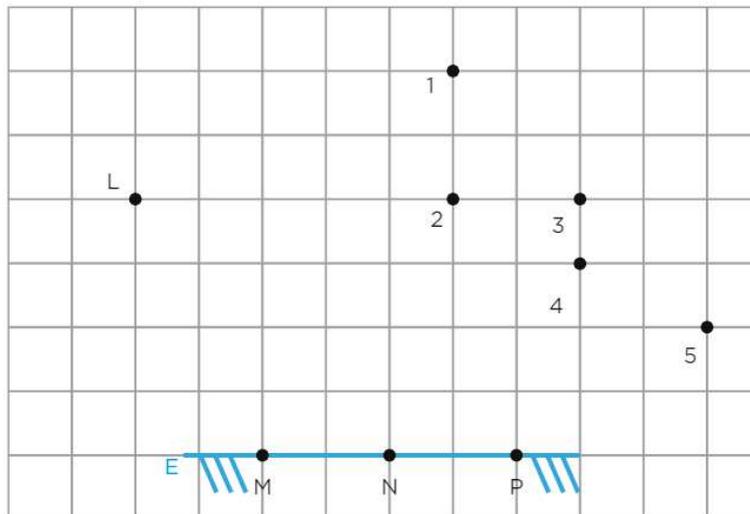
a) M reflete e passa pelo ponto 1, N reflete e passa pelo ponto 3 e P reflete e passa pelo ponto 5.

b) M reflete e passa pelo ponto 1, N reflete e passa pelo ponto 4 e P reflete e passa pelo ponto 5.

c) M reflete e passa pelo ponto 2, N reflete e passa pelo ponto 3 e P reflete e passa pelo ponto 4.

d) M reflete e passa pelo ponto 2, N reflete e passa pelo ponto 3 e P reflete e passa pelo ponto 5.

e) M reflete e passa pelo ponto 2, N reflete e passa pelo ponto 4 e P reflete e passa pelo ponto 5.



- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.2 – Leis da Reflexão

Exercício - Uma fonte de luz L e cinco pontos identificados por 1, 2, 3, 4 e 5 estão diante de um espelho plano E, conforme mostra figura.

A luz emitida por L, que atinge o espelho no ponto:

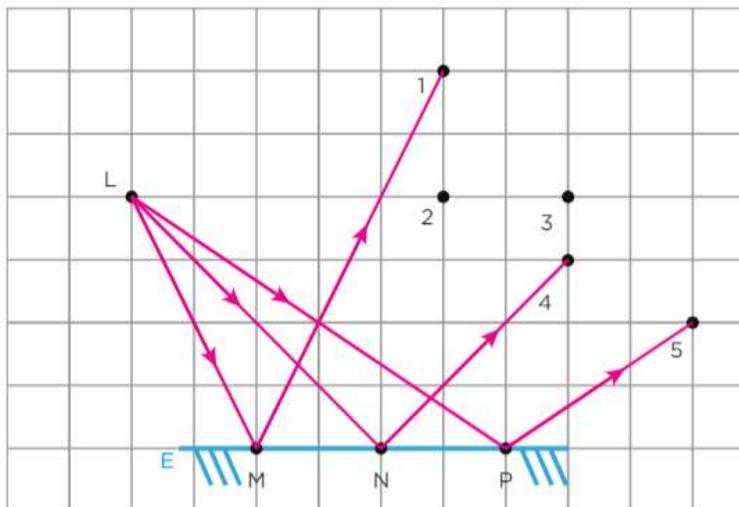
a) M reflete e passa pelo ponto 1, N reflete e passa pelo ponto 3 e P reflete e passa pelo ponto 5.

b) M reflete e passa pelo ponto 1, N reflete e passa pelo ponto 4 e P reflete e passa pelo ponto 5.

c) M reflete e passa pelo ponto 2, N reflete e passa pelo ponto 3 e P reflete e passa pelo ponto 4.

d) M reflete e passa pelo ponto 2, N reflete e passa pelo ponto 3 e P reflete e passa pelo ponto 5.

e) M reflete e passa pelo ponto 2, N reflete e passa pelo ponto 4 e P reflete e passa pelo ponto 5.



Construindo os raios emitidos por L que incidem em M, N e P, de acordo com a lei da reflexão, podemos observar que eles passam pelos pontos 1, 4 e 5, respectivamente.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Introdução

Espelho plano é qualquer superfície plana, polida e com alto poder refletor.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - **Introdução**
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Introdução

Espelho plano é qualquer superfície plana, polida e com alto poder refletor.

Eu me olhando todos os dias
no espelho:



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - **Introdução**
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Introdução

Espelho plano é qualquer superfície plana, polida e com alto poder refletor.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - **Introdução**
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Introdução

Como são fabricados os espelhos?

Como são produzidos os Espelhos

Espelho é uma aplicação do vidro muito antiga, porém ainda bastante empregados nos dias atuais.

Eles são produzidos a partir de vidro plano float e refletem completamente a luz que incide sobre eles.

Os vidros que se destinam a produção de espelhos tem que apresentar um alto grau de qualidade, com superfícies perfeitamente planas e paralelas, pois pequenos defeitos se traduzem em deformação da imagem refletida.

A produção de espelhos requer uma sequência de diversas operações que a seguir serão descritas de uma maneira sintética.

Sobre o vidro que originará o espelho são depositadas diversas camadas de diferentes materiais. A primeira delas é de prata. A quantidade de prata aplicada é muito pequena, de 0,7 a 1 grama por metro quadrado sendo, portanto muito fina, com cerca de 1/10000 mm.

Antes da aplicação da prata o vidro deve ser muito bem limpo e antes da lavagem propriamente dita, é realizado um polimento da superfície, pois qualquer impureza prejudica a fixação da prata e consequentemente a reflexão.

Normalmente se utilizam vidros recém-produzidos (no máximo há 3 meses) e a prata é sempre aplicada do lado atmosfera do vidro, isto é, do lado que não esteve em contato com o estanho no processo float, pois qualquer resíduo deste metal pode ser prejudicial. A prata é adicionada sob a forma de um spray de uma solução de nitrato de prata.

A camada de prata sendo tão fina requer a aplicação de uma segunda camada de cobre metálico, o que é realizado através da aspersão de uma solução de sulfato de cobre. A função do cobre é proteger a prata da oxidação, que criaria manchas e também evitar que a prata seja removida pelo contato mecânico. A quantidade de cobre aplicado é de 0,2 a 0,3 gramas por metro quadrado de espelho, sendo, portanto também muito fina.

Finalmente, para a proteção da camada de cobre e garantia da integridade e durabilidade do espelho, são aplicadas duas camadas de tinta, a primeira para impedir o contato do cobre com o ar e a umidade, e a segunda para uma proteção física de todo o conjunto, inclusive impedindo a passagem de qualquer luz por trás, interferiria com a luz refletida.

O processo acima descrito se refere aos espelhos comuns, utilizados nos móveis e ambientes internos em geral. Os espelhos empregados em retrovisores de veículos, por exemplo, que ficam expostos a intempéries ao longo de sua vida são produzidos através da deposição de vapores metálicos sobre o vidro. Por ser um processo de custo muito superior tem aplicação bastante restrita.

Os vidros semi-refletivos, empregados em fachadas de edifícios, que refletem parte da luz, mas também permitem passagem de parte dela, são produzidos por outros processos. Porém o princípio é o mesmo: aplicação de metal na superfície em finíssimas camadas que permitem obtenção de diversas cores e níveis de reflexão aliando estética com conforto térmico.

Mauro Akerman

Abril 2017

Texto completo: <https://abceram.org.br/como-sao-produzidos-os-espelhos/>

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - **Introdução**
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Introdução

Espelho plano é qualquer superfície plana, polida e com alto poder refletor.



Vídeo disponível em: <https://youtu.be/FBGDuYQccRY>

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - **Introdução**
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Representação de um Espelho Plano



Dynamicfoto/Shutterstock

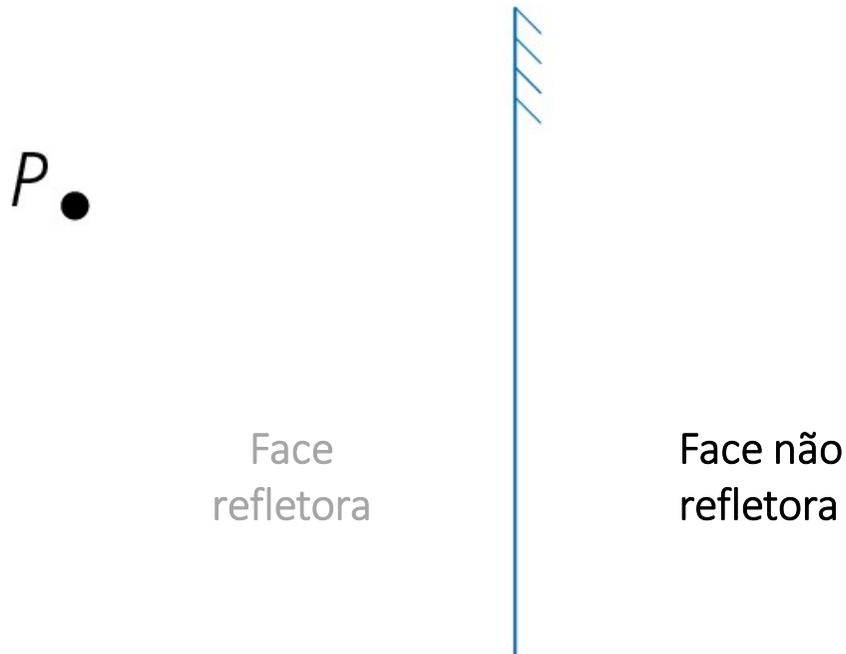
Os objetos reais estão localizados diante da face refletora do espelho.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - **Representação**
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Representação de um Espelho Plano



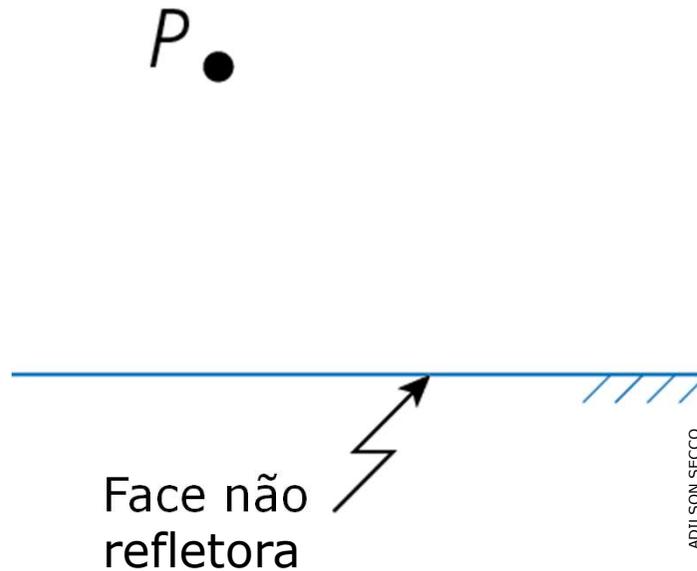
P é um ponto luminoso ou iluminado colocado diante da face refletora de um espelho plano.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - **Representação**
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano



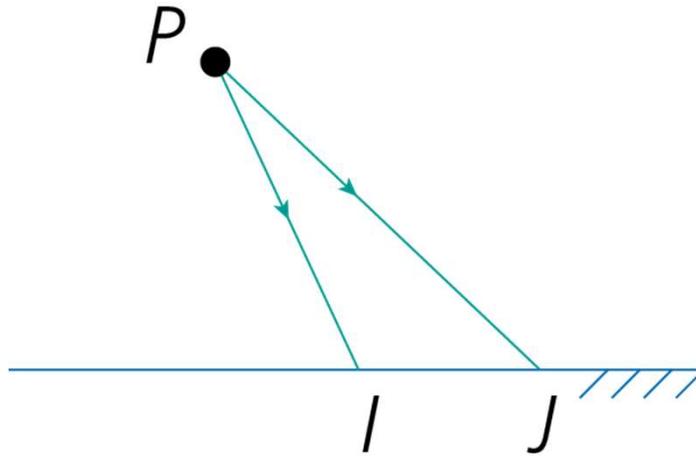
P é um ponto luminoso ou iluminado colocado diante da face refletora de um espelho plano.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano



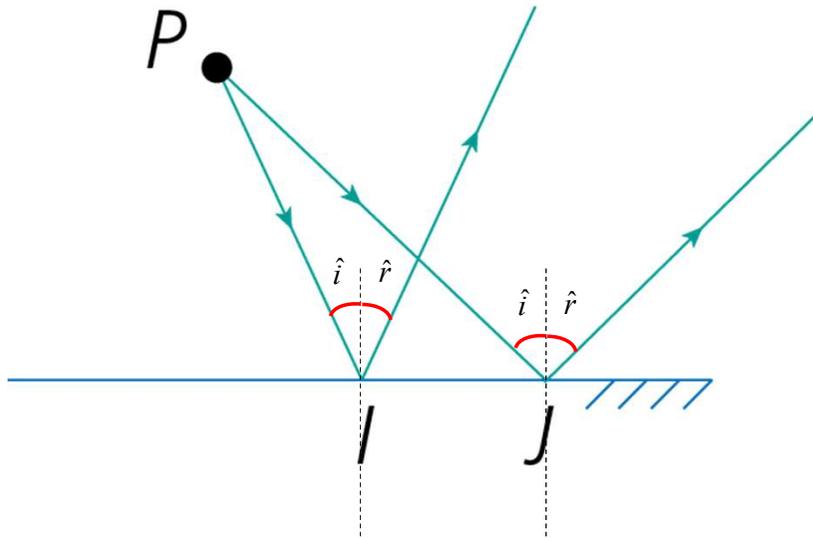
PI e PJ são raios de luz que incidem no espelho.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano



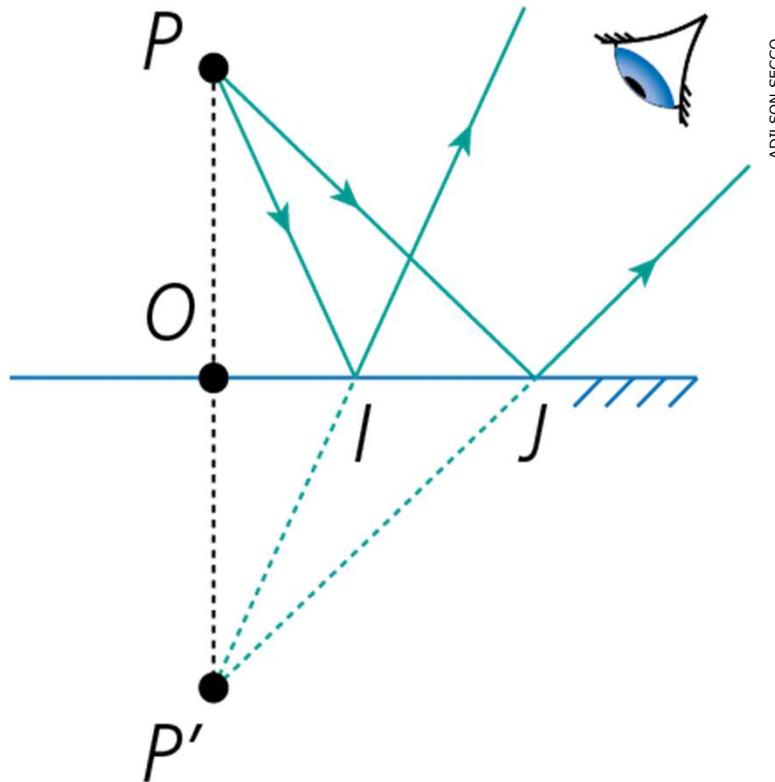
Aplicando as leis da reflexão, determinamos os raios refletidos.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano



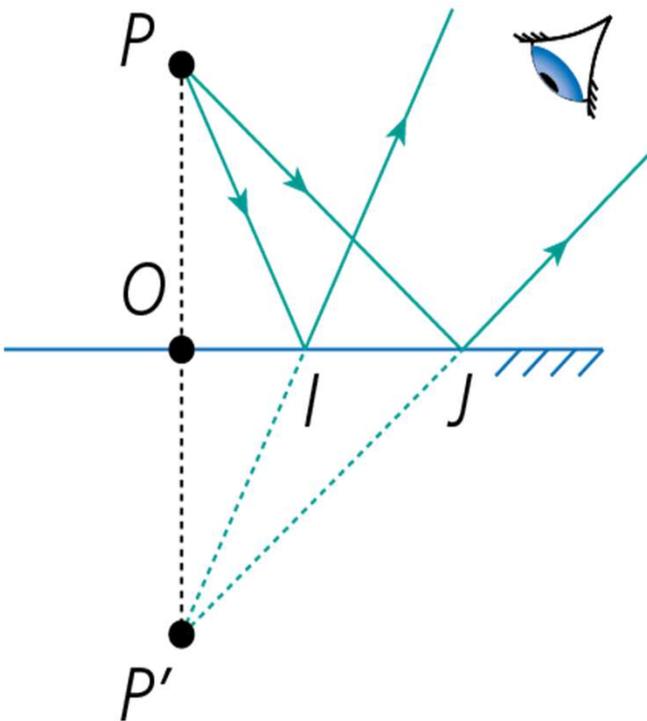
Os prolongamentos dos raios refletidos se interceptam num ponto P' .

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano



P ponto objeto real: encontro efetivo de raios incidentes.

P' ponto imagem virtual: encontro de prolongamentos de raios refletidos.

O observador recebe os raios refletidos e assim vê **P'**. Para ele, é como se os raios se originassem de **P'**.

O ponto **P**, vértice do feixe de luz incidente, é um ponto objeto em relação ao espelho.

O ponto **P'**, vértice do feixe de luz emergente do espelho, é um ponto imagem em relação ao espelho.

O ponto objeto **P** e o ponto imagem **P'** são **simétricos** em relação à superfície refletora.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

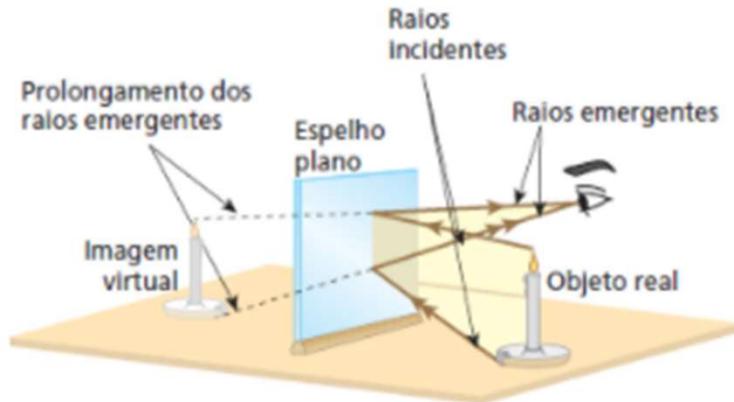
- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

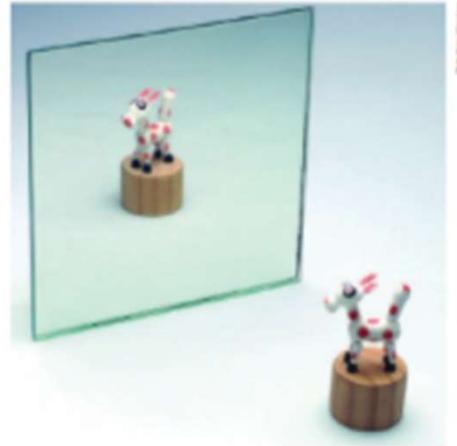
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano



Nesta ilustração, você pode notar a imagem virtual da vela situada "atrás do espelho". Essa imagem não tem existência luminosa, mas funciona como objeto real em relação ao olho do observador.



Nesta fotografia, você vê um brinquedo de madeira e sua respectiva imagem fornecida por um espelho plano vertical.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

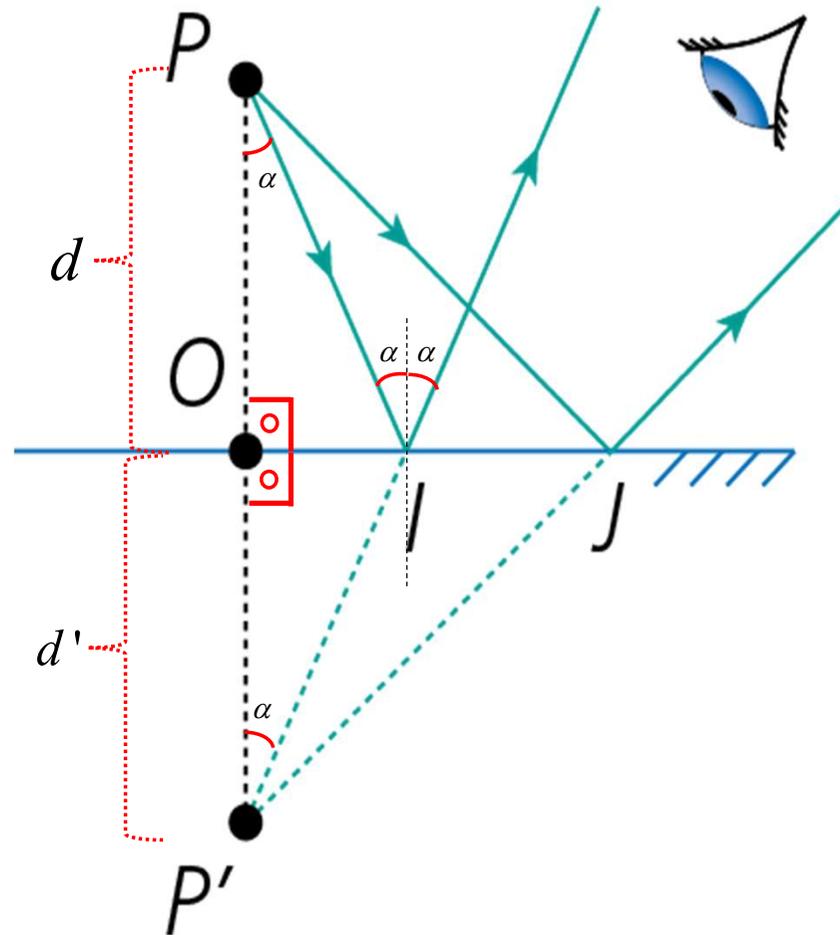
▪ Formação da imagem em um Espelho Plano

Vamos demonstrar a Simetria

A condição de simetria estabelece que:

$$\hat{i} = \hat{r}$$

$$d = d'$$

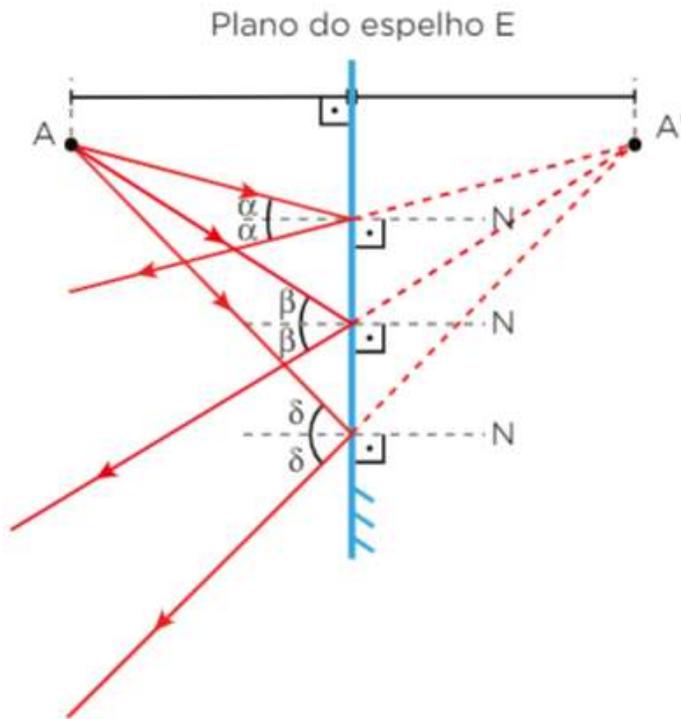


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano



Os raios refletidos são determinados pela lei da reflexão. O prolongamento dos raios refletidos, atrás do espelho, determina a imagem A' .

Em relação ao plano do espelho, objeto e imagem são simétricos, isto é, estão localizados um de cada lado, sobre a mesma perpendicular e a uma mesma distância

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano

Vamos construir a imagem de um objeto no espelho plano?



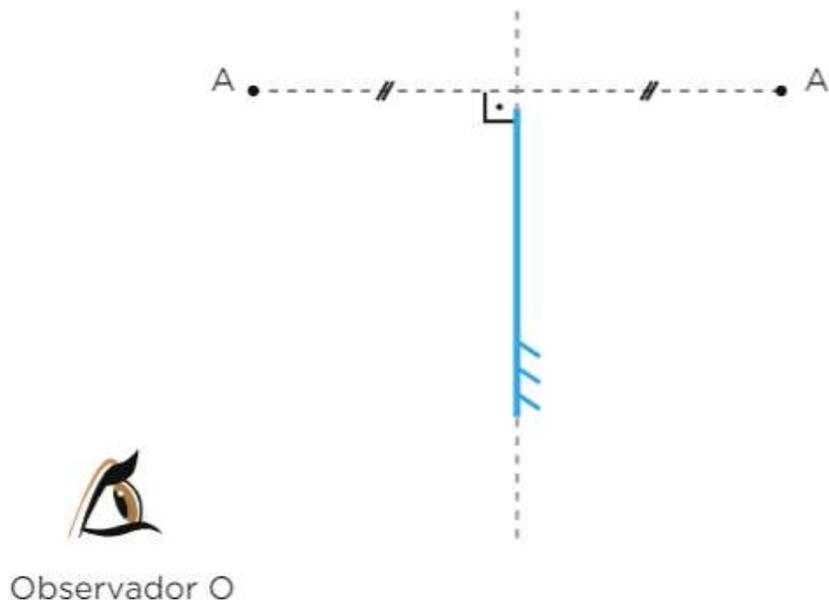
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano

1º PASSO - construa a imagem do objeto por simetria em relação ao plano do espelho.



Observador O

Passo 1 – construa a imagem do objeto, atrás do espelho, por simetria.

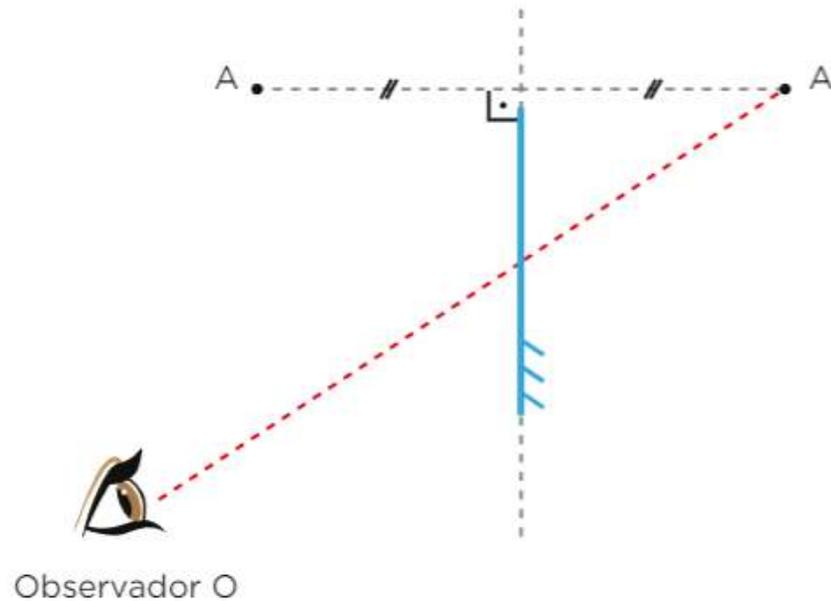
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano

2º PASSO - represente uma linha auxiliar tracejada que une a imagem do objeto e o olho do observador (O).



Passo 2 - construa uma linha auxiliar entre a imagem e o observador.

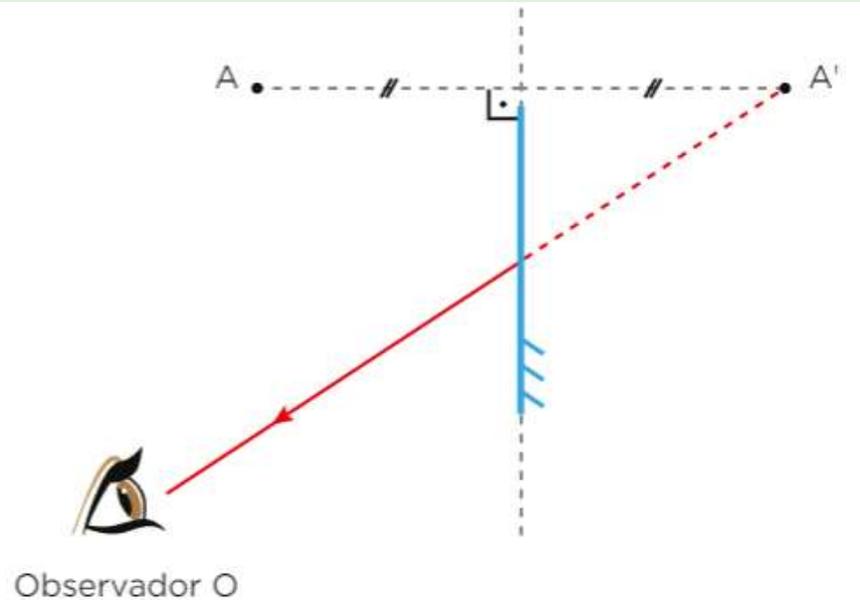
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano

3º PASSO - desenhe o raio refletido pelo espelho sobre a linha auxiliar representada no passo 2.



Passo 3 - represente o raio de luz sobre a linha desenhada no passo 2 do espelho ao observador.

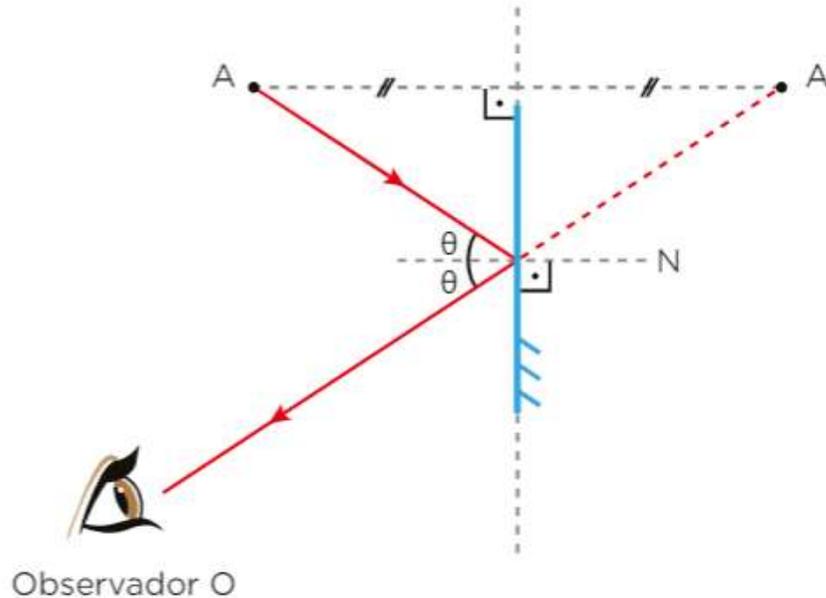
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Formação da imagem em um Espelho Plano

4º PASSO - construa o raio de luz que parte do objeto e incide sobre o espelho no ponto de intersecção entre a linha auxiliar do passo 2 e o espelho.



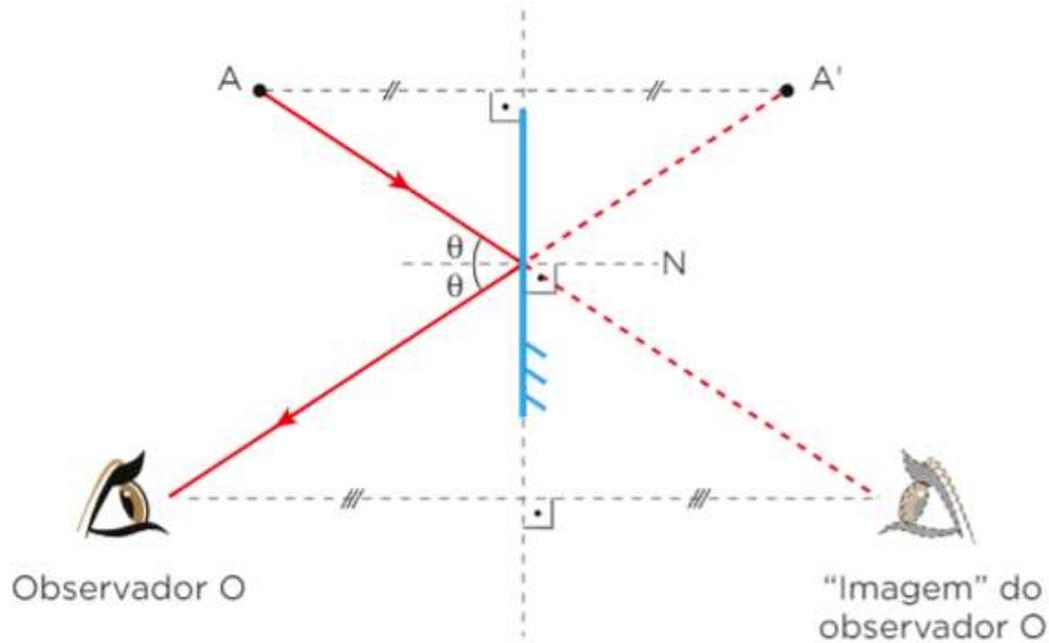
Passo 4 - complete o raio incidente do objeto ao ponto de intersecção entre o raio refletido e o espelho.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano



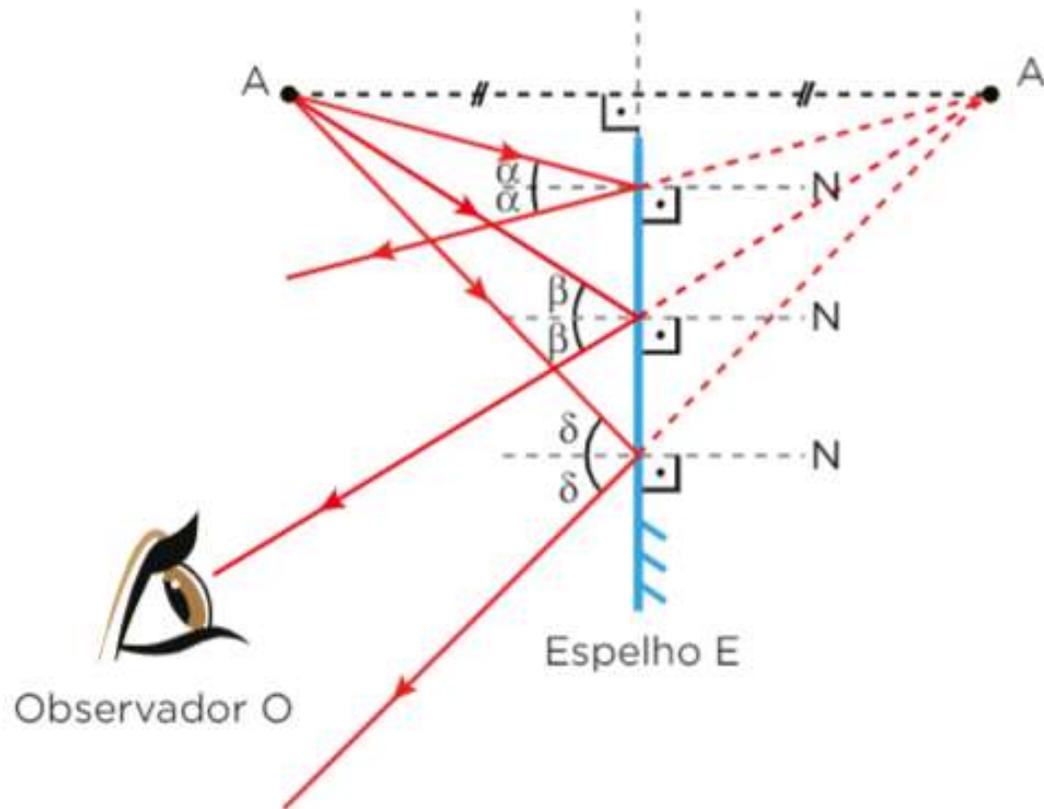
Observador e "imagem" do observador são simétricos, em relação ao plano do espelho.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Formação da imagem em um Espelho Plano



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - **Formação da imagem**
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

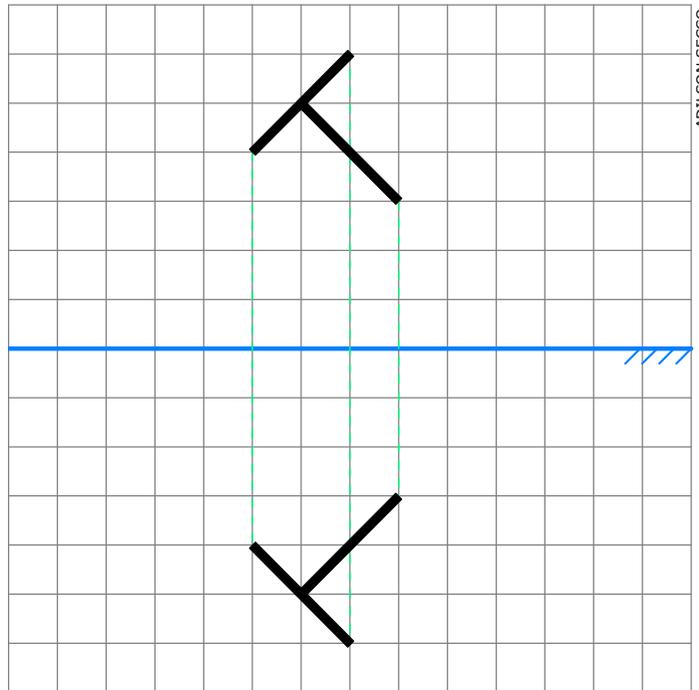
3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

Enantiomorfa (inversão lateral)

A imagem de um objeto extenso fornecida por um espelho plano tem as mesmas dimensões do objeto, todavia...



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

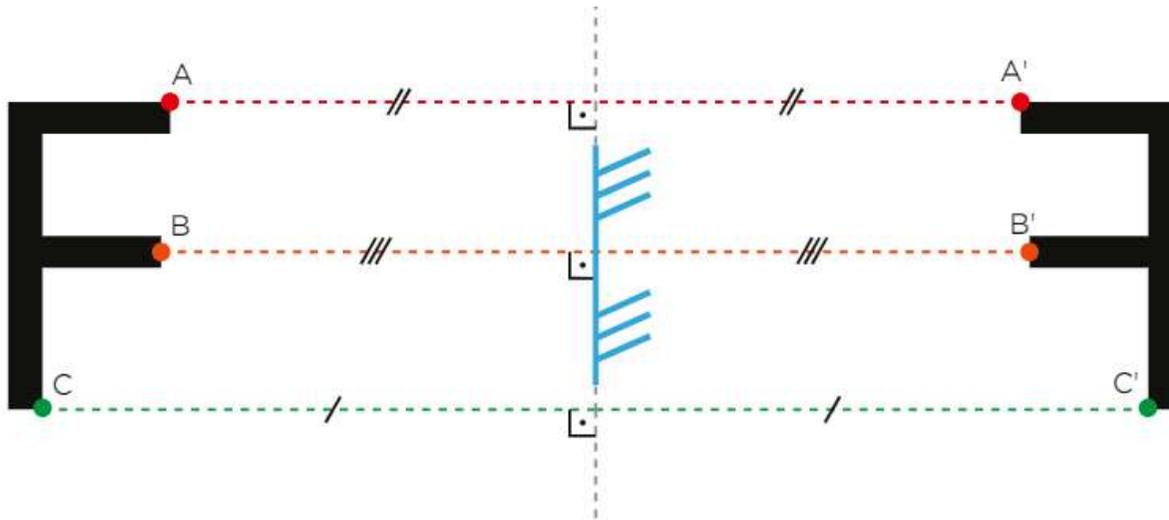
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

Enantiomorfa (inversão lateral)



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

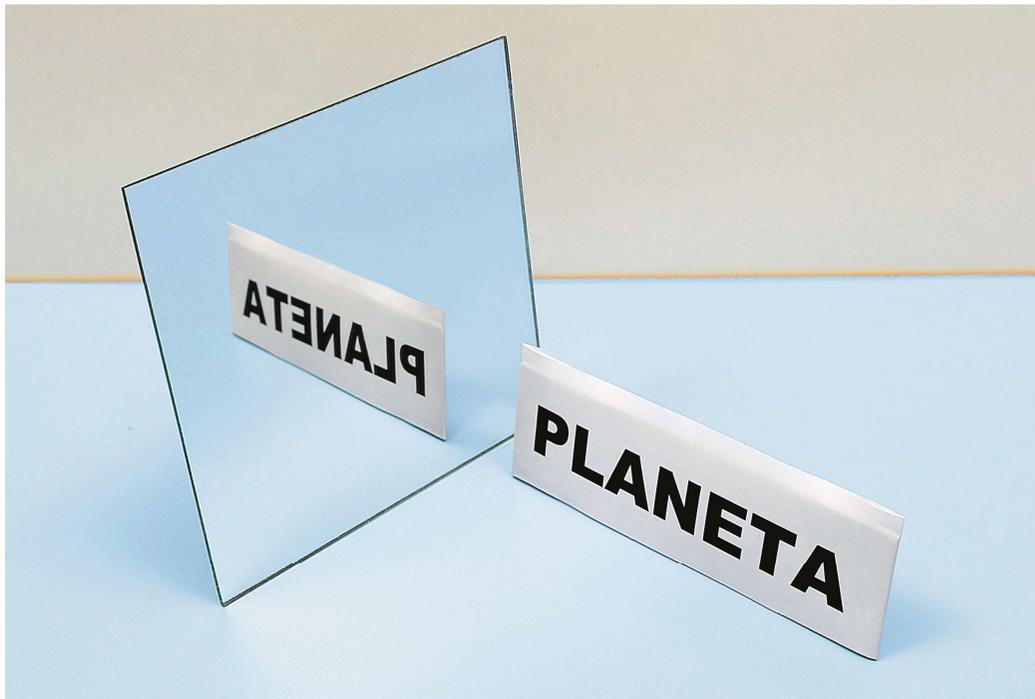
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

O espelho plano não inverte a imagem, mas troca a direita pela esquerda e vice-versa.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

O espelho plano não inverte a imagem, mas troca a direita pela esquerda e vice-versa.



DCornelius/Shutterstock

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

Os objetos que apresentam eixo de simetria, não conjugarão imagens enantiomorfas.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

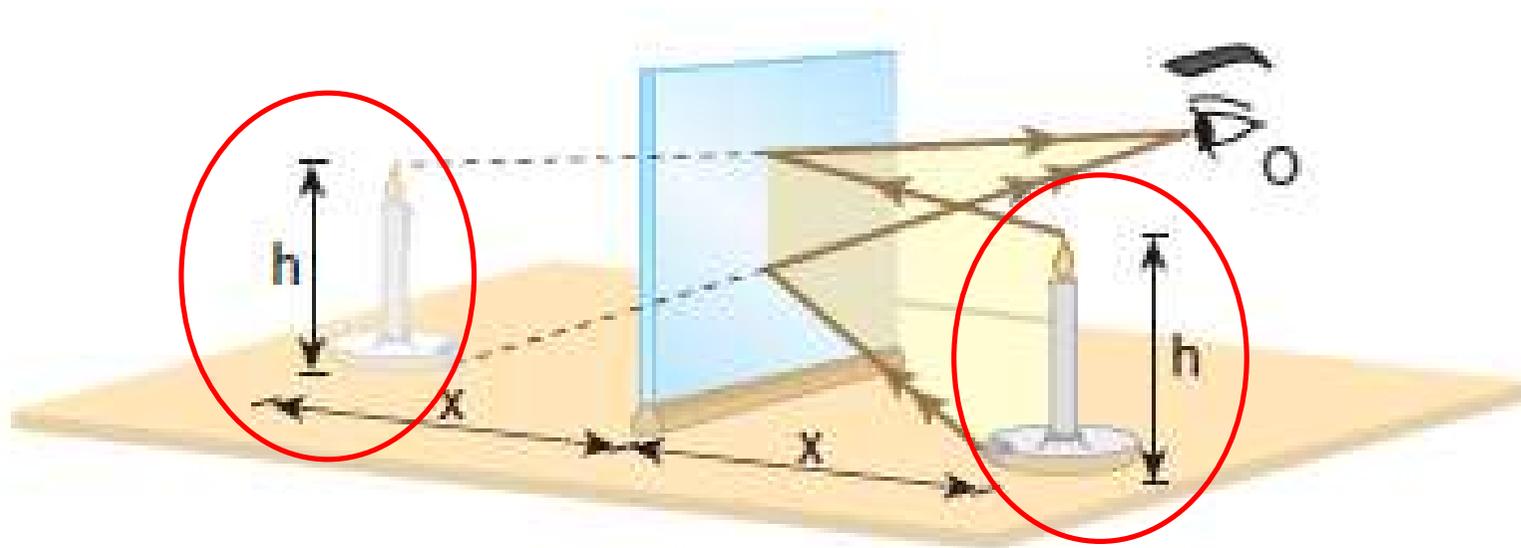
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

Mesma altura



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

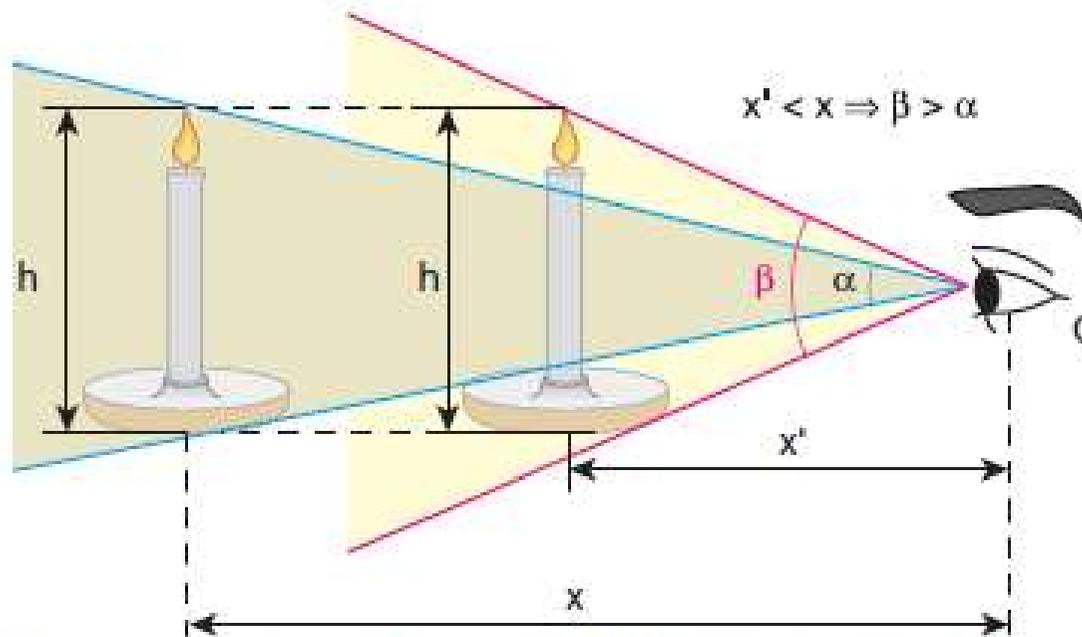
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

OBS – Ângulo Visual



Quanto mais próxima do olho estiver a imagem, maior será o ângulo visual de observação, dando a impressão de aumento em sua altura.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

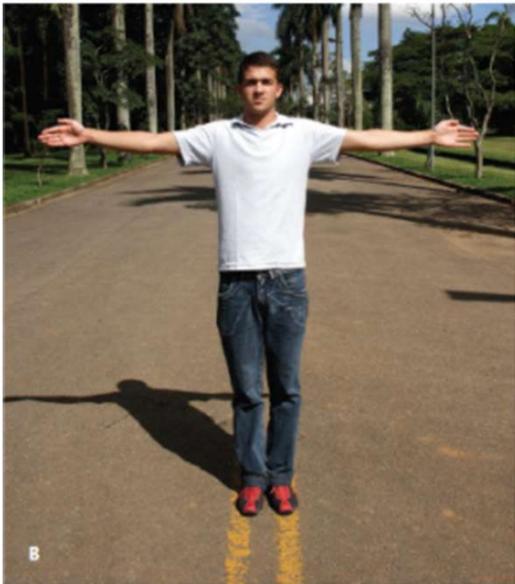
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Características da imagem

Simétrica

OBS – Ângulo Visual



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Características da imagem

- Simétrica

- Virtual: conjugada pelo prolongamento dos raios refletidos;

- Simétrica

- Direita: não há inversão na vertical

- **Enantiomorfa ou revertida**

- Mesmo tamanho: a altura do objeto será igual a altura da imagem;

- **Mesma altura**

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- **Características da imagem**
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

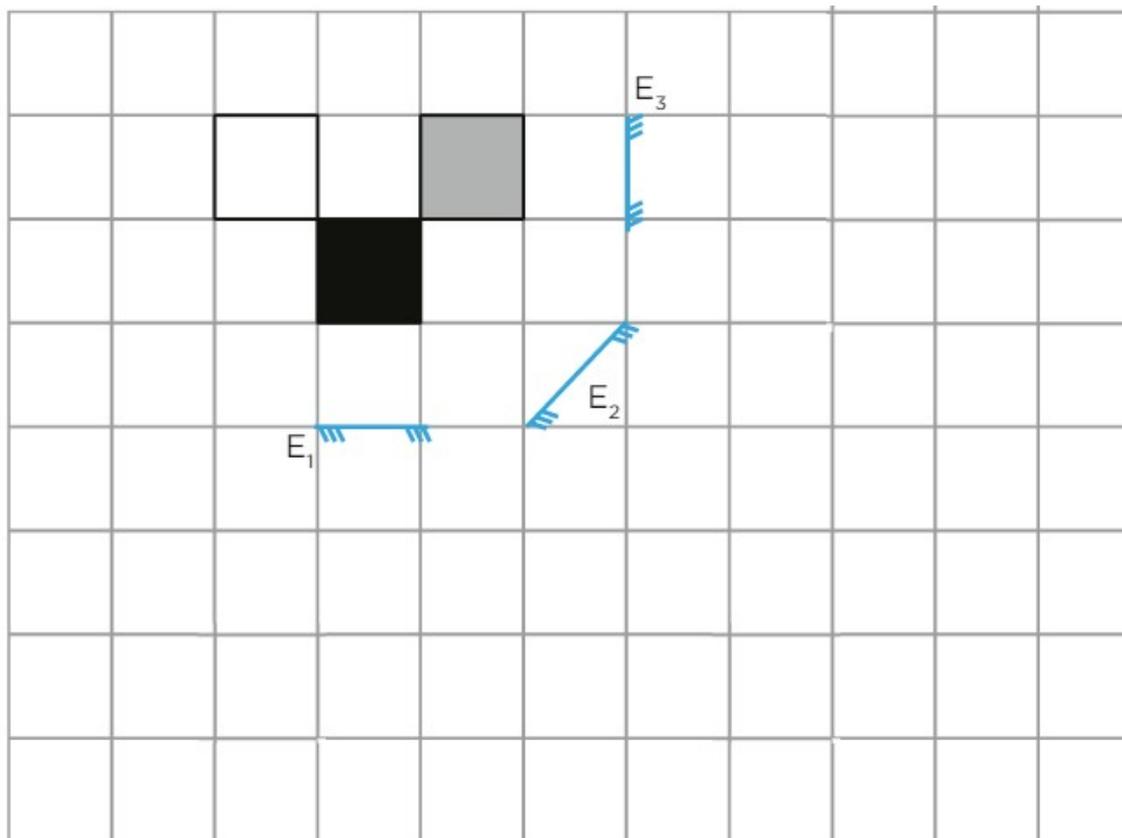
- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

Exercício - Um objeto geométrico é colocado diante de três espelhos planos E_1 , E_2 , e E_3 , conforme mostra a figura.



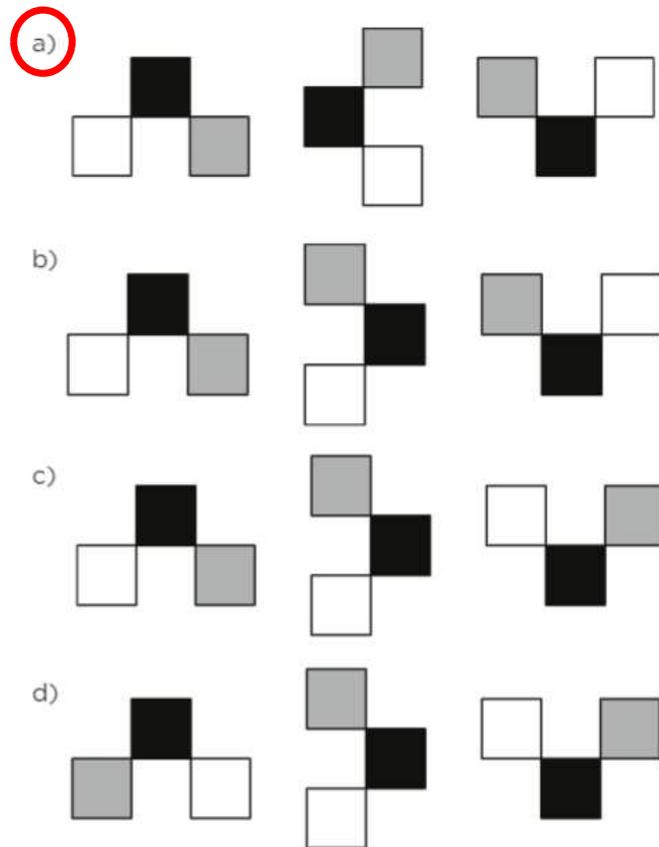
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

Exercício - Um objeto geométrico é colocado diante de três espelhos planos E_1 , E_2 , e E_3 , conforme mostra a figura.

Qual a alternativa que apresenta as três imagens conjugadas pelos espelhos E_1 , E_2 e E_3 respectivamente?

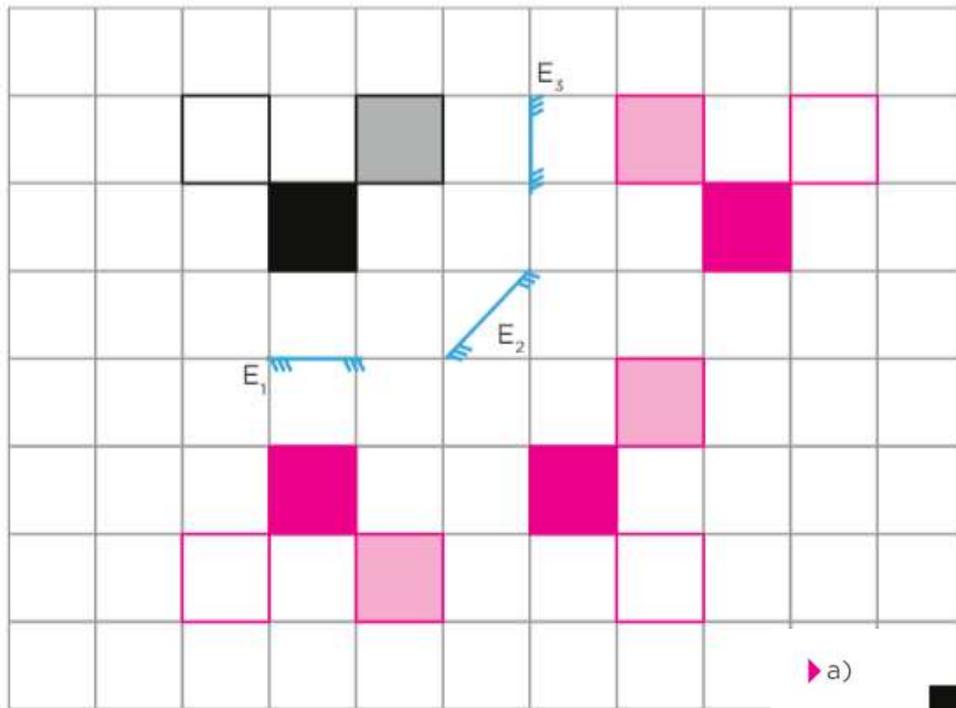


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

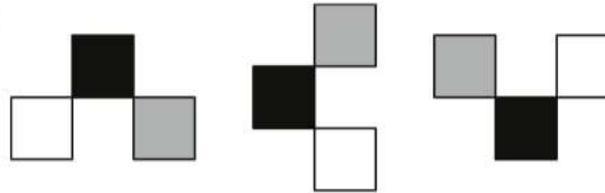
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

Exercício - Um objeto geométrico é colocado diante de três espelhos planos E_1 , E_2 , e E_3 , conforme mostra a figura.



a)

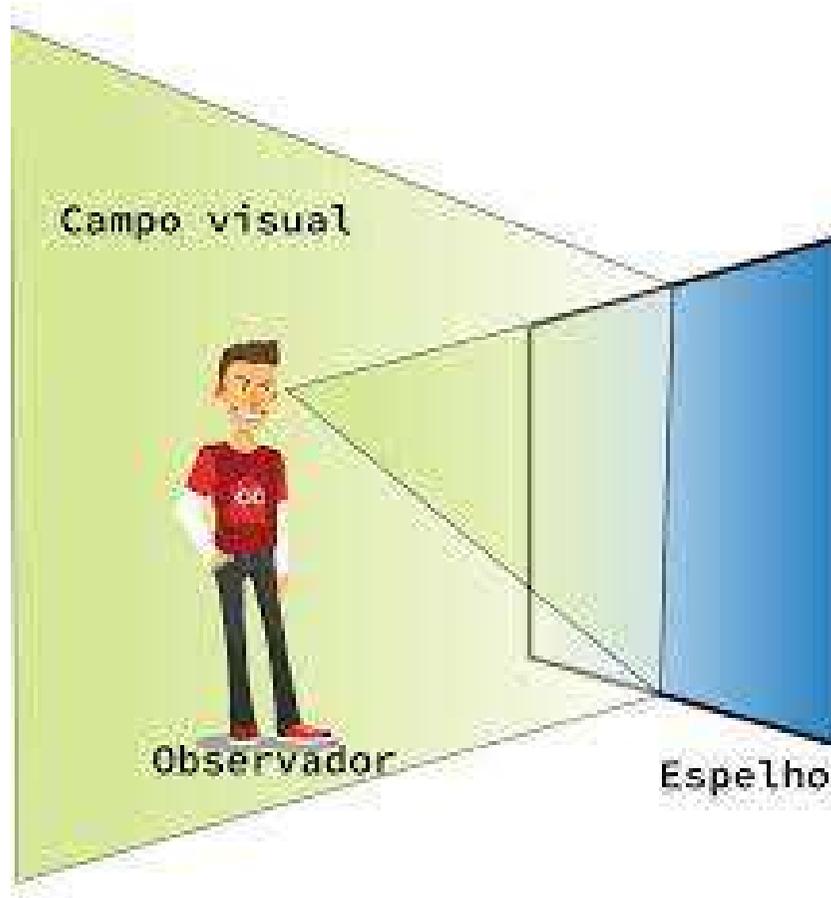


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - **Características da imagem**
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Campo visual



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Campo visual

É a região do espaço que um observador vê por reflexão no espelho.



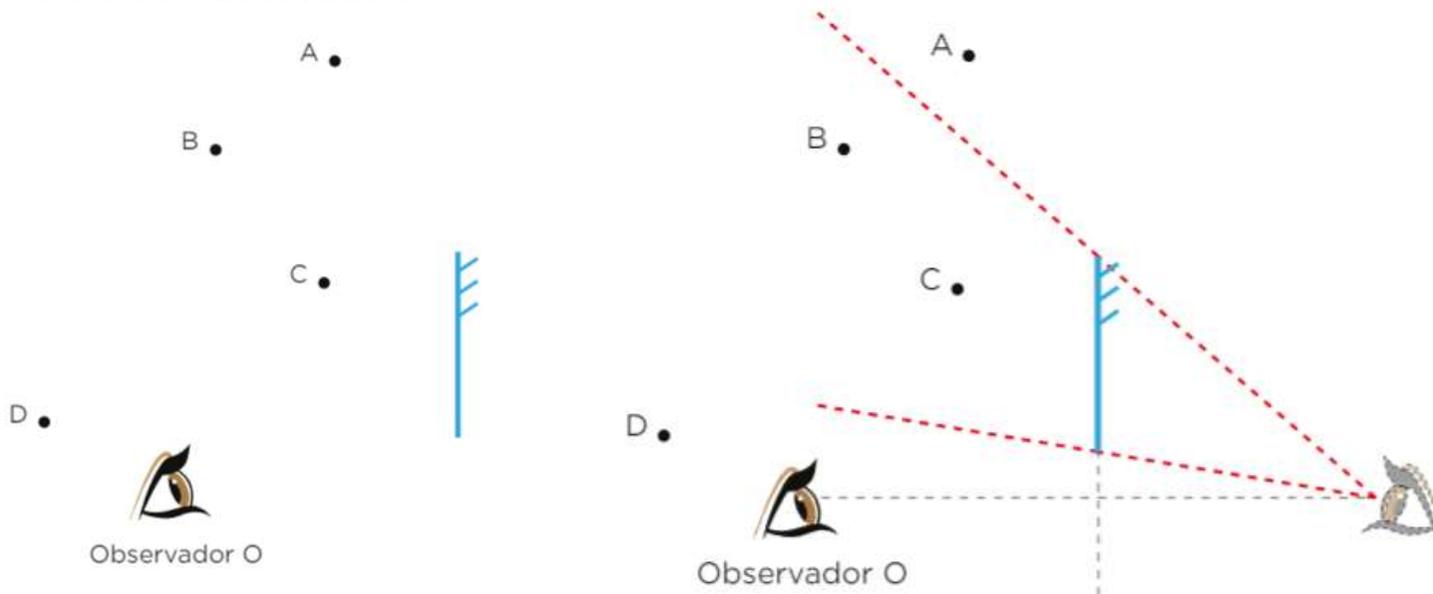
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Campo visual

O campo visual depende do tamanho e da posição do espelho e da posição do olho do observador.



1º PASSO: Rebate o olho para dentro do espelho;

2º PASSO: Traçar as linhas passando pelas bordas do espelho.

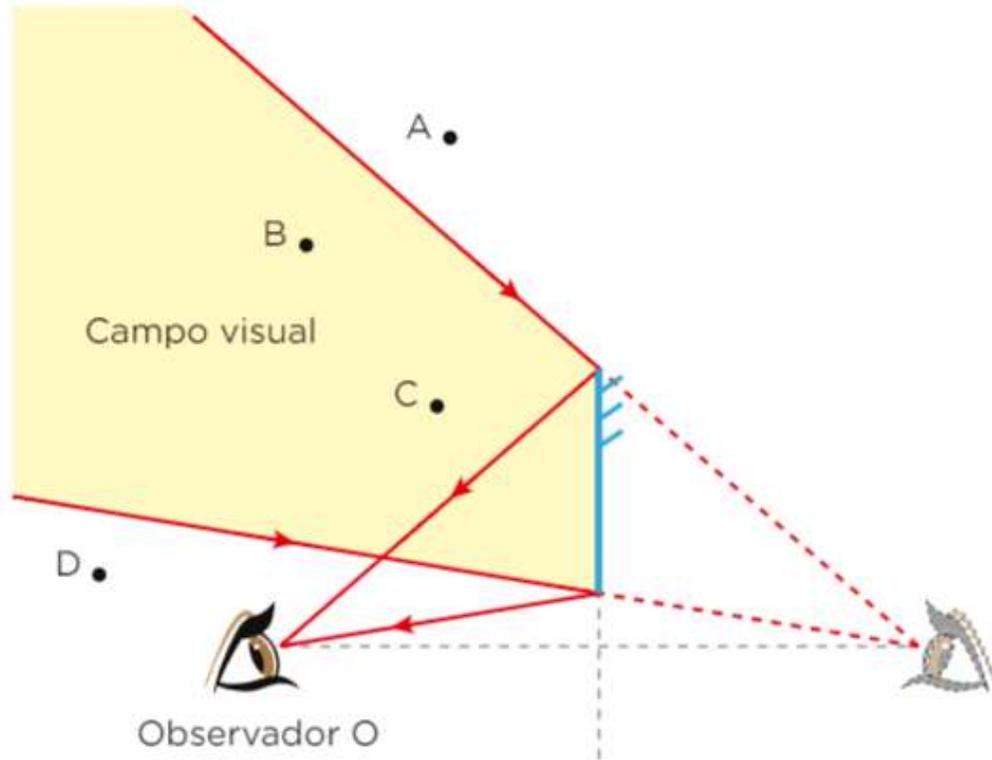
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Campo visual

O campo visual depende do tamanho e da posição do espelho e da posição do olho do observador.



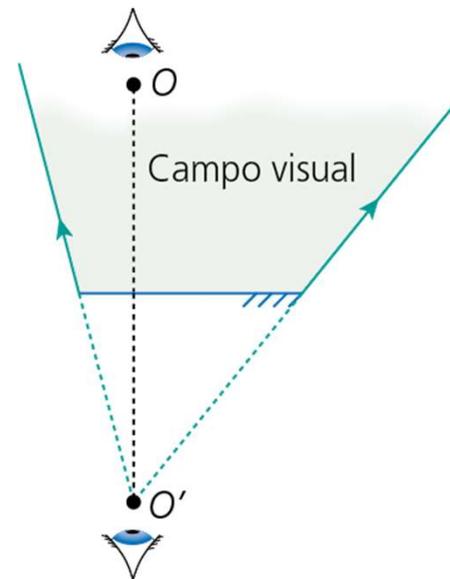
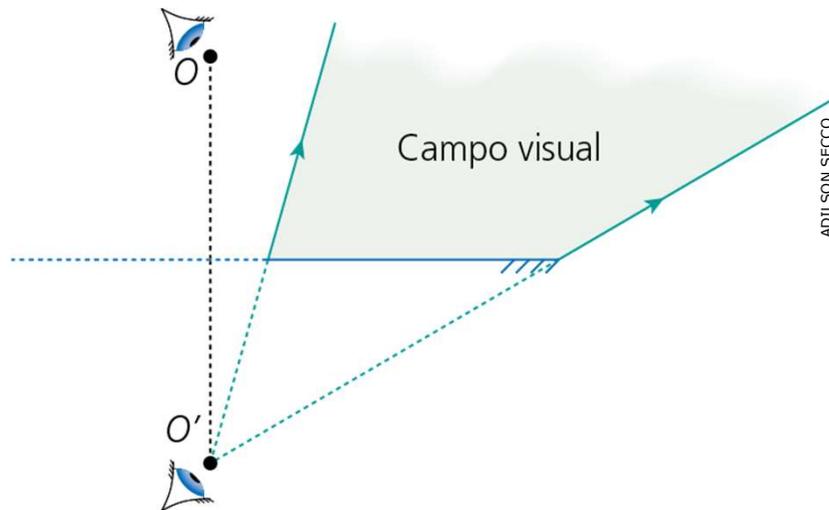
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Campo visual

O campo visual depende do tamanho e da posição do espelho e da posição do olho do observador.



1º PASSO: Rebate o olho para dentro do espelho;

2º PASSO: Traçar as linhas passando pelas bordas do espelho.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

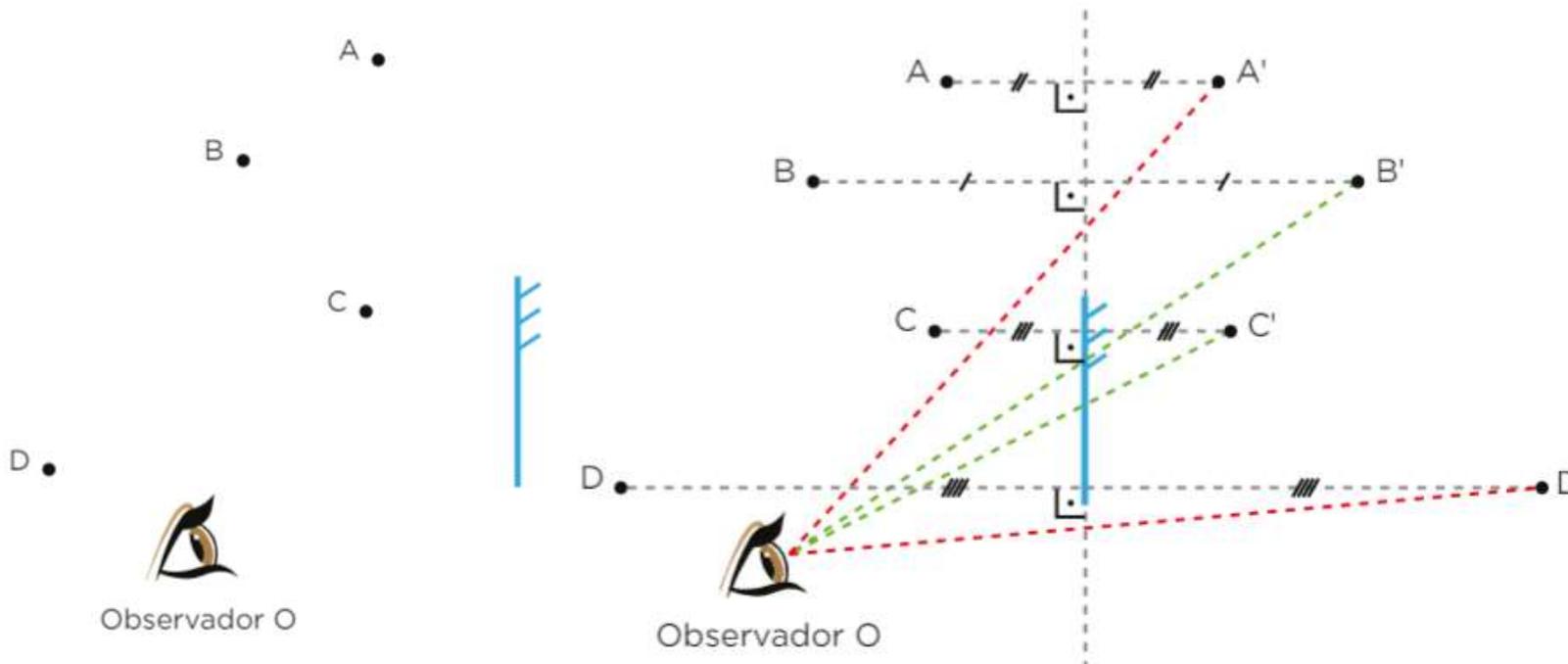
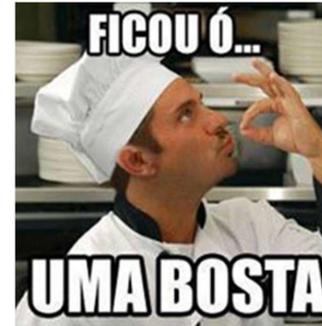
- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Campo visual

Ou podemos determinar a imagem de cada objeto

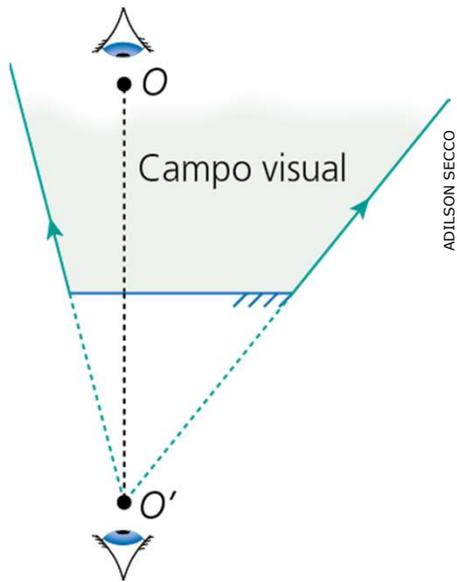


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

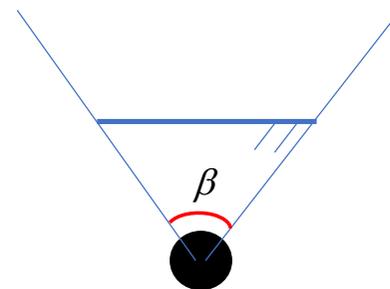
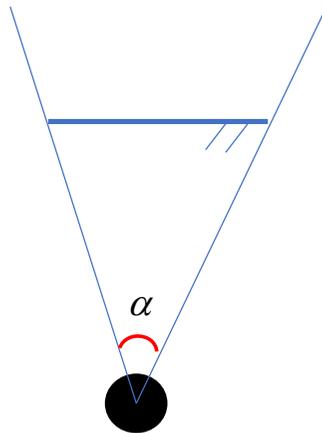
3.3 – Espelhos Planos

▪ Campo visual



Observações:

- Se o espelho aumentar o tamanho, o campo visual também aumentará.
- E aproximarmos o observador do espelho, o campo visual também aumentará.

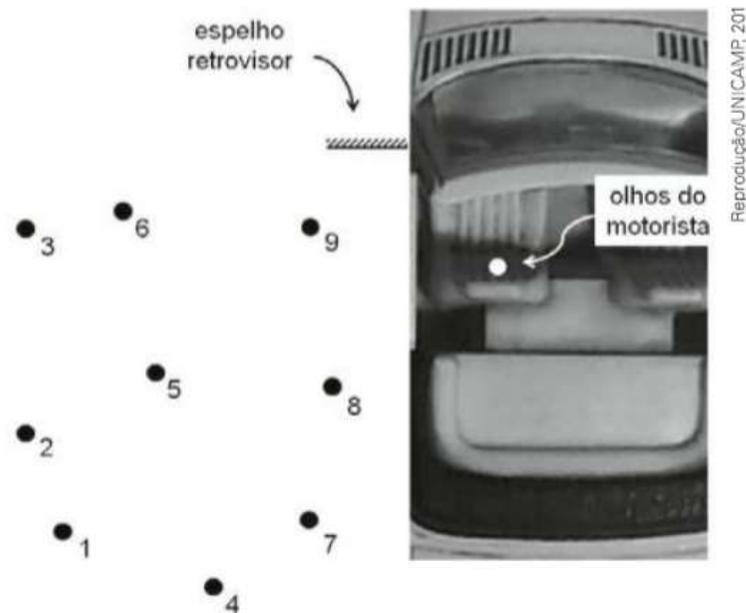


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

(Unicamp-SP) A figura abaixo mostra um espelho retrovisor plano na lateral esquerda de um carro. O espelho está disposto verticalmente e a altura do seu centro coincide com a altura dos olhos do motorista. Os pontos da figura pertencem a um plano horizontal que passa pelo centro do espelho. Nesse caso, os pontos que podem ser vistos pelo motorista são:



a) 1, 4, 5 e 9.

b) 4, 7, 8 e 9.

c) 1, 2, 5 e 9.

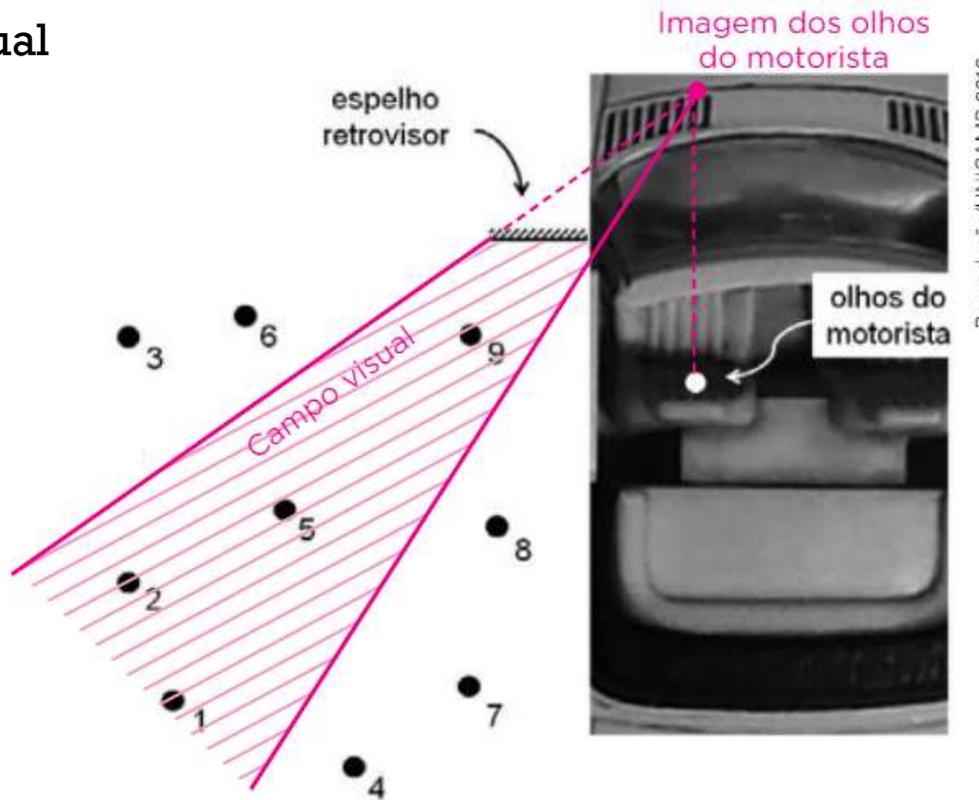
d) 2, 5, 6 e 9.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Campo visual



Reprodução/UNICAMP, 2012

a) 1, 4, 5 e 9.

b) 4, 7, 8 e 9.

c) 1, 2, 5 e 9.

d) 2, 5, 6 e 9.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

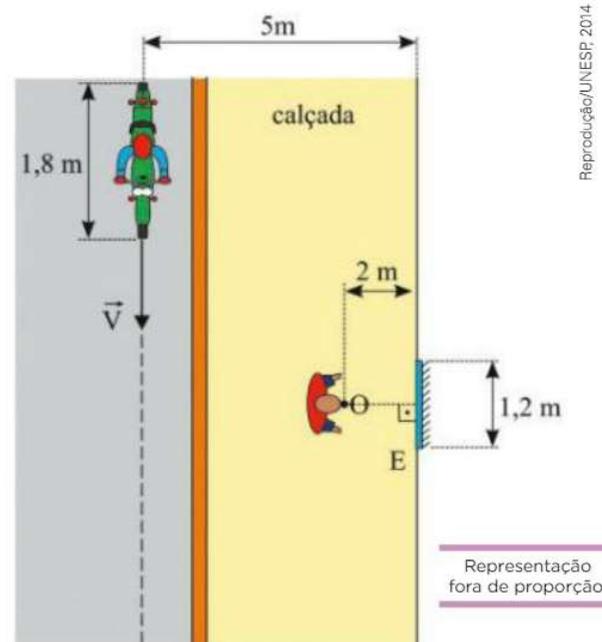
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

(Unesp) Uma pessoa está parada numa calçada plana e horizontal diante de um espelho plano vertical E pendurado na fachada de uma loja. A figura representa a visão de cima da região.

Olhando para o espelho, a pessoa pode ver a imagem de um motociclista e de sua motocicleta, que passam pela rua com velocidade constante $V = 0,8 \text{ m/s}$, em uma trajetória retilínea paralela à calçada, conforme indica a linha tracejada. Considerando que o ponto O na figura represente a posição dos olhos da pessoa parada na calçada, é correto afirmar que ela poderá ver a imagem por inteiro do motociclista e de sua motocicleta refletida no espelho durante um intervalo de tempo, em segundos, igual a

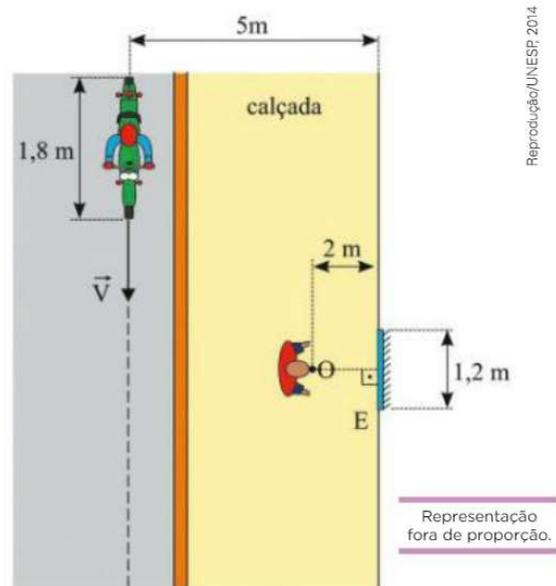
- a) 2
- b) 3**
- c) 4
- d) 5
- e) 1



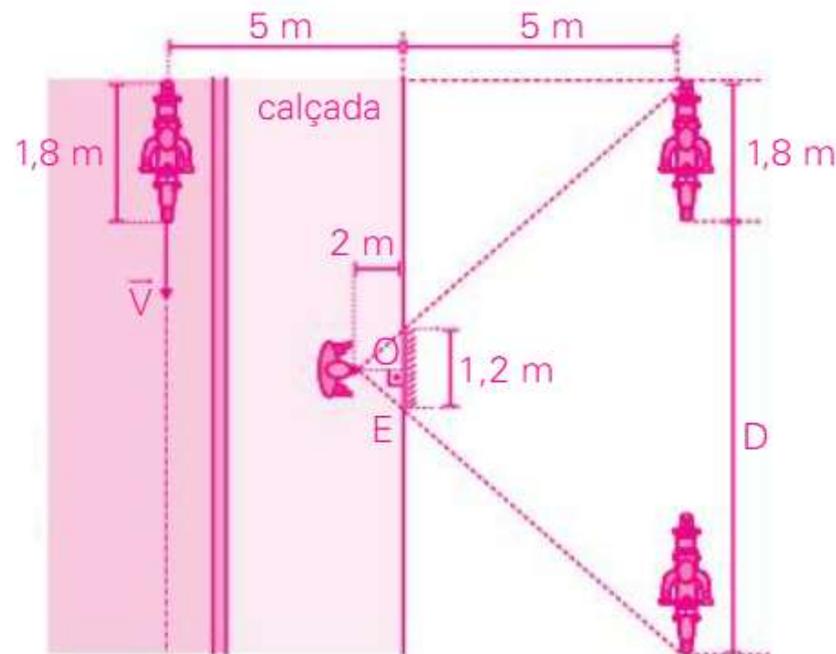
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos



A figura mostra a pessoa observando a passagem do motociclista.



Por semelhança de triângulos:

$$\frac{D + 1,8}{5 + 2} = \frac{1,2}{2} \Rightarrow D = 7 \cdot 0,6 - 1,8 \therefore D = 2,4 \text{ m}$$

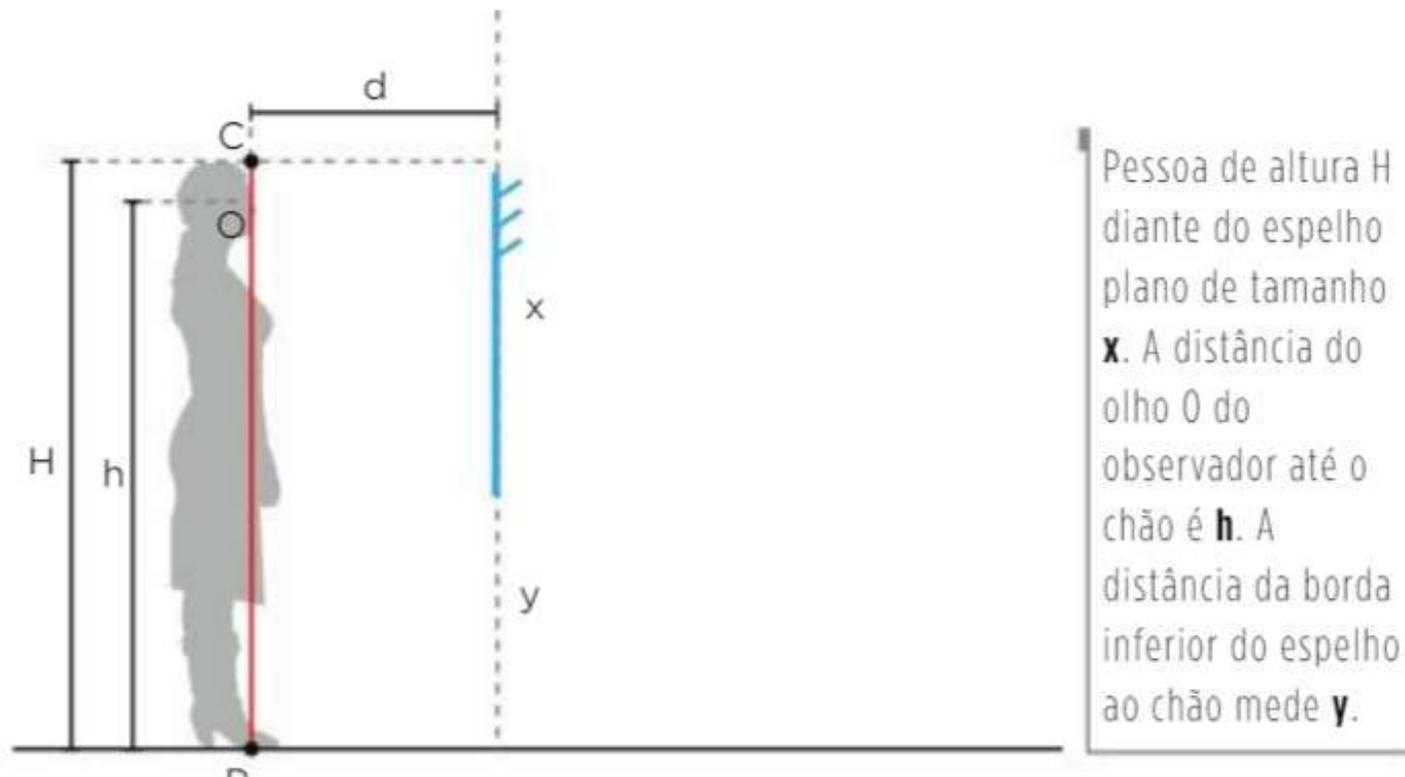
$$t = \frac{D}{V} = \frac{2,4}{0,8} \therefore t = 3 \text{ s}$$

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Campo visual – Tamanho mínimo de um espelho

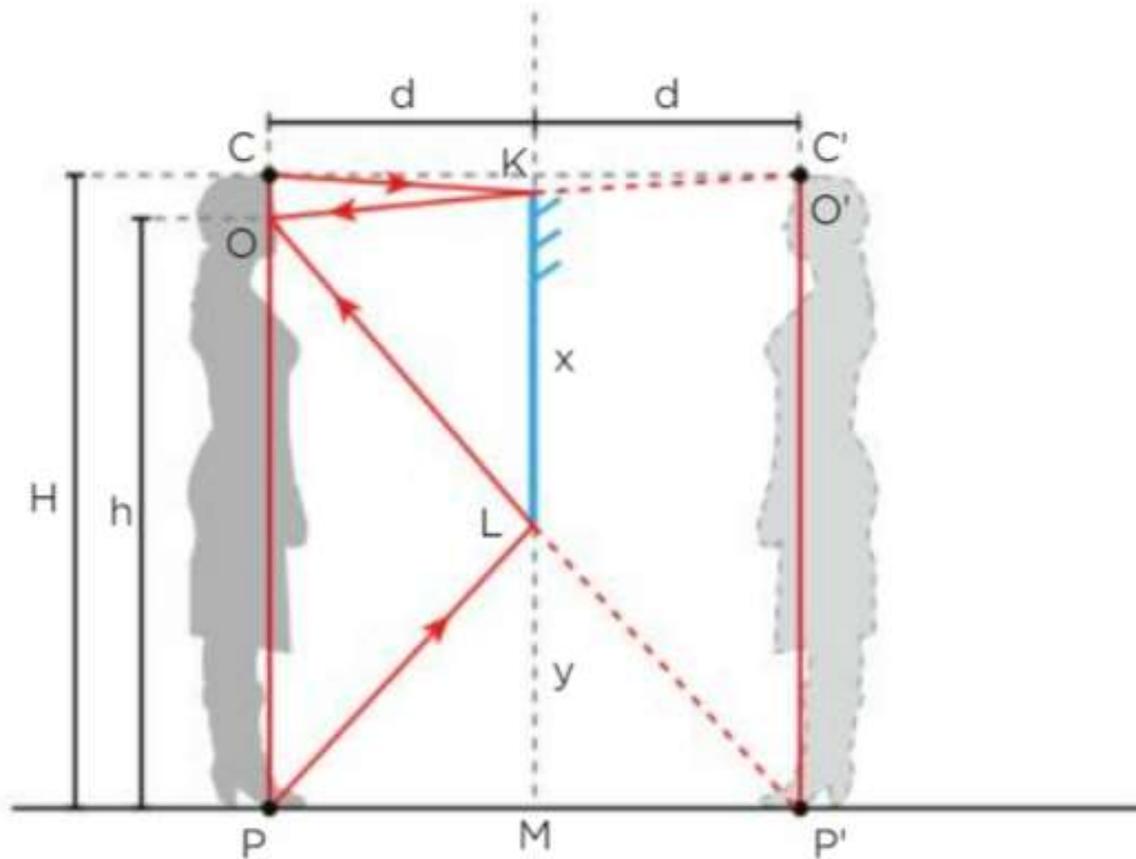


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Campo visual – Tamanho mínimo de um espelho



Raios luminosos partem de C e P, incidem sobre o espelho e refletem até O.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Campo visual – Tamanho mínimo de um espelho

Fazendo a semelhança de triângulos:

$$\frac{H}{2d} = \frac{x}{d} \quad \text{Logo:} \quad x = \frac{H}{2}$$

Assim, o tamanho mínimo do espelho corresponde à metade da altura da pessoa.

Temos ainda:

$$\frac{h}{2d} = \frac{y}{d} \quad \text{Logo:} \quad y = \frac{h}{2}$$

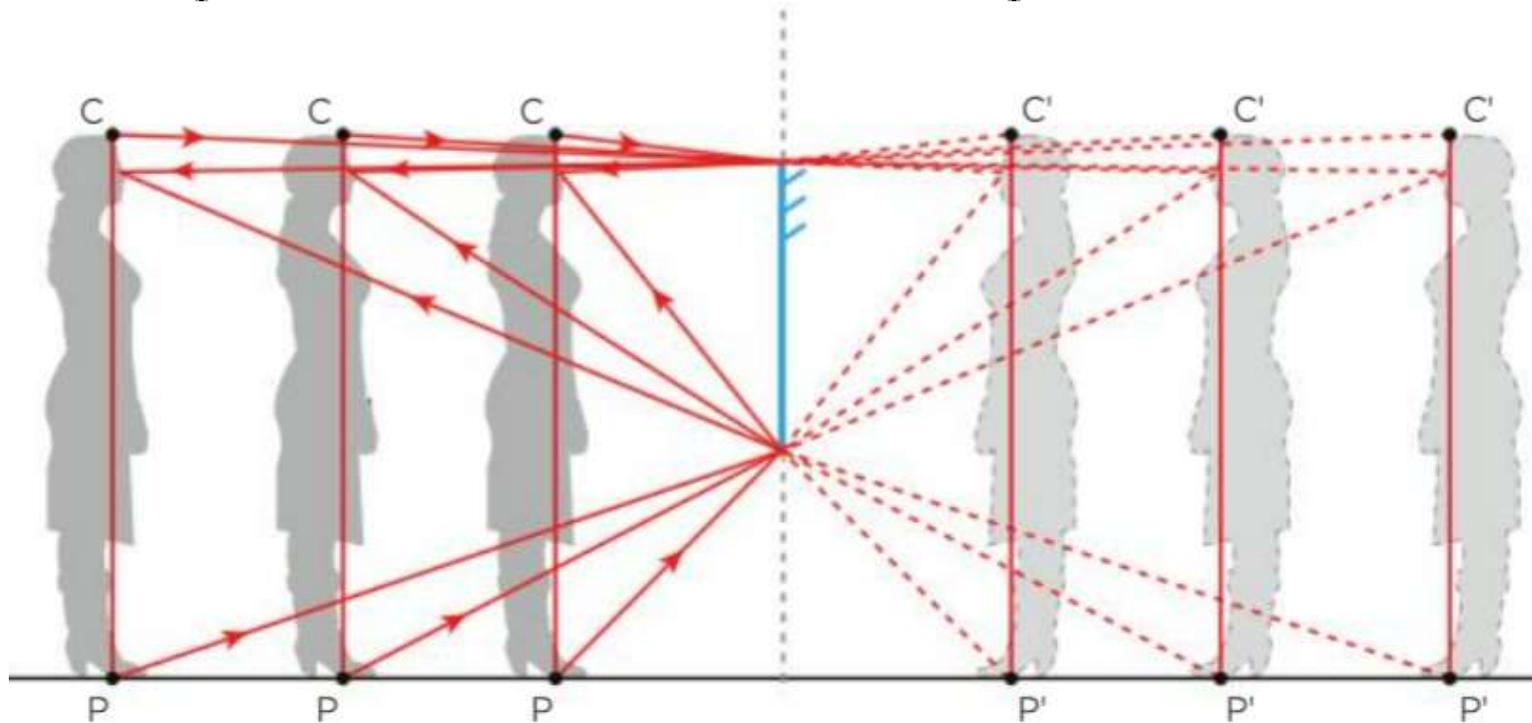
Assim, a distância da borda inferior do espelho ao chão corresponde à metade da altura dos olhos da pessoa.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Campo visual – Tamanho mínimo de um espelho



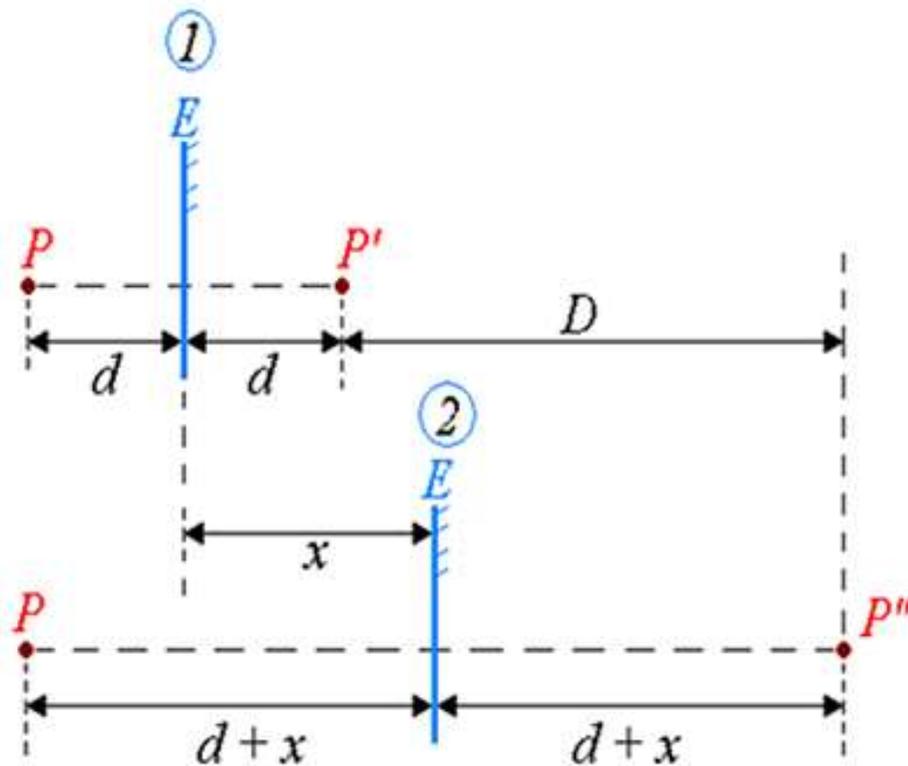
A pessoa, postada diante do espelho, ocupa três posições distintas. **A dimensão mínima do espelho não depende** da distância entre a pessoa e o espelho.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - **Campo Visual**
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Movimentando um espelho plano - Translação

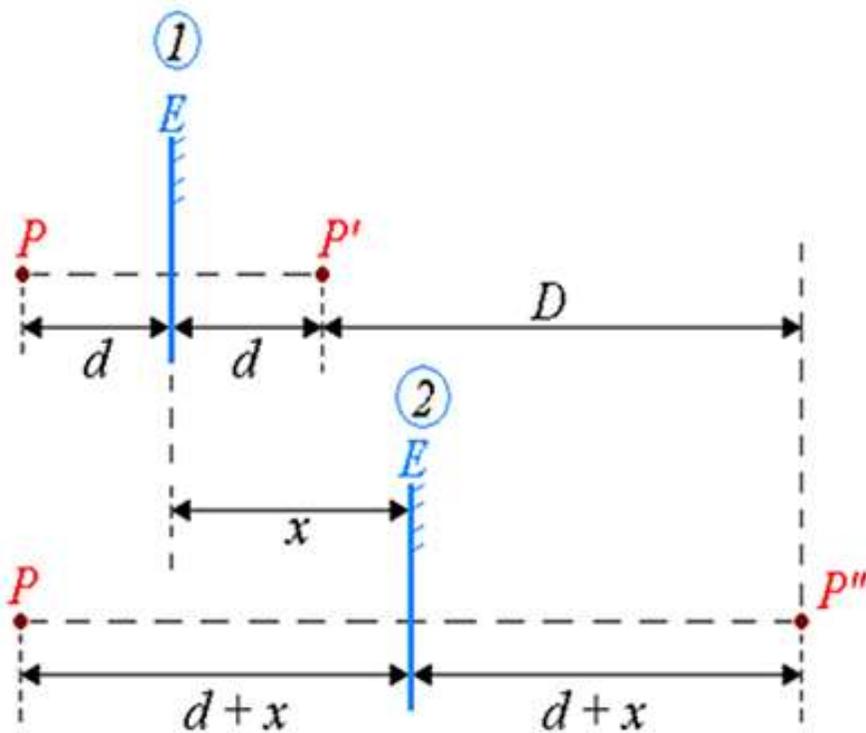


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - **Movimentando um espelho plano – Translação**
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Movimentando um espelho plano - Translação



Da figura, resulta:

$$PP' = 2d$$

$$PP'' = 2(d+x) = 2d + 2x$$

O deslocamento sofrido pela imagem do ponto P é:

$$D = PP'' - PP'$$

$$D = (2d + 2x) - 2d$$

$$D = 2x$$

Então, podemos concluir que se um objeto estiver fixo diante de um espelho que translada retilineamente de uma distância x , a correspondente imagem translada, no mesmo sentido que o espelho, uma distância $2x$.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

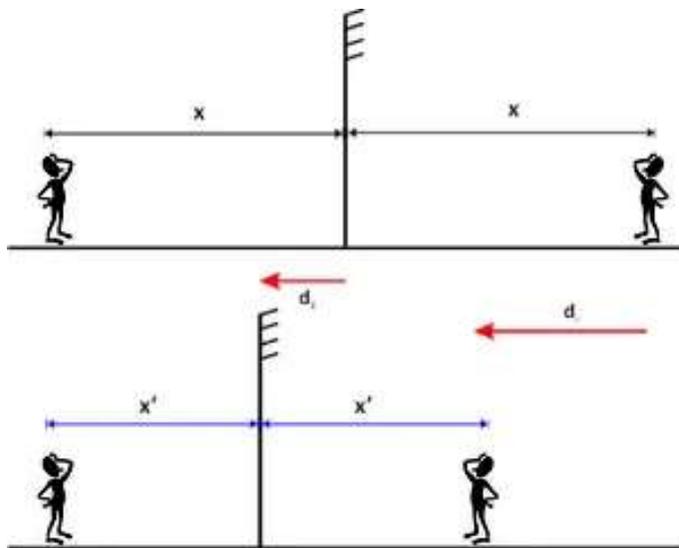
- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Movimentando um espelho plano - Translação



Quando um espelho se desloca, afastando ou aproximando do objeto temos uma variação da distância entre o objeto e o espelho.

Como a distância entre a imagem virtual e o espelho vai ser sempre igual a distância entre o objeto e o espelho, veremos a imagem virtual também se deslocar a uma certa velocidade.

Se um espelho se desloca a uma determinada velocidade, a imagem virtual vai se deslocar com o dobro dessa velocidade, ou seja:

$$v_{\text{imagem}} = 2 \cdot v_{\text{espelho}}$$

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - **Movimentando um espelho plano – Translação**
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

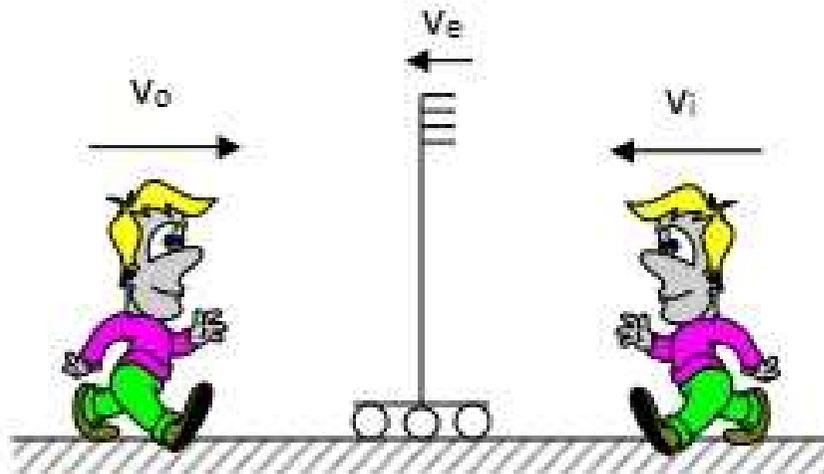
3.3 – Espelhos Planos

▪ Movimentando um espelho plano - Translação

Agora, quando quem se desloca é o objeto, consideramos a velocidade relativa entre o objeto e o espelho plano, e a velocidade da imagem virtual vai ser o dobro da velocidade relativa.

$$v_{imagem} = 2 \cdot v_{relativa}$$

$v_{relativa}$ é a velocidade relativa entre o objeto e o espelho plano;

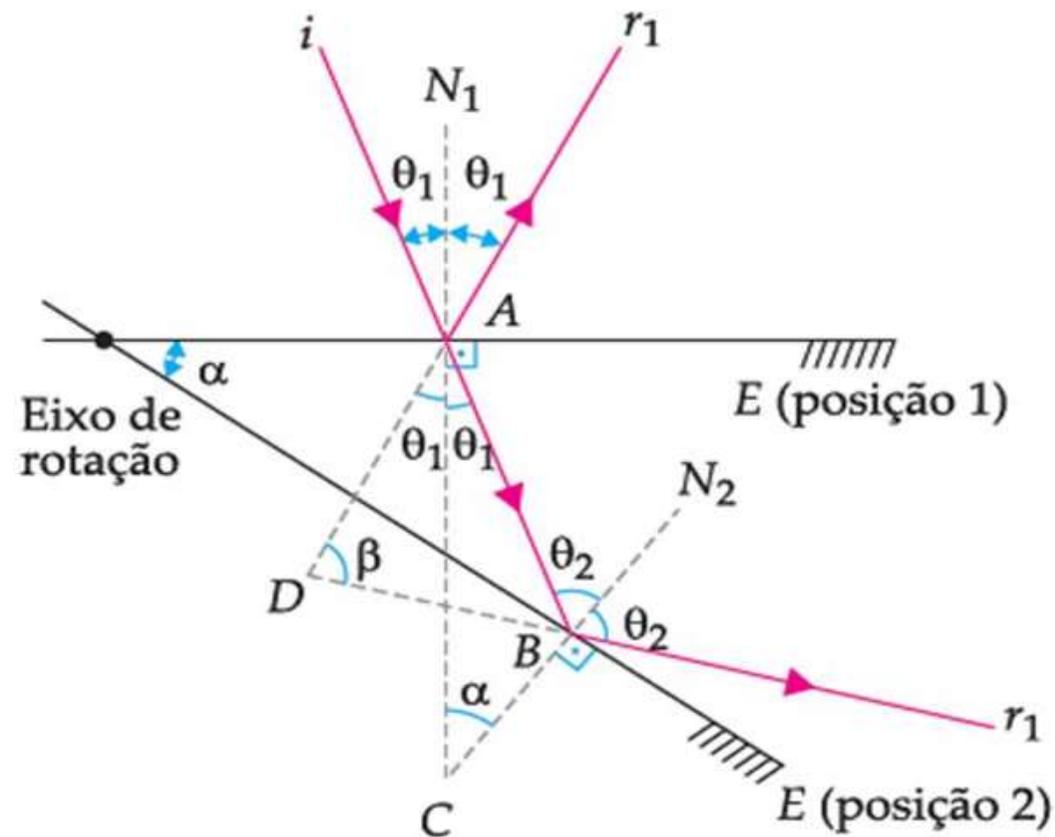


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - **Movimentando um espelho plano – Translação**
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

- Movimentando um espelho plano - Rotação



Pelo Teorema do ângulo externo
No triângulo ADB

$$\beta + 2\theta_1 = 2\theta_2$$

$$\beta = 2(\theta_2 - \theta_1)$$

Pelo Teorema do ângulo externo
No triângulo ACB

$$\alpha + \theta_1 = \theta_2$$

$$\alpha = (\theta_2 - \theta_1)$$

Logo:

$$\beta = 2\alpha$$

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- **Movimentando um espelho plano – Rotação**
- Associação de espelhos planos

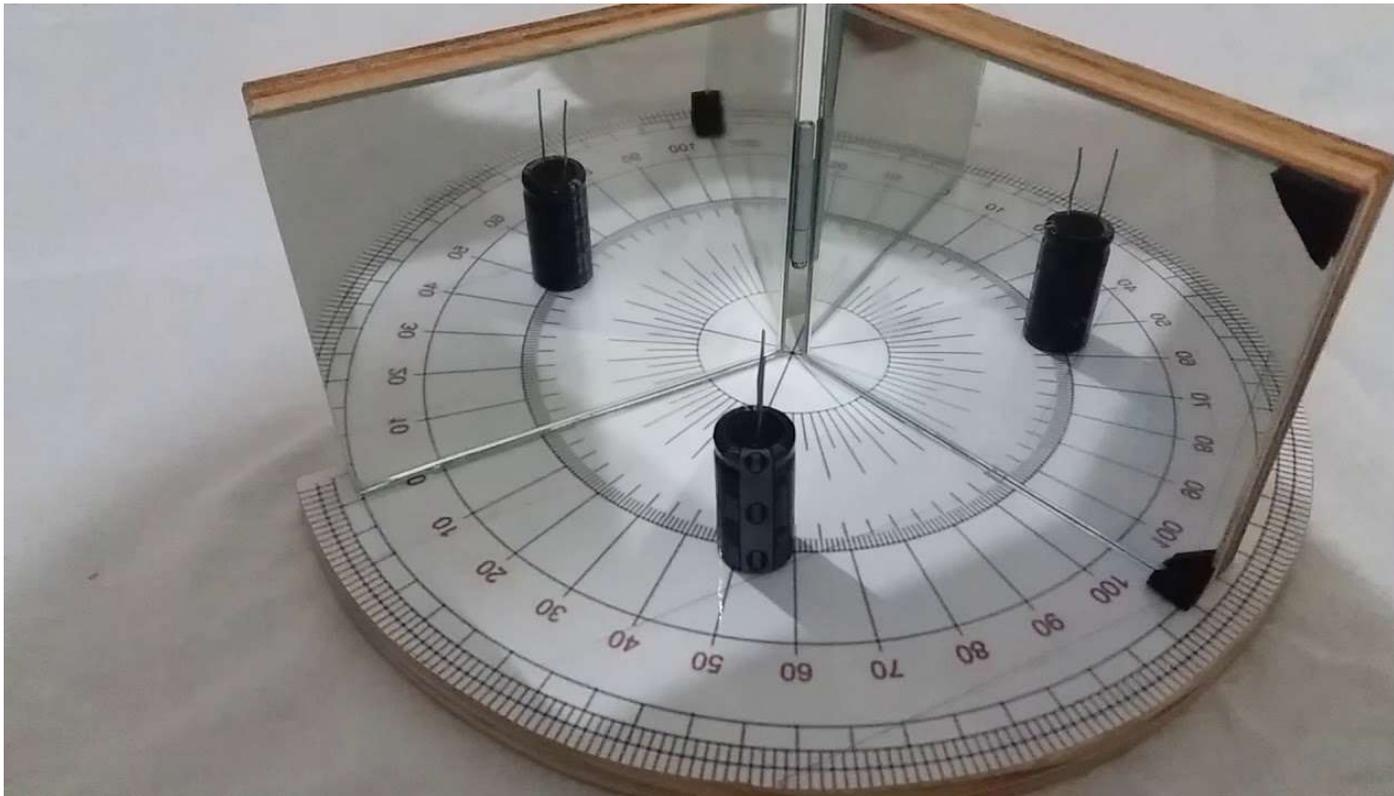
- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos

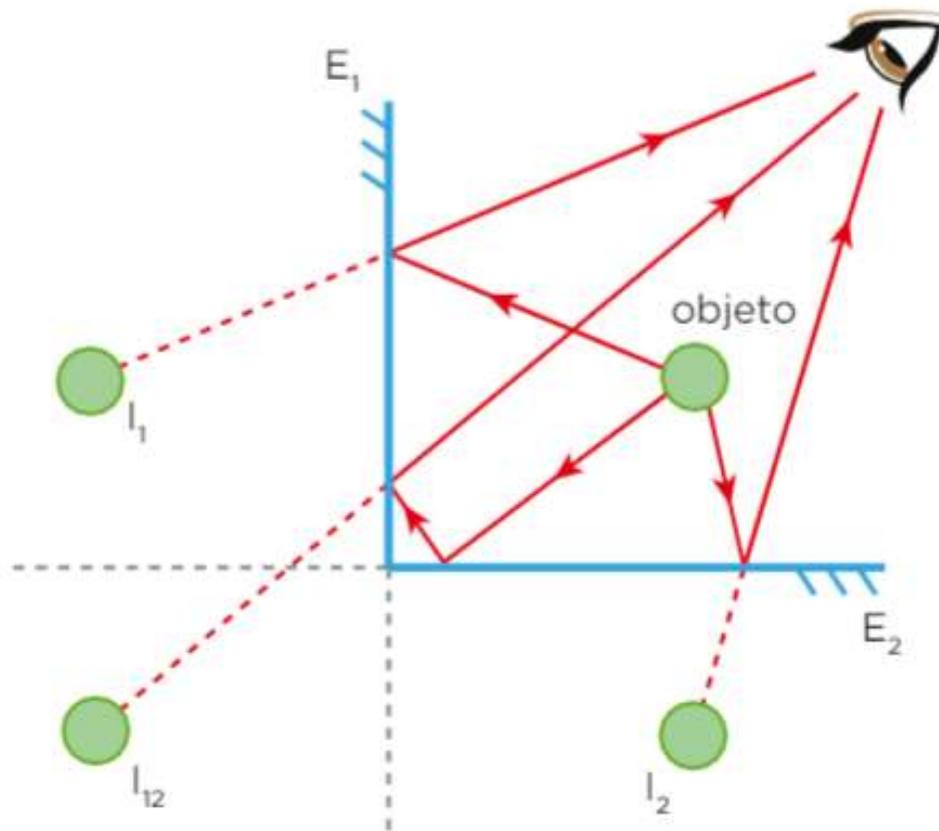


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - **Associação de espelhos planos**
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos

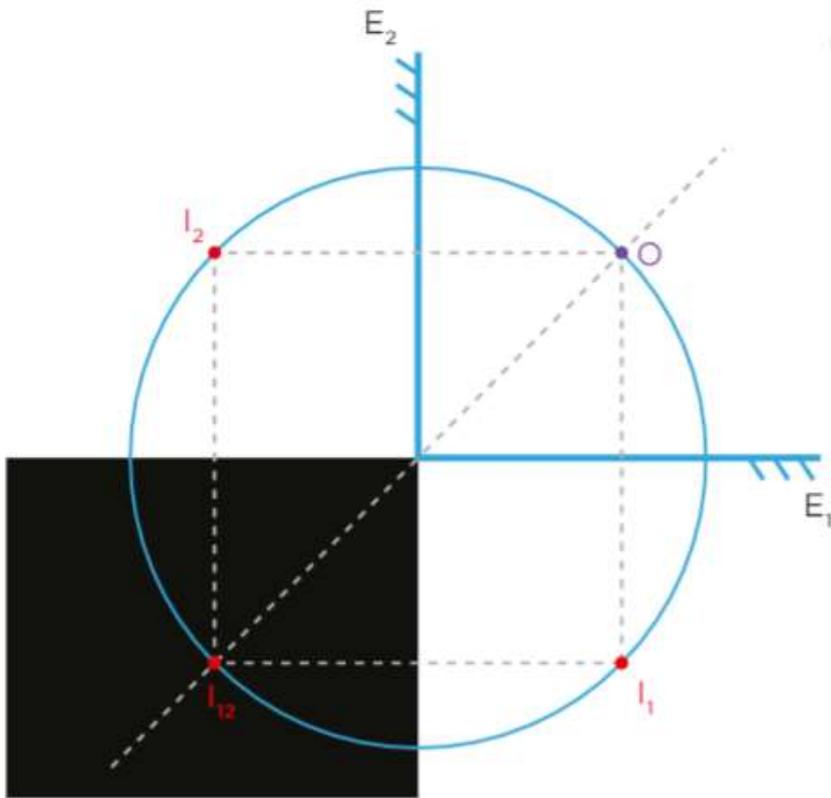


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - **Associação de espelhos planos**
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos



$$\alpha = 90^\circ$$

A região destacada em preto corresponde ao campo morto. A luz que determina a posição dessa imagem localizada no campo morto, ao ser refletida pelo espelho 2 não atinge o espelho 1 (ou ao ser refletida pelo espelho 1 não atinge o espelho 2), portanto não há uma nova imagem conjugada, finalizando o processo de construção de imagens.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - **Associação de espelhos planos**
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

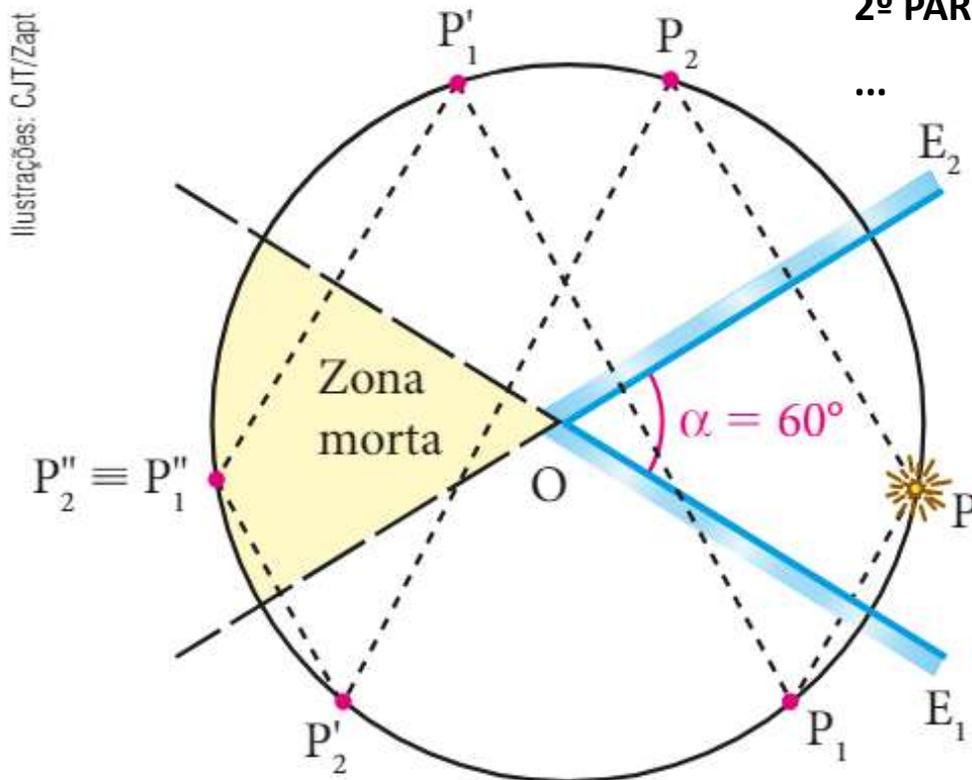
3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos

Observação:

1º PAR de Imagens – Enantiomorfas

2º PAR de Imagens – Não Enantiomorfas



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos

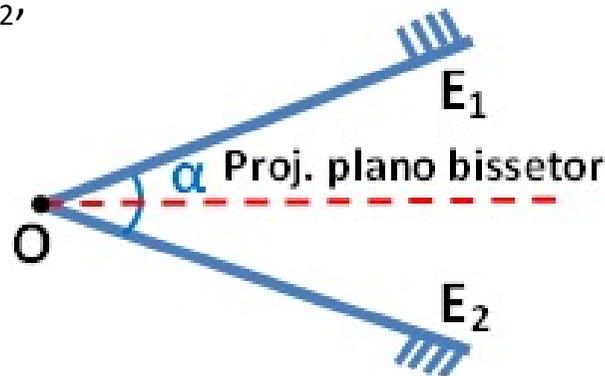
$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Se a razão $\frac{360}{\alpha}$ resultar em:

um número par, a equação é válida para o objeto O em qualquer posição no interior do diedro formado pelos planos de E_1 e de E_2 ;

um número ímpar, a equação somente é válida para o objeto O disposto no plano bissetor do diedro formado pelos planos de E_1 e de E_2 ;

um número não inteiro, a equação não é válida e o número de imagens deve ser determinado por meio da construção geométrica usando a propriedade de simetria até que a imagem surja no campo morto, finalizando o processo.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - **Associação de espelhos planos**
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

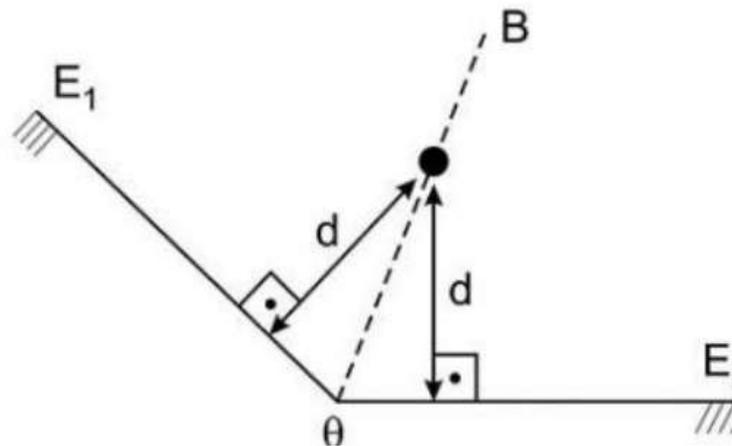
3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos

(UPE) Dois espelhos planos, E_1 e E_2 , são posicionados de forma que o maior ângulo entre eles seja igual a $\theta = 240^\circ$. Um objeto pontual está posicionado à mesma distância d até cada espelho, ficando na reta bissetriz do ângulo entre os espelhos, conforme ilustra a figura.

Sabendo que a distância entre as imagens do objeto é igual a 1,0 m, determine o valor da distância d .

- a) 0,5 m
- b) 1,5 m
- c) 2,0 m
- d) 3,5 m
- e) 4,0 m



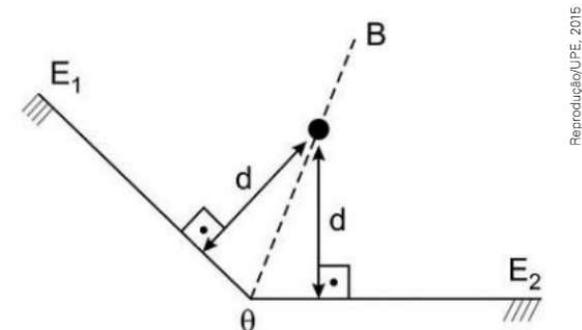
Reprodução/UPE, 2015

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.3 – Espelhos Planos

▪ Associação de Espelhos



Reprodução/UPE, 2015

Nessa figura:

$$\theta + \alpha = 360^\circ \Rightarrow 240^\circ + \alpha = 360^\circ \Rightarrow \alpha = 120^\circ$$

Pela soma dos ângulos internos de um quadrilátero:

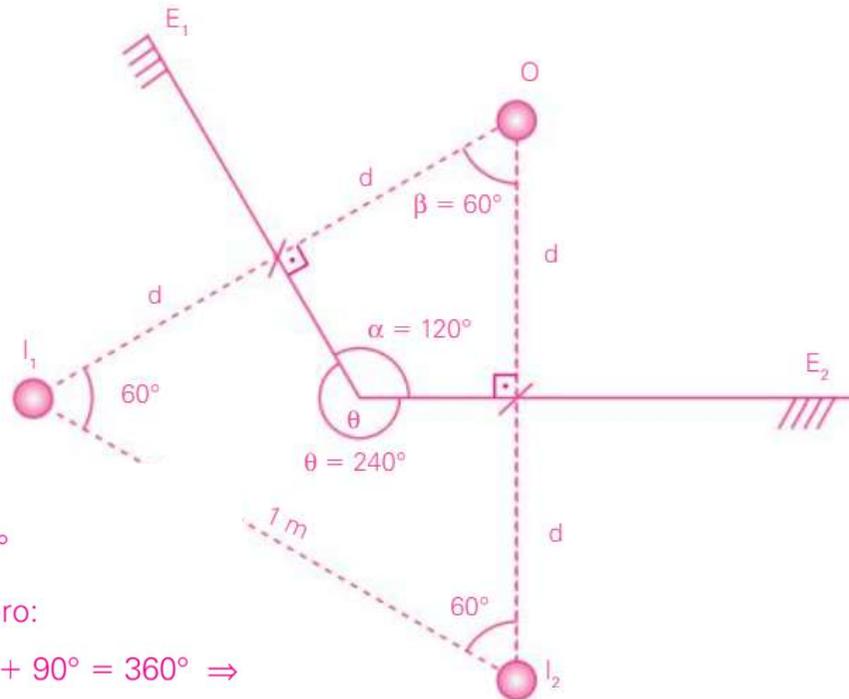
$$\beta + \alpha + 90^\circ + 90^\circ = 360^\circ \Rightarrow \beta + 120^\circ + 90^\circ + 90^\circ = 360^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = 60^\circ$$

Como se pode notar, o triângulo $I_1\hat{O}I_2$ é equilátero e tem 1 m de lado. Como no espelho plano objeto e imagem são simétricos, temos:

$$2d = 1 \quad \therefore d = 0,5 \text{ m}$$

A figura mostra as imagens I_1 e I_2 formadas pelos dois espelhos.



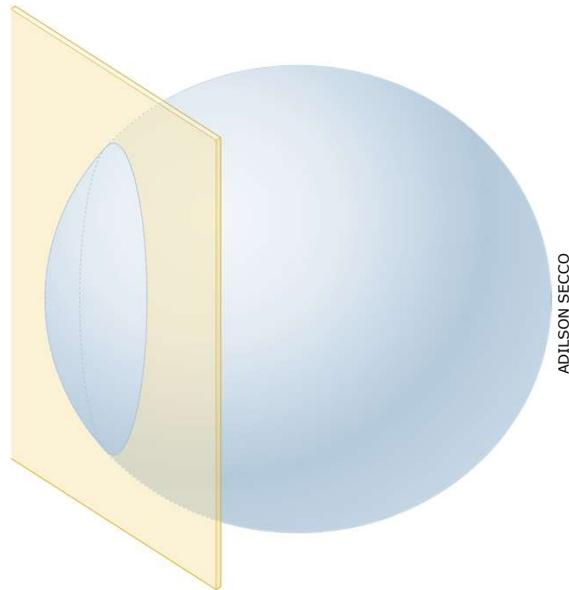
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Introdução

Espelho esférico é uma calota esférica que possui uma de suas faces espelhadas.



O plano divide a superfície esférica em duas calotas esféricas.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Introdução



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Introdução



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

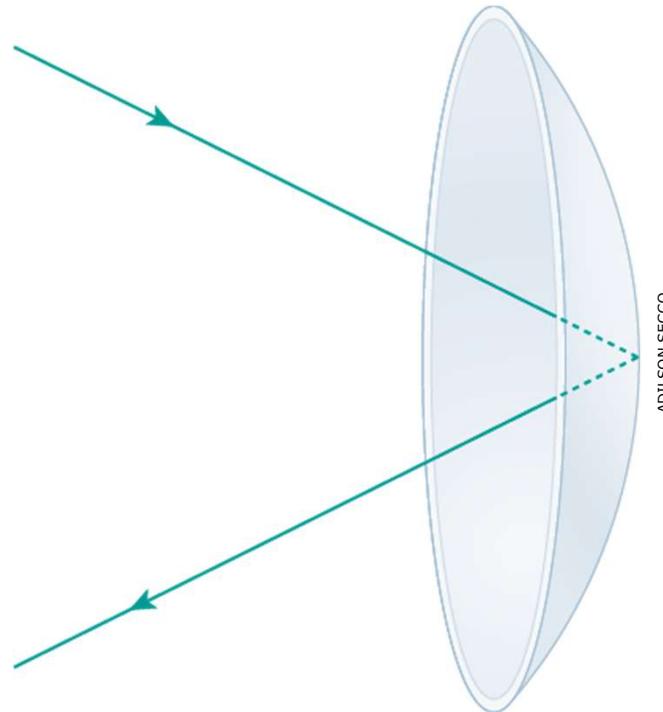
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Introdução

Superfície refletora interna.

Espelho Côncavo



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

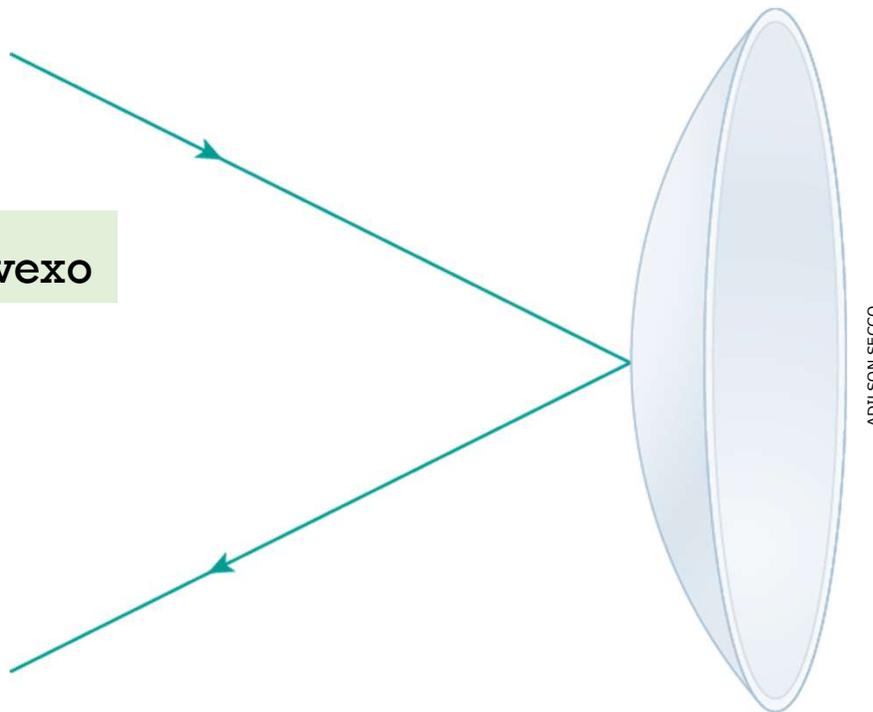
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Introdução

Superfície refletora externa.

Espelho Convexo



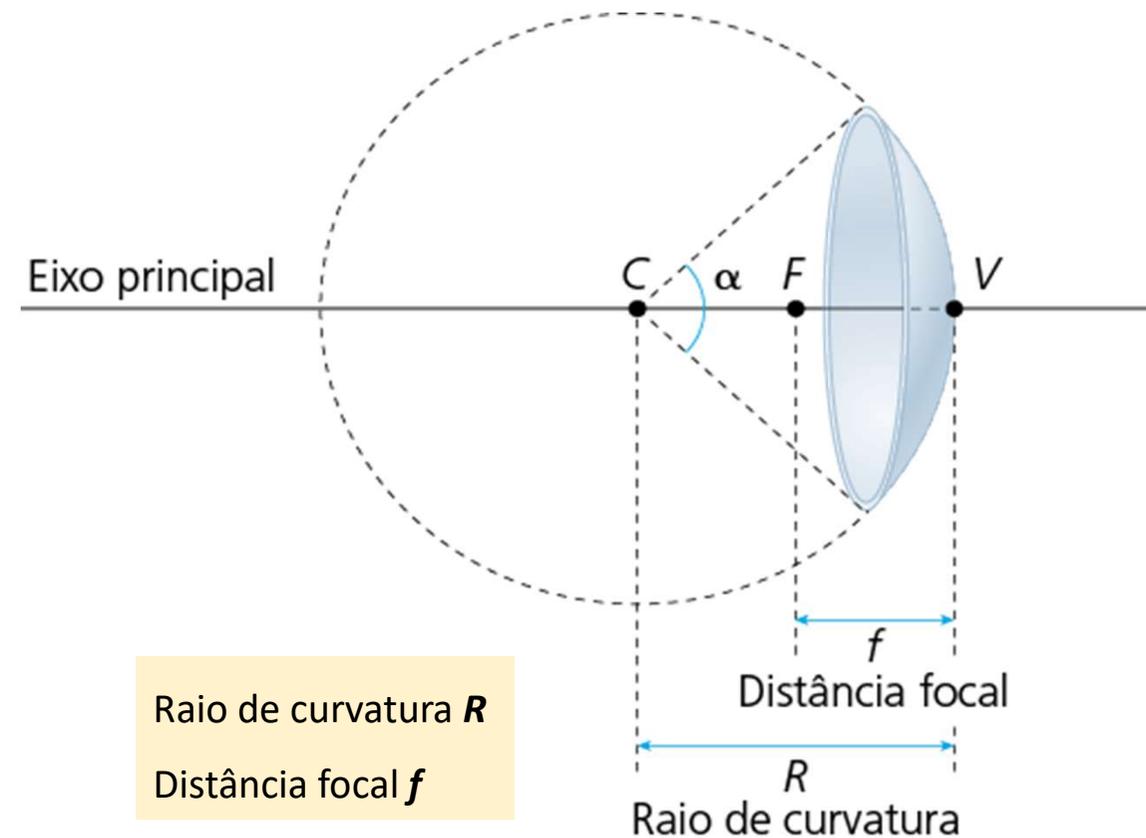
ADILSON SECCO

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - **Introdução**
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Elementos geométricos de um espelho esférico



Centro de curvatura C

Foco principal F

Vértice V

Eixo principal:
Ângulo de abertura
do espelho α
**(espelho esférico
de Gauss: $\alpha < 10^\circ$)**

$$\alpha = \text{sen}(\alpha) = \text{tg}(\alpha) \\ \text{quando } \alpha < 10^\circ$$

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

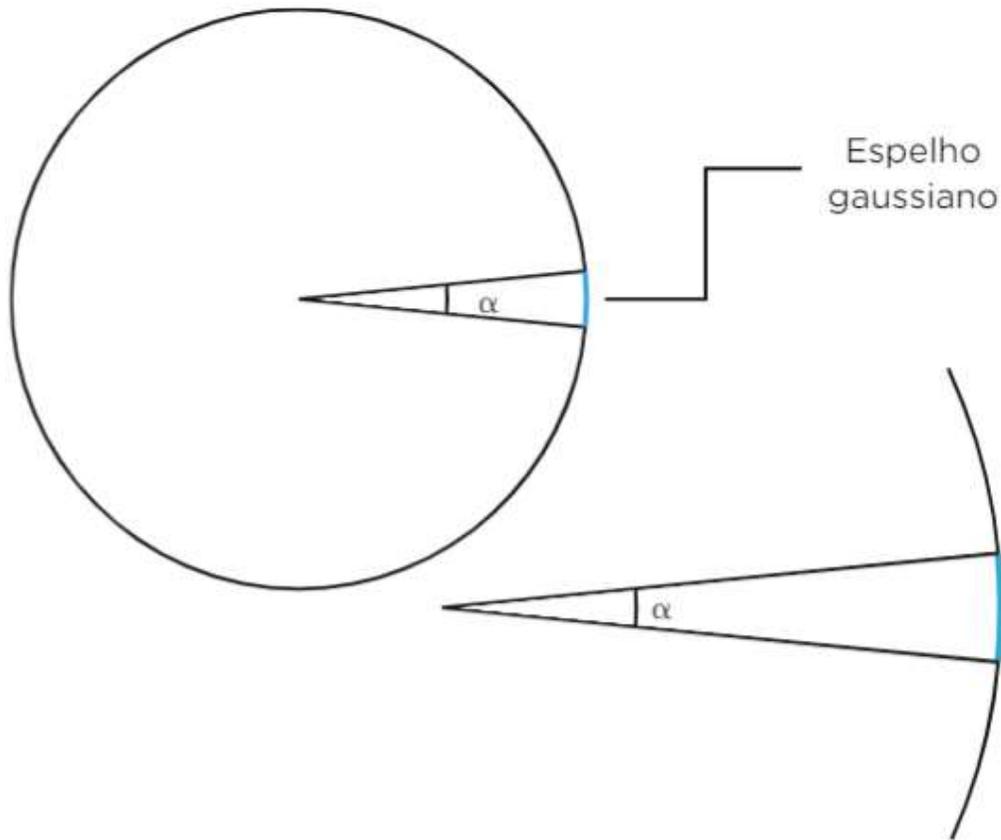
- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Elementos geométricos de um espelho esférico



Eixo principal:
Ângulo de abertura
do espelho α
**(espelho esférico
de Gauss: $\alpha < 10^\circ$)**

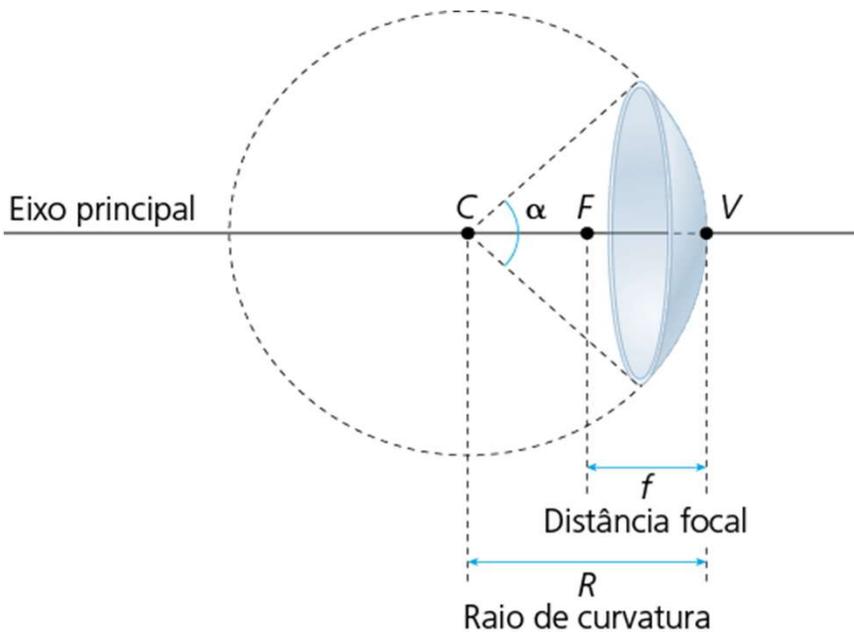
$$\alpha = \text{sen}(\alpha) = \text{tg}(\alpha) \\ \text{quando } \alpha < 10^\circ$$

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - **Elementos geométricos de um espelho esférico;**
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Elementos geométricos de um espelho esférico



Para espelhos Gaussianos:

Foco principal F do espelho de Gauss Distância focal

f Relação entre f e R:

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

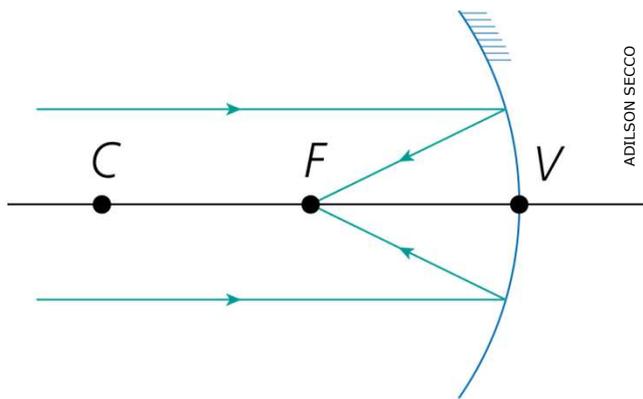
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - **Elementos geométricos de um espelho esférico;**
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

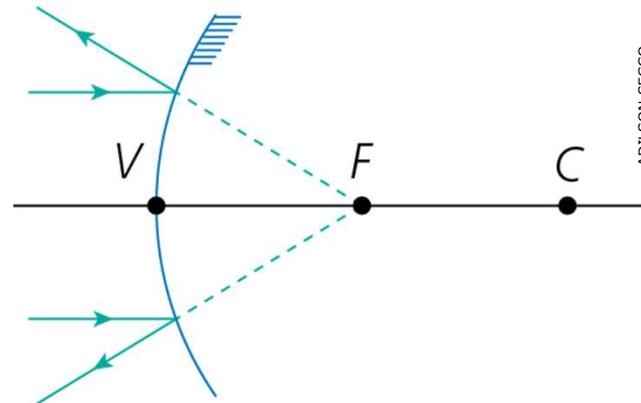
3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Formação da imagem em um espelho esférico – Raios notáveis

Os raios de luz que incidem em um espelho esférico paralelamente ao eixo principal refletem-se passando efetivamente pelo foco principal nos espelhos côncavos e através de prolongamentos nos espelhos convexos. **(2ª Lei da Reflexão)**



Espelho côncavo



Espelho convexo

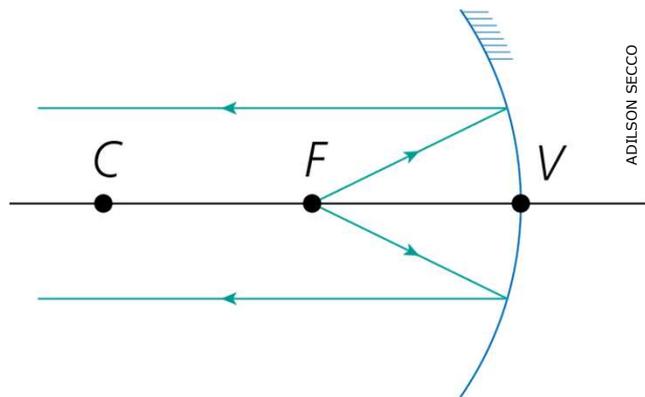
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

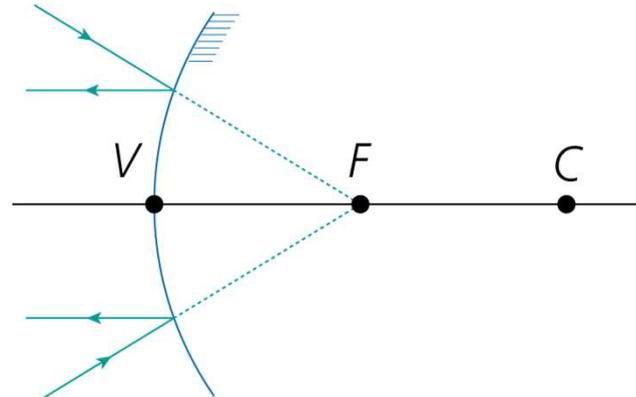
3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Formação da imagem em um espelho esférico – Raios notáveis

Os raios de luz que incidem em um espelho esférico passando pelo foco principal F efetivamente (no espelho côncavo) ou através de prolongamentos (no espelho convexo) são refletidos paralelamente ao eixo principal. **(Princípio da Reversibilidade)**



Espelho côncavo



Espelho convexo

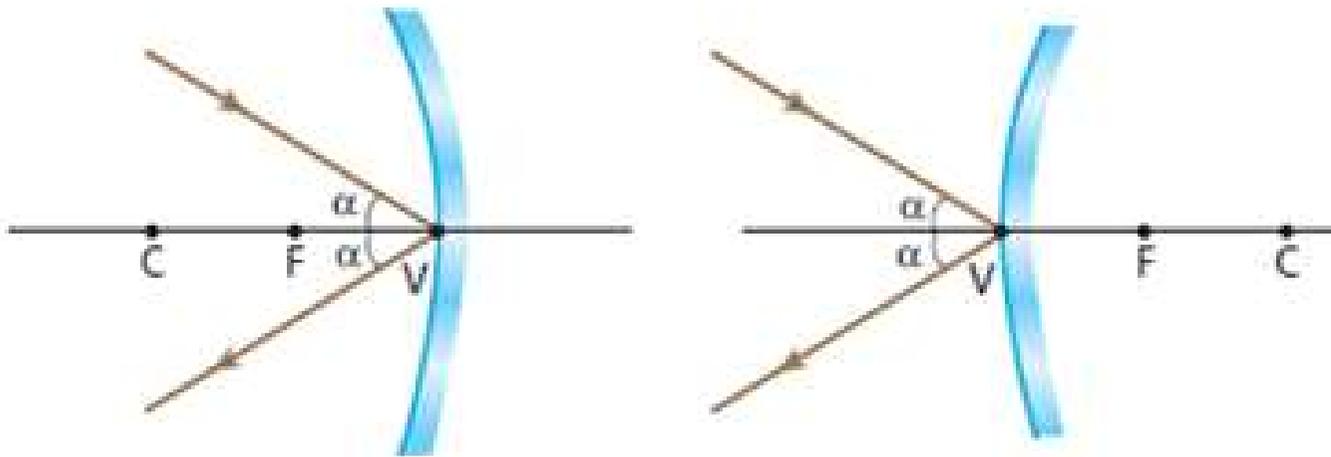
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Formação da imagem em um espelho esférico – Raios notáveis

Se o raio de luz incide sobre o vértice do espelho, o raio refletido emerge fazendo um ângulo de mesma medida em relação ao eixo principal. (**2ª Lei da Reflexão**)



- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

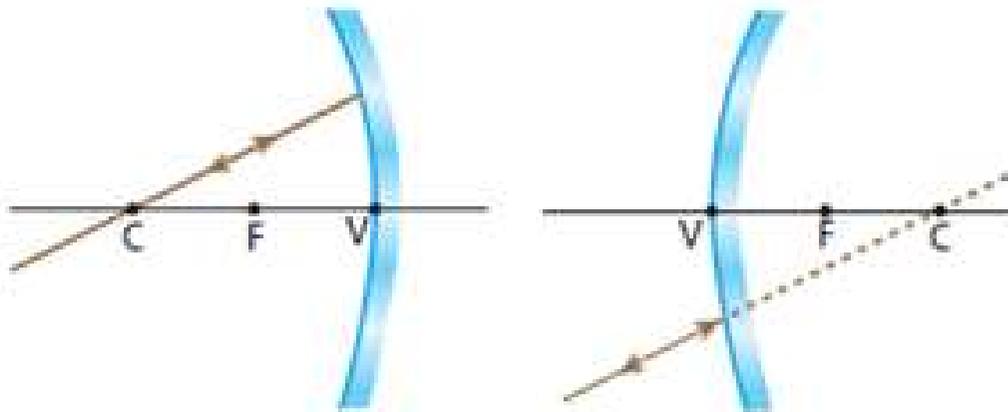
- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Formação da imagem em um espelho esférico – Raios notáveis

Se o raio de luz incide apontando para o centro de curvatura, o raio refletido emerge sobre si mesmo. (**2ª Lei da Reflexão – Incidência Normal $i = r$**)



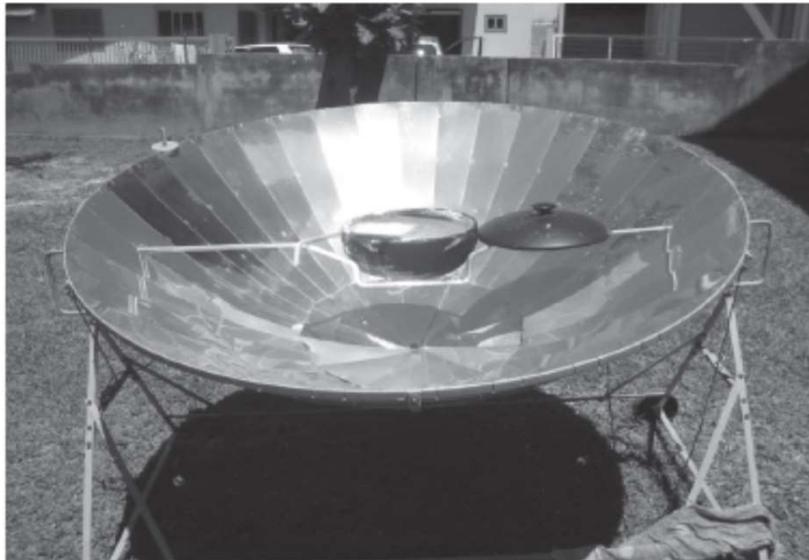
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(Enem PPL 2011) A figura mostra uma superfície refletora de formato parabólico, que tem sido utilizada como um fogão solar. Esse dispositivo é montado de tal forma que a superfície fique posicionada sempre voltada para o Sol. Neste, a panela deve ser colocada em um ponto determinado para maior eficiência do fogão.

Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010



Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

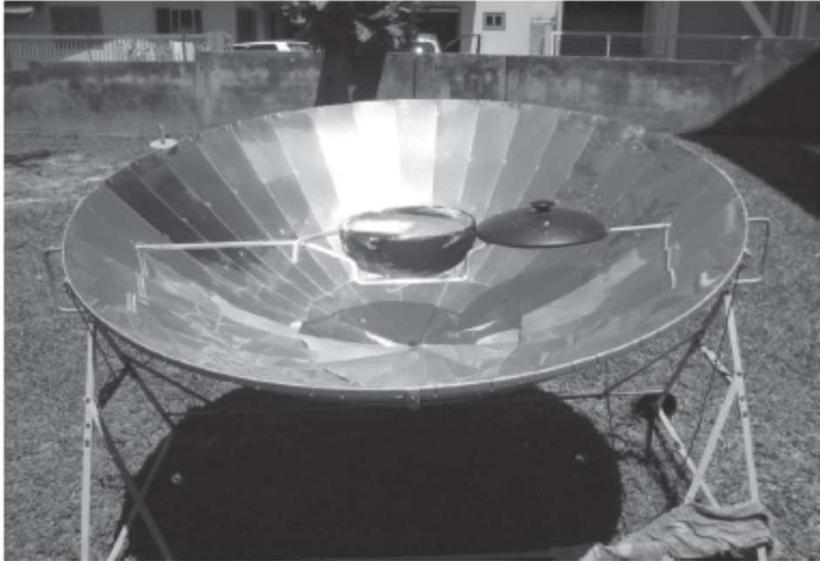
Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares

- a) refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.
- b) incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
- c) refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.**
- d) incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
- e) incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos



Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

O fogão solar funciona concentrando os raios luminosos refletidos em um único ponto chamado de foco, onde deve ser colocada a panela. Para maior eficiência deste aparato parabólico, deve-se manter sempre as superfícies refletoras que tem a forma de um espelho côncavo, voltadas para o Sol, sendo necessário alguns ajustes para tanto. Além disso, o cozinheiro deve estar protegido com óculos escuros

Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares

- refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.
- incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
- refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.**
- incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
- incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- **Formação da imagem em um espelho esférico;**
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

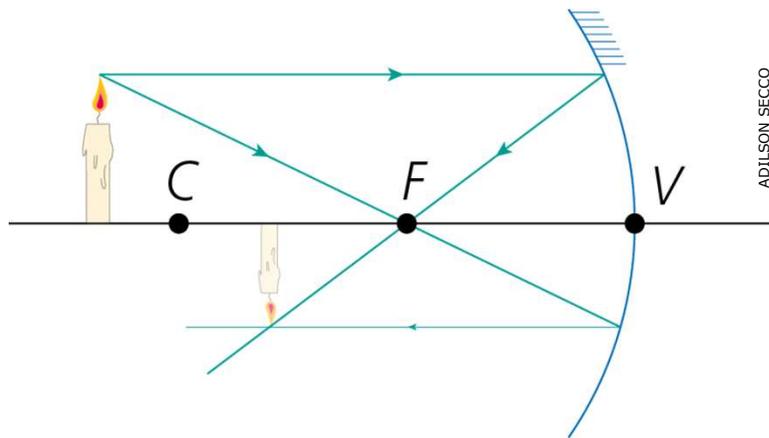
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho côncavo

Objeto situado antes do centro de curvatura C

Imagem real, invertida e menor que o objeto.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

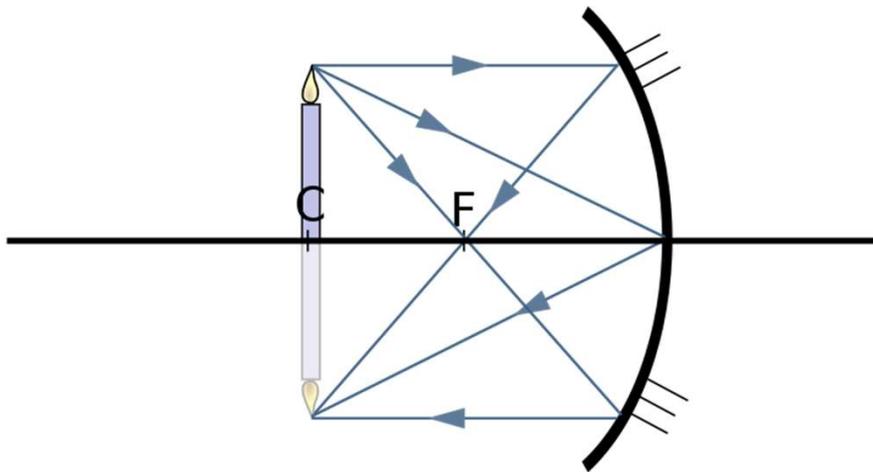
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho côncavo

Objeto situado sobre o centro de curvatura C

Imagem real, invertida e do mesmo tamanho que o objeto.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

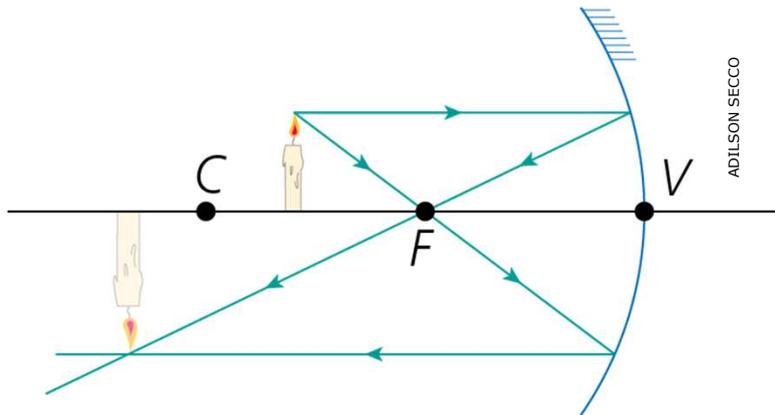
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho côncavo

Objeto situado entre o centro de curvatura C e o foco principal F

Imagem real, invertida e maior que o objeto.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

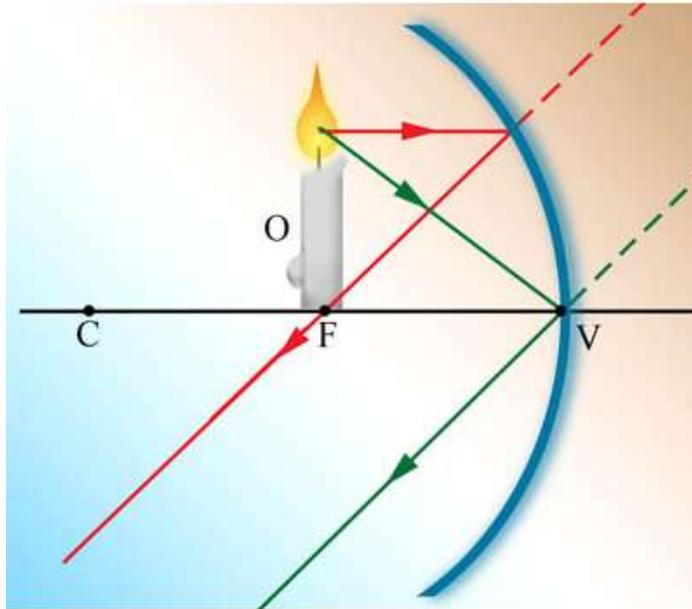
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho côncavo

Objeto situado sobre o foco principal F

Imagem imprópria



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

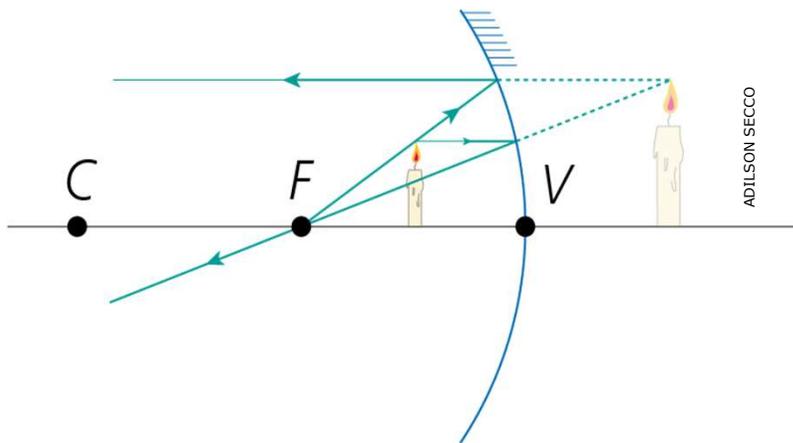
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho côncavo

Objeto situado entre o foco principal F e o vértice V:

Imagem virtual, direita e maior que o objeto.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

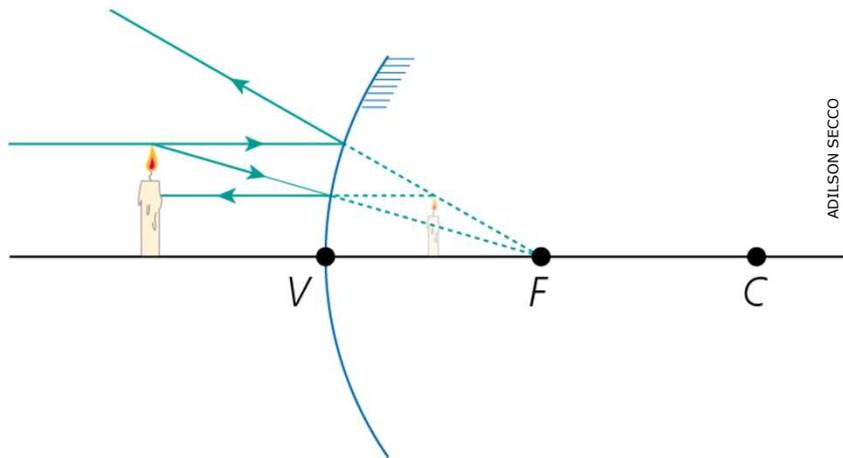
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo

Objeto situado em qualquer posição

Imagem virtual, direita e menor que o objeto.



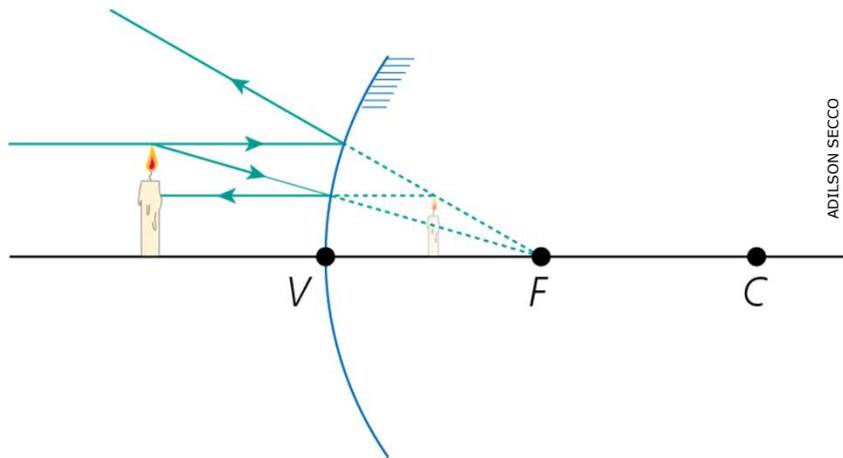
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo

Objeto situado em qualquer posição

Imagem virtual, direita e menor que o objeto.



FERNANDO FAVORETTO/CID

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo

ESPELHOS ESFÉRICOS - TABELA RESUMIDA					
ESPELHO CÔNCAVO					
Img	Posição do Objeto	Posição da Imagem	Características da Imagem		
1	Antes do Centro C	entre C e F	Real	Invertida	Menor
2	No Centro C	No ponto C	Real	Invertida	Igual
3	Entre C e F	antes do centro C	Real	Invertida	Maior
4	No Foco F	Infinito	Imprópria		
5	Entre F e V		Virtual	Direita	Maior

ESPELHO CONVEXO					
Img	Posição do Objeto	Posição da Imagem	Características da Imagem		
1	Qualquer	Entre V e F	Virtual	Direita	Menor

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

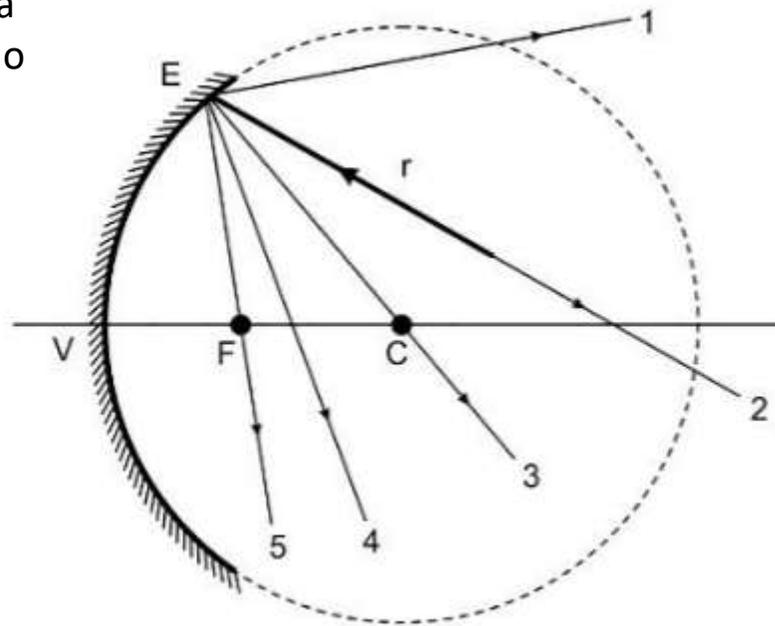
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(PUC-RS) Na figura abaixo, ilustra-se um espelho esférico côncavo E e seus respectivos centro de curvatura (C), foco (F) e vértice (V). Um dos infinitos raios luminosos que incidem no espelho tem sua trajetória representada por r. As trajetórias de 1 a 5 se referem a possíveis caminhos seguidos pelo raio luminoso refletido no espelho.

O número que melhor representa a trajetória percorrida pelo raio r, após refletir no espelho E, é

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4**
- e) 5

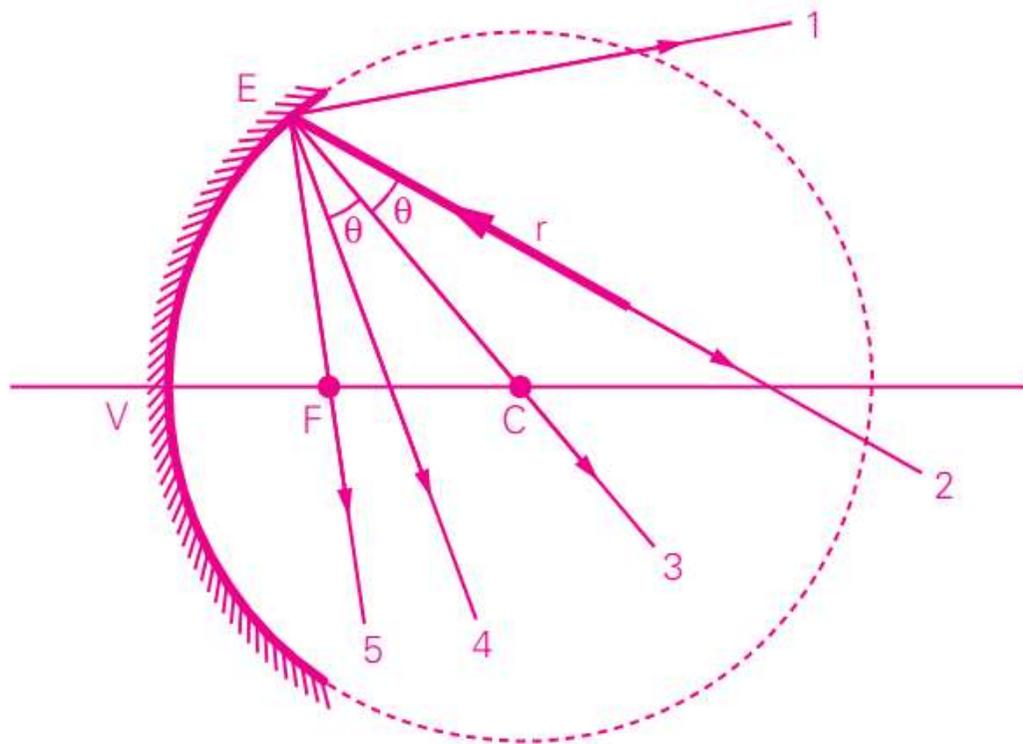


Reprodução/PUC-RS, 2017

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos



No desenho, temos representados o raio incidente r , a reta normal – que coincide com o raio 3, segmento de reta que passa pelo centro –, o ângulo θ de incidência e um outro ângulo de mesmo valor, representando o ângulo de reflexão; da figura, concluímos que o raio refletido só pode ser o representado pela reta 4, conforme mostra a figura ao lado.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

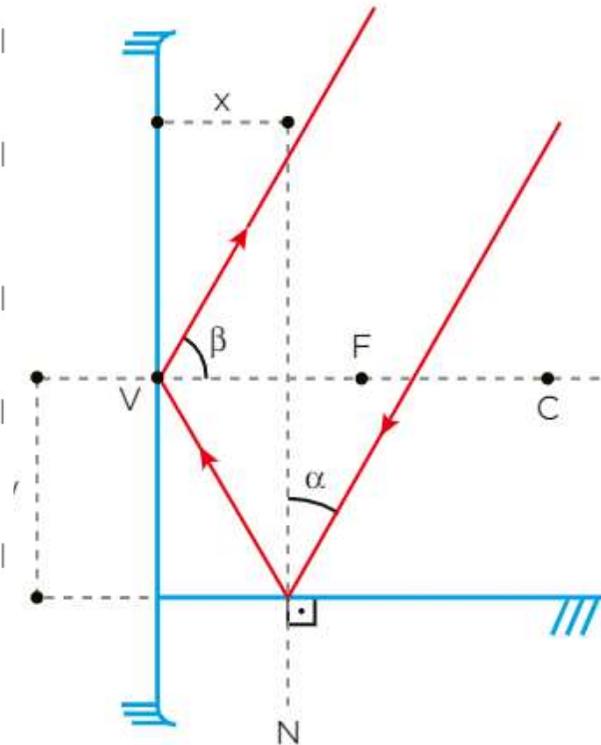
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Exercício - Um espelho esférico gaussiano do tipo côncavo está associado perpendicularmente a um espelho plano, como mostra a figura. O raio de luz representado incide sobre o espelho plano e reflete atingindo o vértice do espelho esférico quando realiza nova reflexão. O ângulo de incidência no espelho plano mede α e o ângulo de reflexão no espelho esférico mede β .

Admitindo que $x = 1$ m, quando o ângulo α medir:

- a) 30° , o ângulo β medirá 30° e a medida de y será igual a $\sqrt{3}$ m.
- b) 30° , o ângulo β medirá 60° e a medida de y será igual a $\frac{\sqrt{3}}{3}$ m.
- c) 30° , o ângulo β medirá 60° e a medida de y será igual a $\sqrt{3}$ m.**
- d) 60° , o ângulo β medirá 60° e a medida de y será igual a $\frac{\sqrt{3}}{3}$ m.
- e) 60° , o ângulo β medirá 30° e a medida de y será igual a $\sqrt{3}$ m.

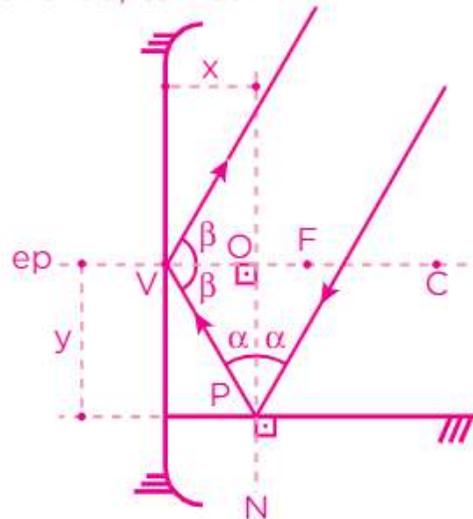


- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Anotando os valores dos ângulos nos pontos P e V, de acordo com as leis da reflexão, temos:



O triângulo VPO é retângulo; logo, $\alpha + \beta = 90^\circ$

Se $\alpha = 30^\circ$, então $\beta = 60^\circ$

Como $x = 1 \text{ m}$ e $\text{tg } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$, temos:

$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{x}{y} \Rightarrow y = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ m}$$

Admitindo que $x = 1 \text{ m}$, quando o ângulo α me

a) 30° , o ângulo β medirá 30° e a medida de y a $\sqrt{3} \text{ m}$.

b) 30° , o ângulo β medirá 60° e a medida de y a $\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m}$.

c) 60° , o ângulo β medirá 60° e a medida de y a $\sqrt{3} \text{ m}$.

d) 60° , o ângulo β medirá 30° e a medida de y a $\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m}$.

e) 30° , o ângulo β medirá 30° e a medida de y a $\sqrt{3} \text{ m}$.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(UFG) O sistema óptico encontrado no farol de um automóvel é constituído por um espelho côncavo e uma lâmpada posicionada sobre o seu eixo de simetria. Considerando-se que o feixe de luz proveniente desse farol seja divergente, a posição da lâmpada deve ser

- a) sobre a posição focal.
- b) entre o vértice e a posição focal.**
- c) entre a posição focal e o centro de curvatura.
- d) após o centro de curvatura.
- e) sobre a posição do centro de curvatura.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

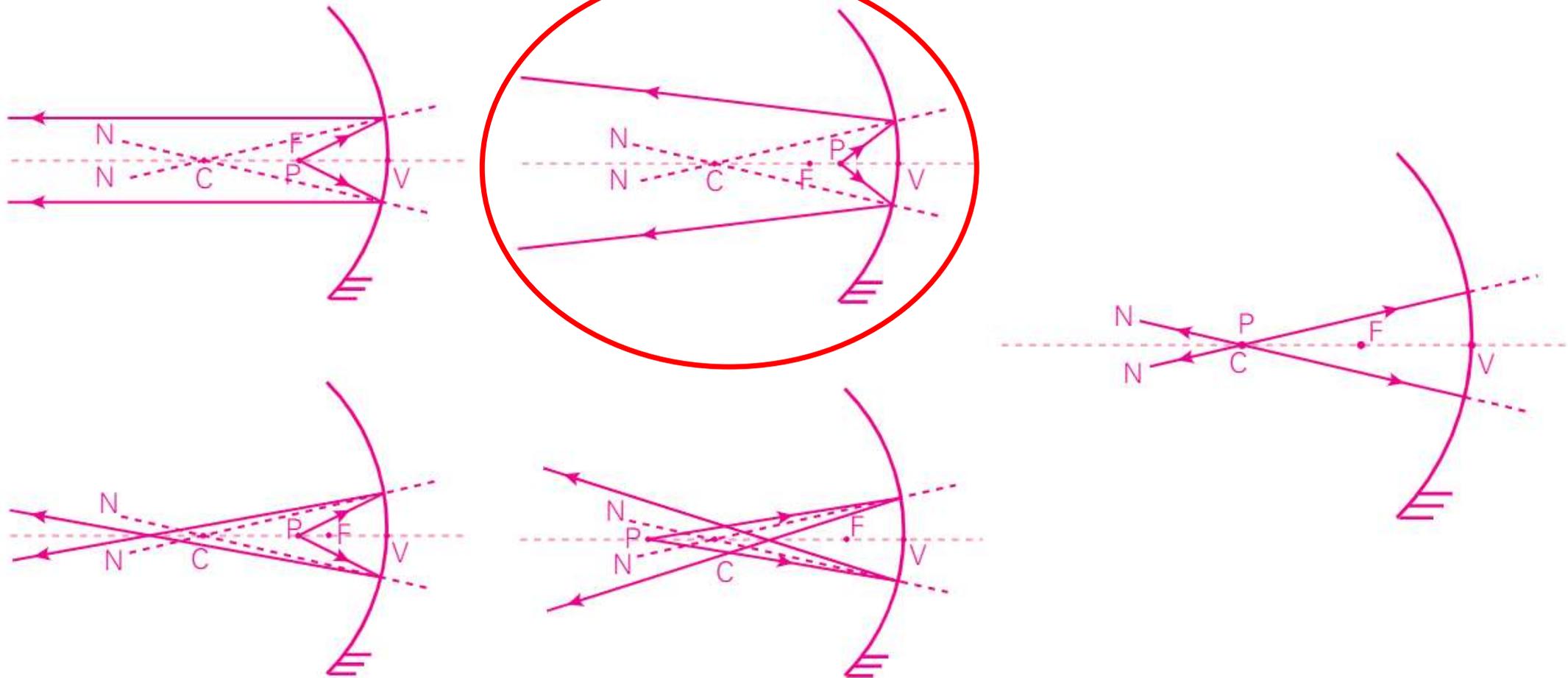
- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

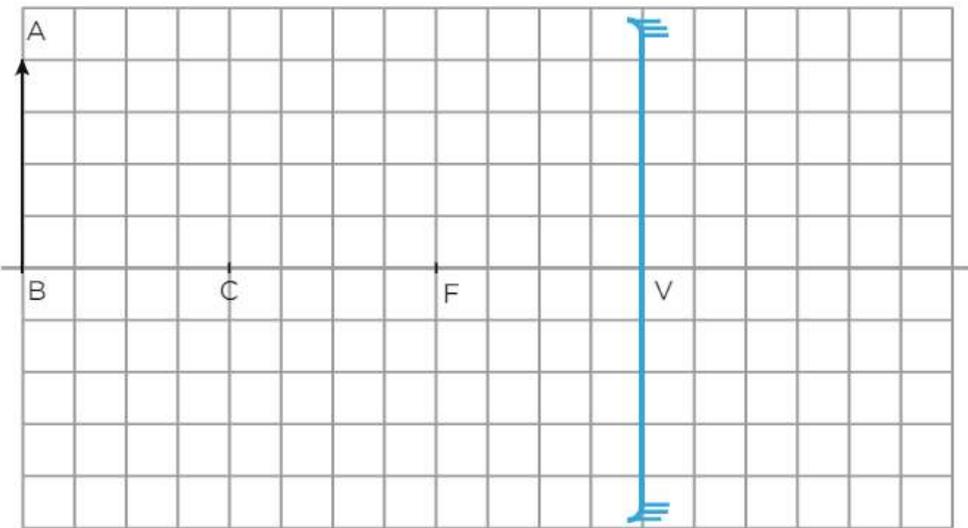
3.4 – Espelhos Esféricos



Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

EXERCÍCIO - Um objeto linear AB com 20 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 60 cm de um espelho esférico côncavo, cuja distância focal é 20 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pelo espelho, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



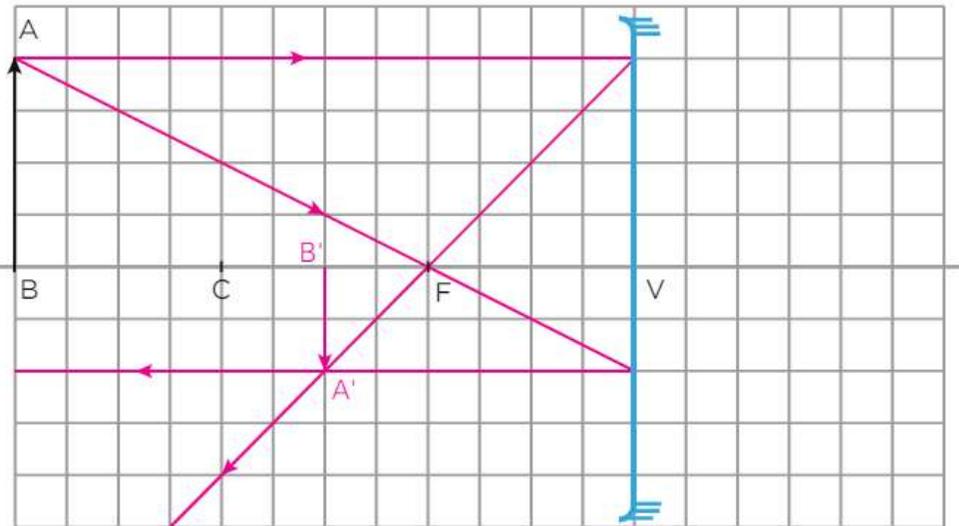
Natureza da imagem	
Distância da imagem ao espelho	
Comprimento da imagem	
Orientação da imagem	

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

EXERCÍCIO - Um objeto linear AB com 20 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 60 cm de um espelho esférico côncavo, cuja distância focal é 20 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pelo espelho, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



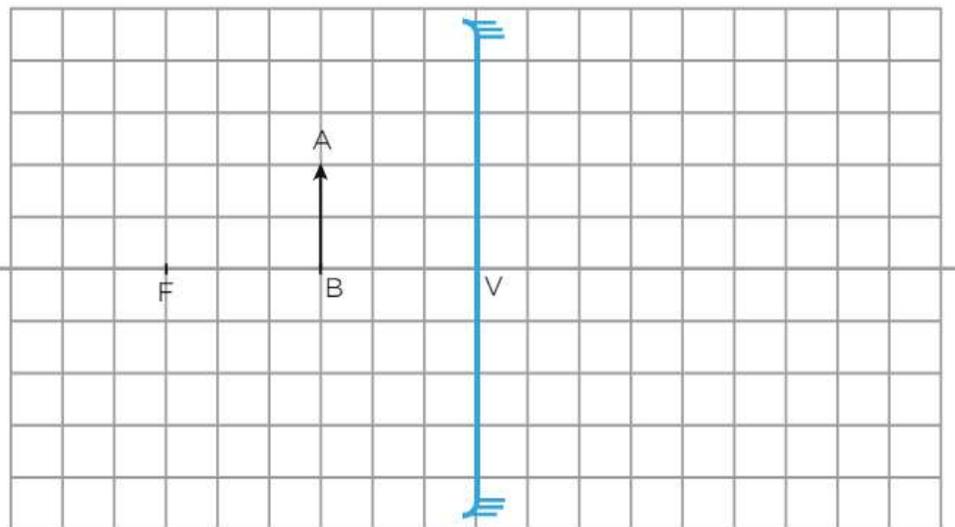
Natureza da imagem	Real
Distância da imagem ao espelho	30 cm
Comprimento da imagem	10 cm
Orientação da imagem	Invertida em relação ao objeto

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

EXERCÍCIO - Um objeto linear AB com 10 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 15 cm do vértice de um espelho esférico côncavo, cuja distância focal é 30 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pelo espelho, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



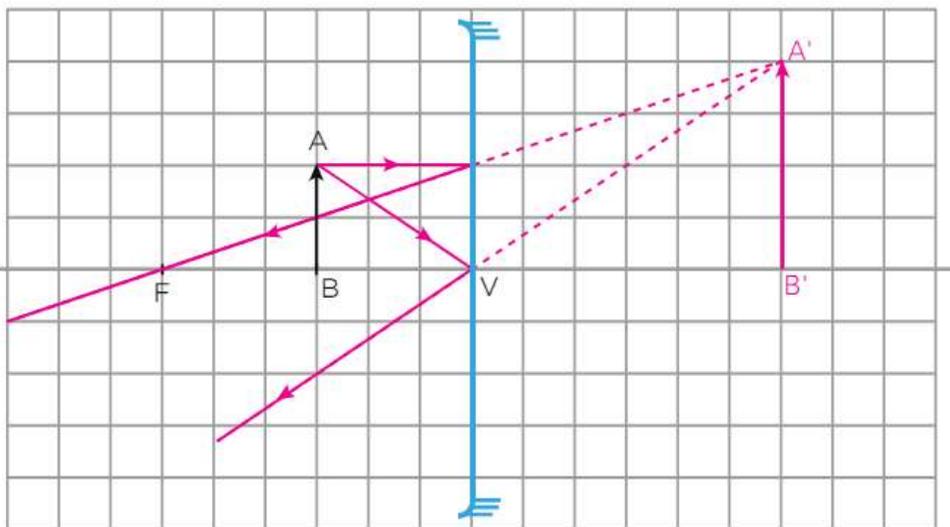
Natureza da imagem	
Distância da imagem ao espelho	
Comprimento da imagem	
Orientação da imagem	

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

EXERCÍCIO - Um objeto linear AB com 10 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 15 cm do vértice de um espelho esférico côncavo, cuja distância focal é 30 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pelo espelho, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



Natureza da imagem	Virtual
Distância da imagem ao espelho	30 cm
Comprimento da imagem	20 cm
Orientação da imagem	Direita em relação ao objeto

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

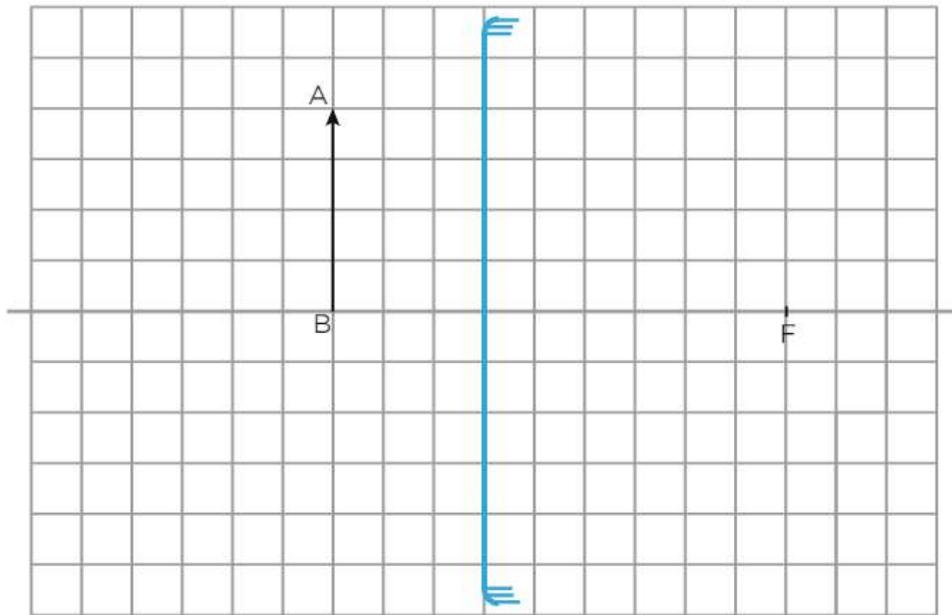
- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

EXERCÍCIO - Um objeto linear com 20 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 15 cm diante de um espelho esférico convexo, cuja distância focal é 30 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pelo espelho, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



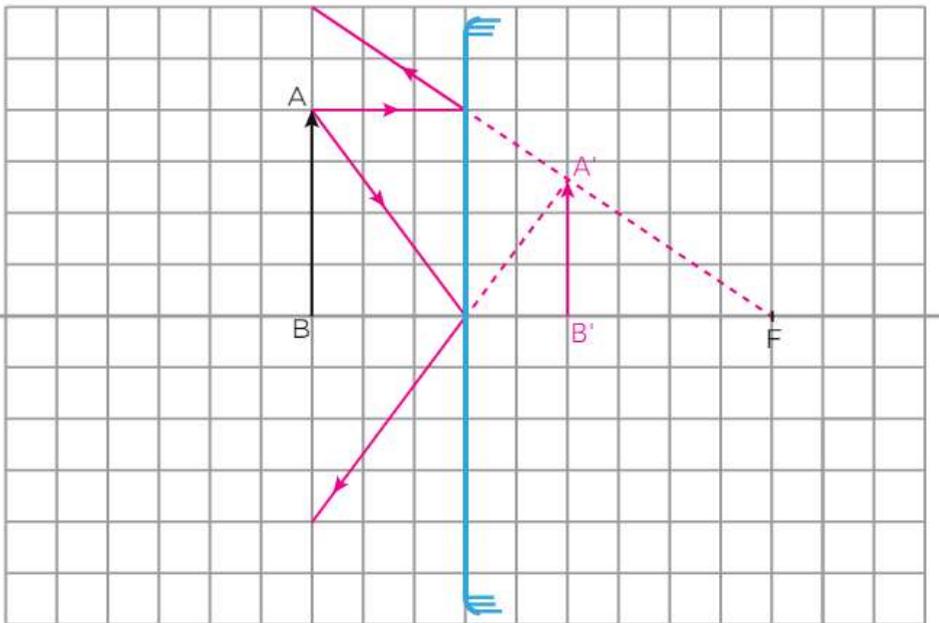
Natureza da imagem	
Distância da imagem ao espelho	
Comprimento da imagem	
Orientação da imagem	

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

EXERCÍCIO - Um objeto linear com 20 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 15 cm diante de um espelho esférico convexo, cuja distância focal é 30 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pelo espelho, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



Natureza da imagem	Virtual
Distância da imagem ao espelho	10 cm
Comprimento da imagem	Menor que o do objeto
Orientação da imagem	Direita em relação ao objeto

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(ENEM PPL 2010)

Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real.

Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito distante dos olhos do condutor.

Disponível em: <http://noticias.vrum.com.br>. Acesso em: 3 nov. 2010 (adaptado).

Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece entrar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de

- a) a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
- b) a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
- c) o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.
- d) o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
- e) o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

Não há contradição devido ao fato de que o aumento do campo visual pela curvatura do espelho faz com que suas imagens fiquem menores e o cérebro as interpreta como se o objeto estivesse mais longe, neste aspecto, essa informação deve ser confirmada com a comparação de imagens através do retrovisor central que é um espelho plano.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(Enem 2ª aplicação 2014)

A ilustração representa uma das mais conhecidas obras do artista gráfico holandês M. C. Escher. Seu trabalho tem como características as figuras geométricas e ilusões de óptica.

Disponível em: www.myspace.com. Acesso em: 20 out. 2011.



Pelas características da imagem formada na gravura, o artista representou um espelho esférico do tipo

- a) convexo, pois as imagens de todos os objetos, formadas na esfera, inclusive a do artista, são virtuais.
- b) côncavo, pois as imagens são direitas, indicando que todos os objetos visualizados estão entre o foco e o espelho.
- c) côncavo, devido ao pequeno campo de visão, não é possível observar todos os detalhes do local onde se encontra o artista.
- d) convexo, pois as imagens são formadas pelo cruzamento dos raios de luz refletidos pela esfera, por isso as imagens são direitas e não invertidas.
- e) côncavo, devido às imagens formadas por este espelho serem todas reais, ou seja, formadas pelo cruzamento dos raios de luz refletidos pela esfera

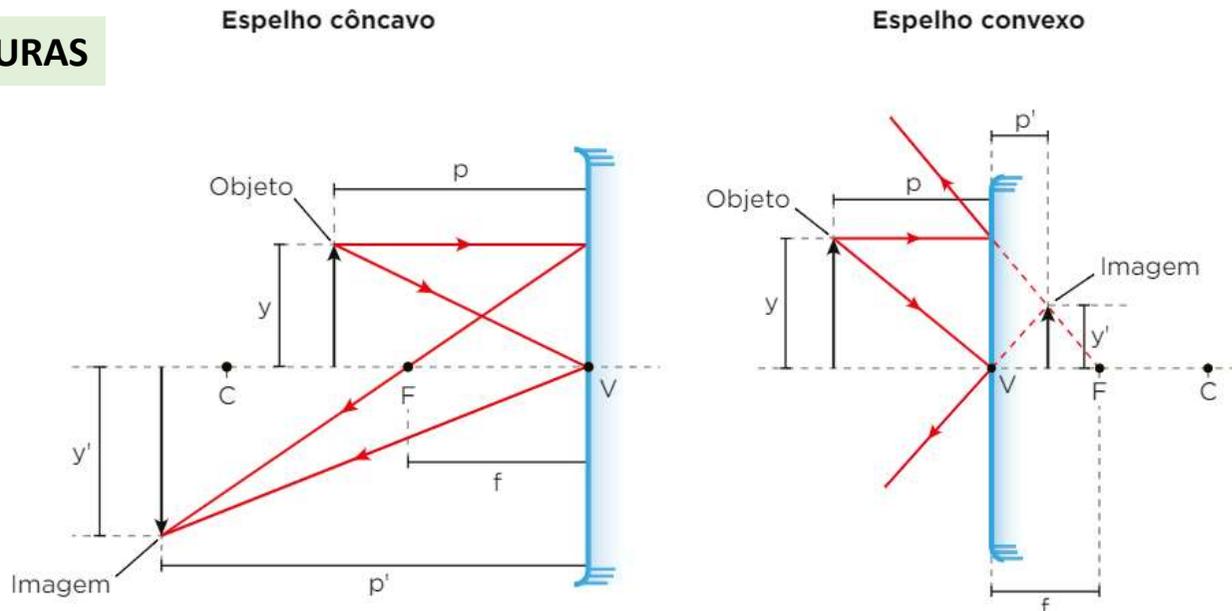
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - **Formação da imagem em um espelho esférico;**
 - Equação de Gauss;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

A) NOMENCLATURAS



Símbolo	Nomenclatura	Informação
p	Abcissa do objeto	localização do objeto em relação ao espelho e à natureza do objeto
p'	Abcissa da imagem	localização da imagem em relação ao espelho e à natureza da imagem
f	Abcissa do foco	localização do foco em relação ao espelho e à natureza do foco
y	Ordenada do objeto	comprimento do objeto e a sua orientação em relação ao eixo principal
y'	Ordenada da imagem	comprimento da imagem e a sua orientação em relação ao eixo principal

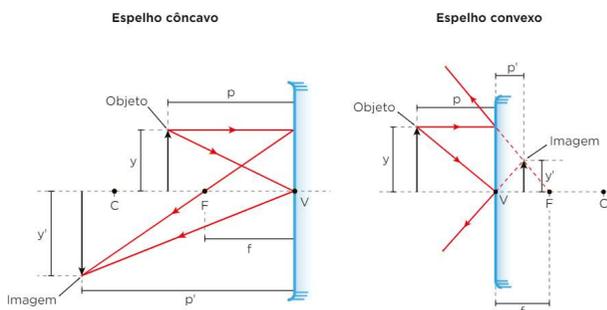
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss;**
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

B) CONVENÇÃO DE SINAIS



Símbolo	Nomenclatura	Informação
p	Abcissa do objeto	localização do objeto em relação ao espelho e à natureza do objeto
p'	Abcissa da imagem	localização da imagem em relação ao espelho e à natureza da imagem
f	Abcissa do foco	localização do foco em relação ao espelho e à natureza do foco
y	Ordenada do objeto	comprimento do objeto e a sua orientação em relação ao eixo principal
y'	Ordenada da imagem	comprimento da imagem e a sua orientação em relação ao eixo principal

Para as ordenadas y e y'	
Elemento acima do eixo principal	Ordenada positiva
Elemento abaixo do eixo principal	Ordenada negativa

Para as abscissas p , p' e f	
Elemento real	Abcissa positiva
Elemento virtual	Abcissa negativa

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
- **CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ**
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss;**
 - Equação do aumento linear.

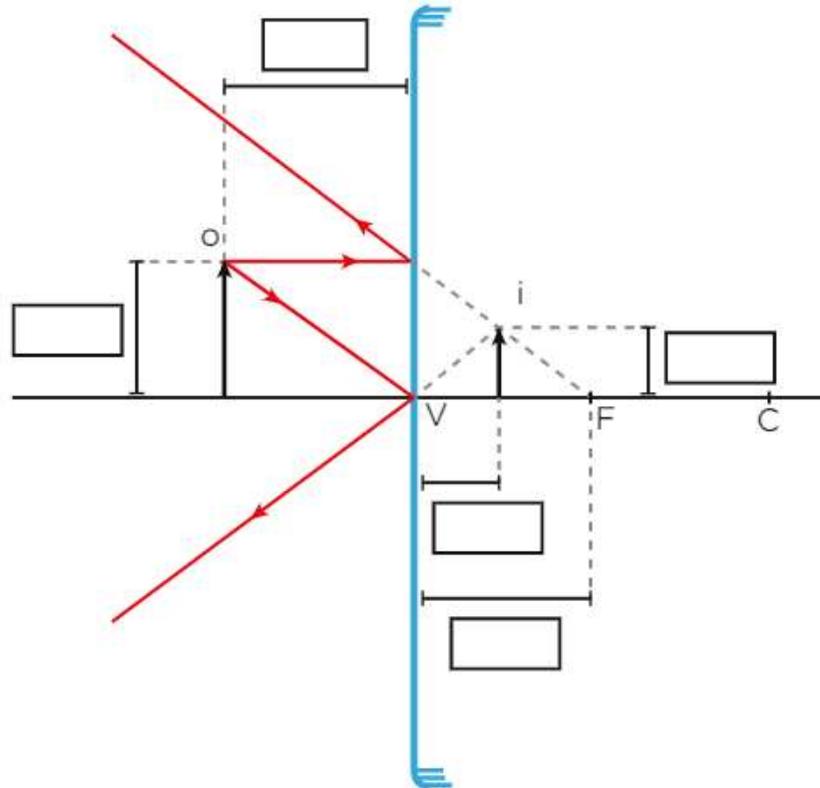
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

EXERCÍCIO - Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.

a)



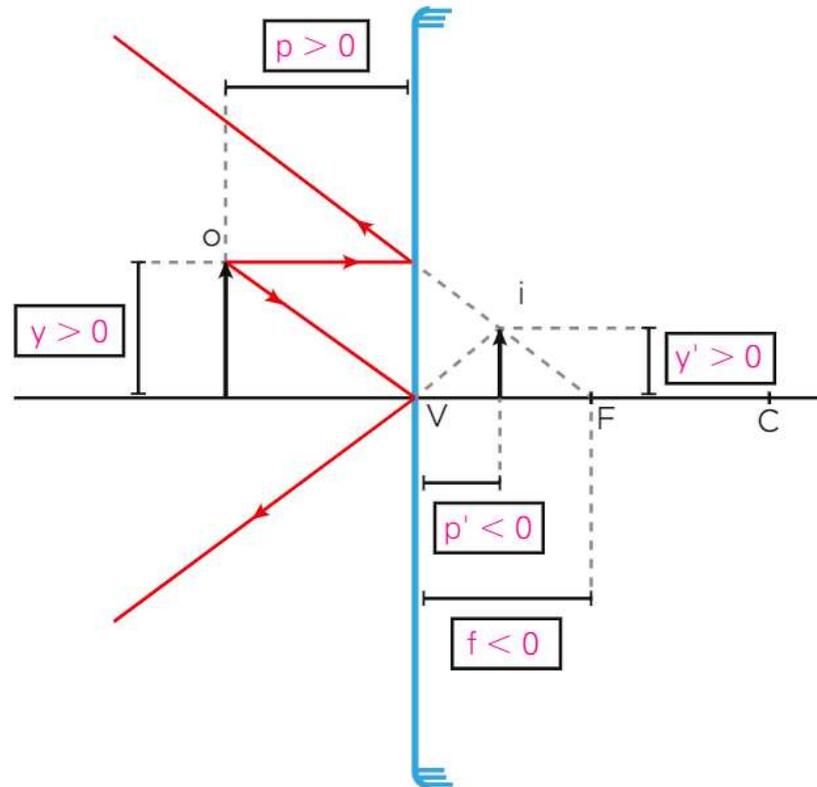
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss;**
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

EXERCÍCIO - Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss;**
 - Equação do aumento linear.

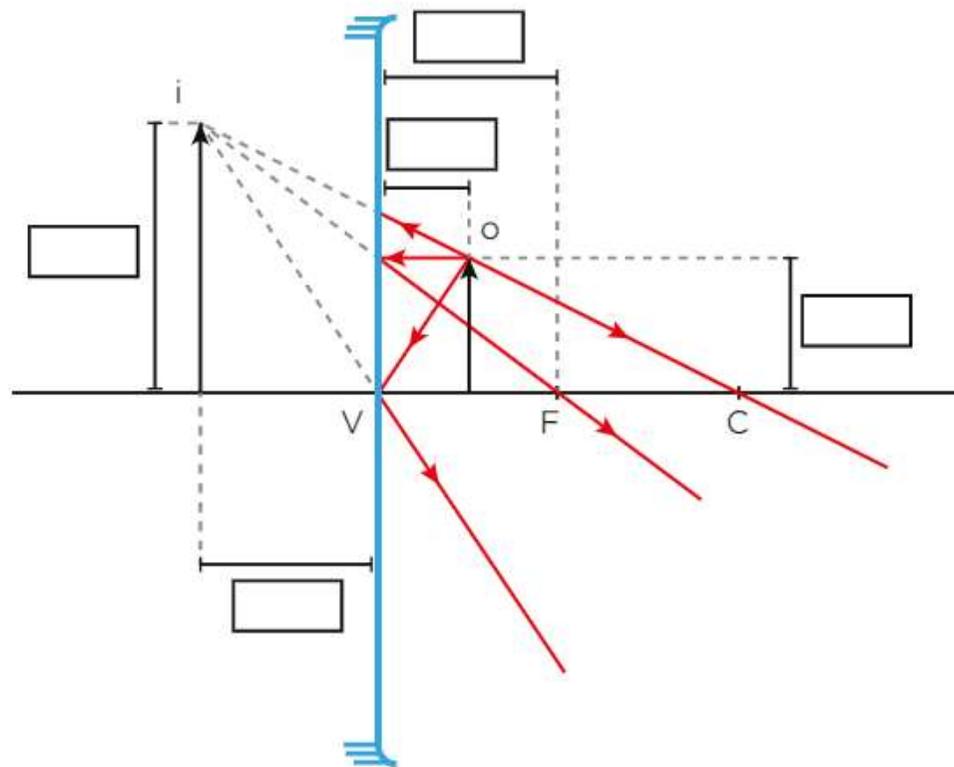
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

EXERCÍCIO - Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.

b)



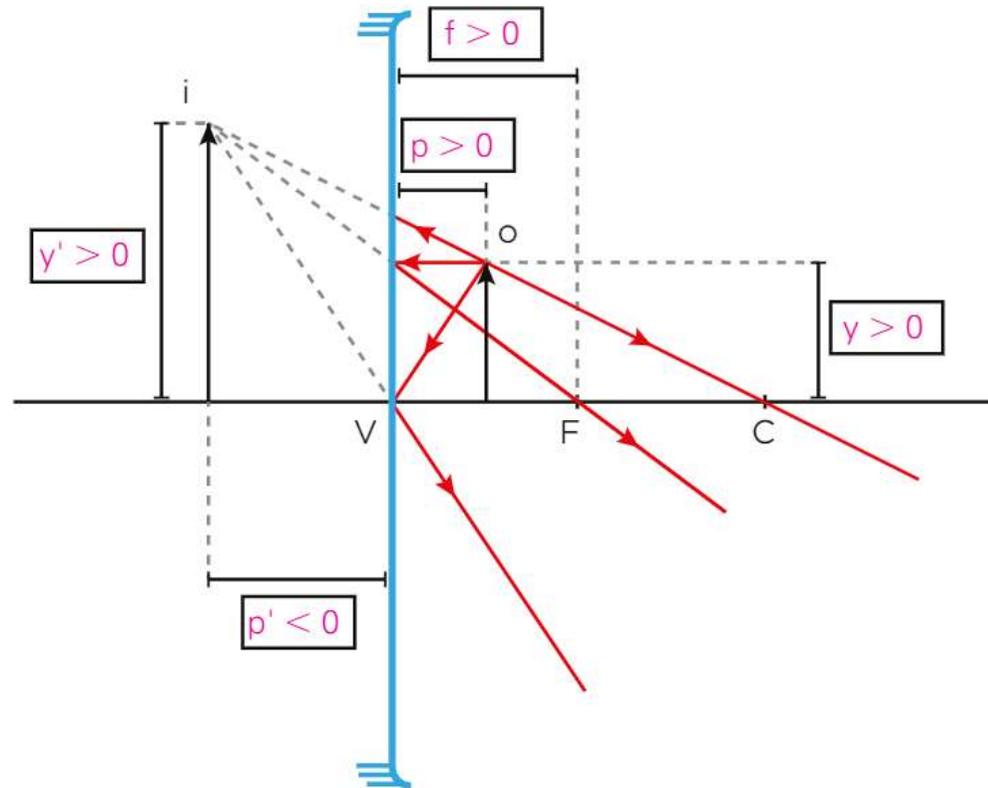
- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss;**
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

EXERCÍCIO - Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.



- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

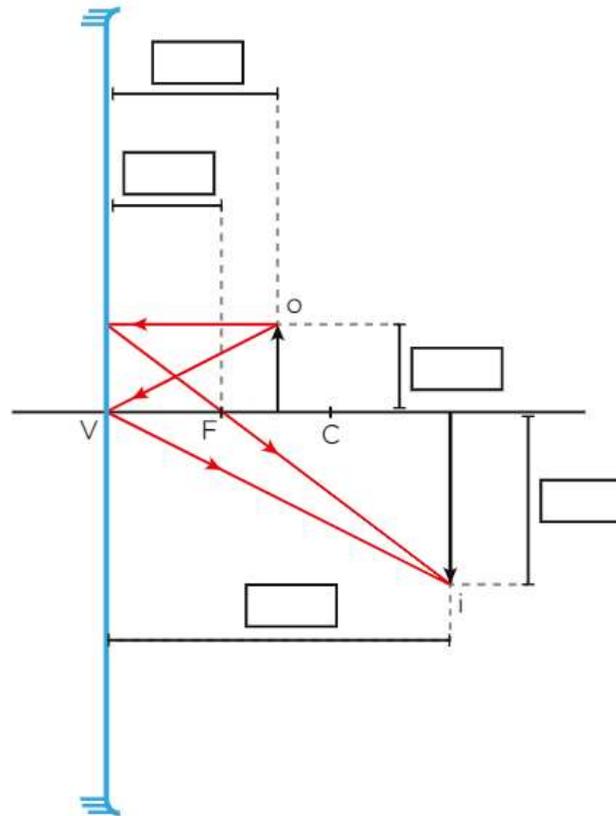
Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

EXERCÍCIO - Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.

c)



- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

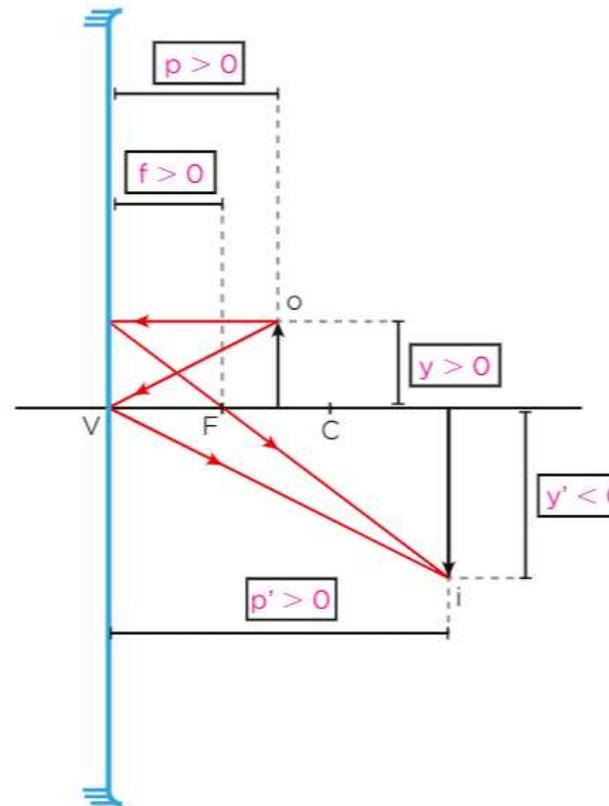
- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

EXERCÍCIO - Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.



- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss**;
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

▪ Equação de Gauss

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$



$$f = \frac{p \cdot p'}{p + p'}$$

Objeto real: $p > 0$

Imagem real: $p' > 0$

Imagem virtual: $p' < 0$

Espelho côncavo: $f > 0$

Espelho convexo: $f < 0$

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - **Equação de Gauss;**
 - Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

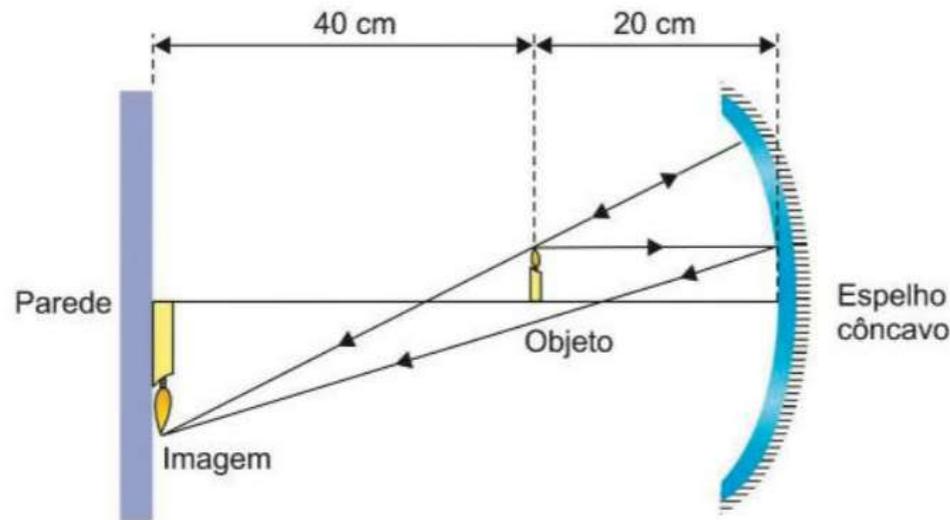
3.4 – Espelhos Esféricos

Formação da imagem em um espelho convexo – Estudo analítico

(Famerp-SP) Um objeto luminoso encontra-se a 40 cm de uma parede e a 20 cm de um espelho côncavo, que projeta na parede uma imagem nítida do objeto, como mostra a figura.

Considerando que o espelho obedece às condições de nitidez de Gauss, a sua distância focal é

- a) 15 cm
- b) 20 cm
- c) 30 cm
- d) 25 cm
- e) 35 cm



(www.geocities.ws. Adaptado.)

Por meio da equação de Gauss, temos: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

Sabendo que $p = 20$ cm e $p' = 60$ cm, fazemos: $\frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{20} \Rightarrow f = \frac{60}{4} \therefore f = 15$ cm

Vale comentar que, como $p > f$ e o espelho é côncavo, a imagem é real, invertida e maior que o objeto, como discutido nas aulas anteriores.

ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

Relembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

Leis da Reflexão

Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

- Equação do Aumento linear

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} = \frac{f}{f - p}$$

A – Aumento Linear

i – Tamanho (comprimento ou ordenada) da imagem

o – Tamanho (comprimento ou ordenada) do objeto

p – Distância do objeto ao espelho (abscissa)

p' – Distância da imagem ao espelho (abscissa)

f – Distância do foco ao espelho (abscissa)

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(UEA-AM) Ao parar na entrada de um supermercado uma criança vê um espelho esférico a 6 metros de si, preso em uma parede. Olhando para esse espelho, vê sua própria imagem direita e menor do que ela própria. Considerando que a altura da criança seja onze vezes a altura da imagem que ela vê de si mesma, é correto afirmar que o espelho visto pela criança é

- a) convexo e sua distância focal é $-0,6$ m.
- b) convexo e sua distância focal é $-1,2$ m.
- c) convexo e sua distância focal é $-0,3$ m.
- d) côncavo e sua distância focal é $0,6$ m.
- e) côncavo e sua distância focal é $1,2$ m.

O único tipo de espelho esférico que possibilita a visualização de imagens direitas e menores que o objeto é o convexo. Se a altura da entrada é onze vezes menor que a altura da sua

imagem, temos que: $y' = \frac{y}{11}$

Sabendo que $A = \frac{y'}{y} = \frac{f}{f-p}$, temos que:

$$\frac{y}{11} = \frac{f}{f-6} \Rightarrow \frac{1}{11} = \frac{f}{f-6} \Rightarrow 11f = f - 6 \Rightarrow 10f = -6 \Rightarrow f = -\frac{6}{10} \therefore f = -0,6 \text{ m}$$

Como o espelho é convexo, a abscissa focal é um número negativo.

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(PUC-SP) Determine o raio de curvatura, em cm, de um espelho esférico que obedece às condições de nitidez de Gauss e que conjuga de um determinado objeto uma imagem invertida, de tamanho igual a $\frac{1}{3}$ do tamanho do objeto e situada sobre o eixo principal desse espelho. Sabe-se que a distância entre a imagem e o objeto é de 80 cm.

- a) 15
- b) 30
- c) 60**
- d) 90

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

(PUC-SP) Determine o raio de curvatura, em cm, de um espelho esférico que obedece às condições de nitidez de Gauss e que conjuga de um

imagem invertida, de tamanho objeto e situada sobre o eixo

Sabe-se que a distância entre 80 cm.

- a) 15
- b) 30
- c) 60**
- d) 90

Se a imagem é invertida, trata-se de um espelho côncavo.

Como a imagem é menor do que o objeto, ele está colocado antes do centro de curvatura desse espelho e está mais

afastado dele do que a imagem. Logo, de acordo com as

informações do enunciado, $p - p' = 80 \text{ cm} \Rightarrow p = 80 + p'$ e

$$y' = -\frac{1}{3}y.$$

Da relação de aumento transversal:

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{-\frac{1}{3}y}{y} = -\frac{p'}{80 + p'} \Rightarrow 3p' = 80 + p' \Rightarrow \\ \Rightarrow 2p' = 80 \therefore p' = 40 \text{ cm}$$

Portanto: $p = 80 + 40 = 120 \text{ cm}$

Aplicando esses valores na equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{120} + \frac{1}{40} \therefore f = 30 \text{ cm}$$

Logo, o raio de curvatura é: $R = 2f = 2 \cdot 30 = 60 \text{ cm}$

- ÓPTICA GEOMÉTRICA CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ

- Lembrando a reflexão

- Reflexão regular
- Reflexão difusa
- Cor de um corpo por reflexão
- Corpo negro

- Leis da Reflexão

- Espelhos Planos

- Introdução
- Representação
- Formação da imagem
- Características da imagem
- Campo Visual
- Movimentando um espelho plano – Translação
- Movimentando um espelho plano – Rotação
- Associação de espelhos planos

- Espelhos esféricos

- Introdução
- Elementos geométricos de um espelho esférico;
- Formação da imagem em um espelho esférico;
- Equação de Gauss;
- Equação do aumento linear.

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Um objeto é colocado diante de um espelho esférico côncavo, de distância focal 30 cm, de modo que sua imagem é projetada com o tamanho 3 vezes maior que o objeto.

a) Qual elemento está mais perto do espelho, o objeto ou a imagem?

Se a imagem é projetada, ela é real, portanto invertida; logo, seu aumento linear transversal é um número negativo. No caso do exercício, $A = -3$.

$$\text{Como: } A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow -3 = -\frac{p'}{p} \Rightarrow p' = 3p$$

Logo, com $p < p'$, o objeto está mais próximo do espelho.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

b) Determine as localizações do objeto e da imagem em relação ao vértice do espelho.

Como:

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{f}{f - p} \Rightarrow -3 = \frac{30}{30 - p} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 3p - 90 = 30 \Rightarrow 3p = 120 \therefore p = 40 \text{ cm}$$

Assim:

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow -3 = -\frac{p'}{40} \therefore p' = 120 \text{ cm}$$

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

A imagem conjugada por um espelho esférico é direita e três vezes maior que o objeto. A distância entre a imagem e o objeto é de 40 cm. Supondo que o espelho obedeça às condições de nitidez de Gauss, responda:

a) Que tipo de espelho esférico é esse?

Imagens direitas e ampliadas são conjugadas por espelhos esféricos côncavos.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

b) Calcule a distância focal desse espelho.

Se a imagem é direita, ela é virtual e está situada atrás do espelho. De acordo com a convenção de sinais estabelecida, $p' < 0$.

$$\text{Se: } p + |p'| = 40 \Rightarrow p - p' = 40 \quad (\text{I})$$

$$\text{Como: } A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow 3 = -\frac{p'}{p} \Rightarrow p' = -3p \quad (\text{II})$$

Substituindo II em I, temos que:

$$p - (-3p) = 40 \Rightarrow p + 3p = 40 \Rightarrow 4p = 40 \therefore p = 10 \text{ cm}$$

Substituindo esse resultado obtido em II, temos que:

$$p' = -3p \Rightarrow p' = -3 \cdot 10 = -30 \text{ cm}$$

Assim:

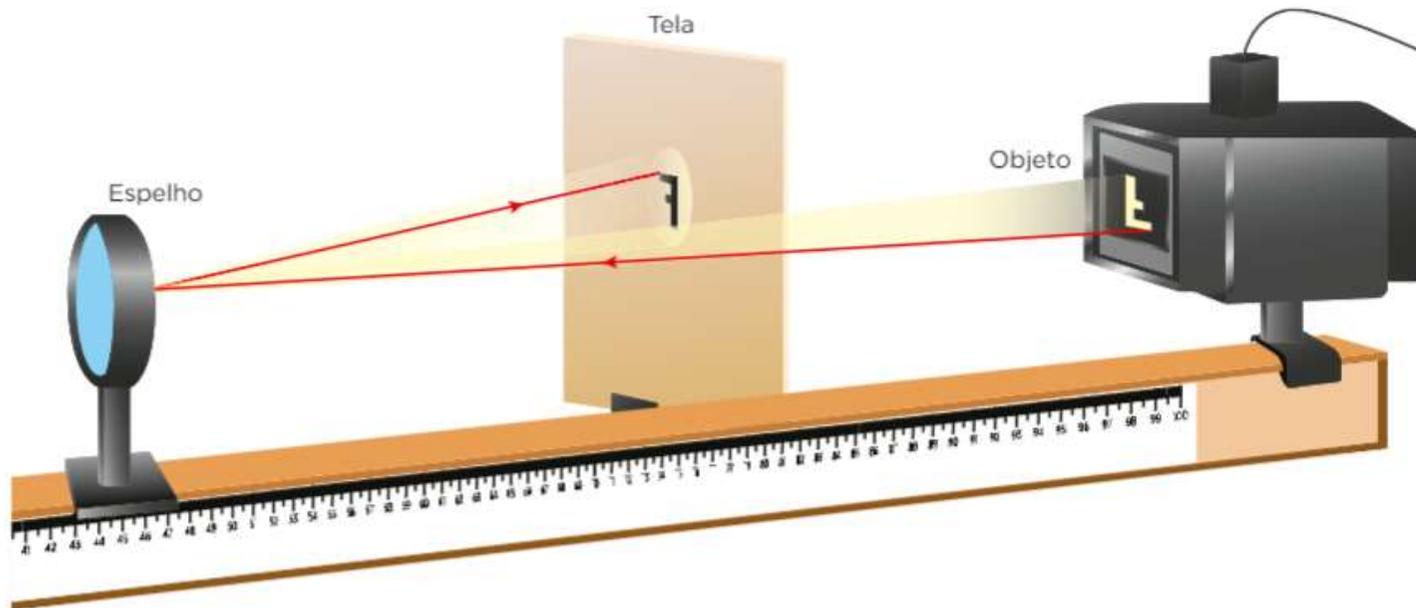
$$A = \frac{f}{f - p} \Rightarrow 3 = \frac{f}{f - 10} \Rightarrow 3f - 30 = f \Rightarrow \\ \Rightarrow 2f = 30 \therefore f = 15 \text{ cm}$$

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Uma montagem experimental é composta de três elementos: um objeto luminoso, um espelho côncavo (raio de curvatura 30 cm) e uma tela de projeção. Eles estão dispostos como mostra a figura.



Objeto e tela podem ser movidos a fim de que a imagem projetada esteja nítida. A maior distância possível entre a tela e o espelho é de 240 cm.

a) Suponha que a tela esteja na posição de maior afastamento e que o objeto luminoso foi colocado a 17 cm do espelho. A imagem desse objeto ficará nítida?

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Para que a imagem fique nítida, é necessário que ela se forme sobre a tela. Para isso, as distâncias do foco, do objeto ao espelho e da imagem ao espelho devem obedecer à equação de Gauss. Se o raio de curvatura do espelho é de 30 cm, sua distância focal é de 15 cm e, como se trata de espelho côncavo, $f = +15$ cm.

Se a imagem vai ser projetada na tela, temos imagem real e $p' > 0$. Como a tela está na posição de máximo afastamento, $p' = 240$ cm. Por meio da equação de Gauss, descobriremos se o objeto está na posição em que a imagem estará nítida:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{1}{15} - \frac{1}{240} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{16 - 1}{240} \Rightarrow 15p = 240 \therefore p = 16 \text{ cm}$$

Para que a imagem fosse nítida, o objeto deveria estar situado a 16 cm. Como está a 17 cm, a imagem aparece

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**

Capítulo 3 – Reflexão da luz

3.4 – Espelhos Esféricos

Para que a imagem fique nítida, é necessário que ela se forme sobre a tela. Para isso, as distâncias do foco, do objeto ao espelho e da imagem ao espelho devem obedecer à equação de Gauss. Se o raio de curvatura do espelho é de 30 cm, sua distância focal é de 15 cm e, como se trata de espelho côncavo, $f = +15$ cm. Se a imagem vai ser projetada na tela, temos imagem real e $p' > 0$. Como a tela está na posição de máximo afastamento, $p' = 240$ cm. Por meio da equação de Gauss, descobriremos se o objeto está na posição em que a imagem estará nítida:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{1}{15} - \frac{1}{240} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{16 - 1}{240} \Rightarrow 15p = 240 \therefore p = 16 \text{ cm}$$

Para que a imagem fosse nítida, o objeto deveria estar situado a 16 cm. Como está a 17 cm, a imagem aparece

- b) Se a imagem não estiver nítida nas condições do item anterior, de quantos centímetros o objeto precisará ser deslocado, em relação ao espelho, para que a nitidez seja estabelecida? Devemos aproximá-lo ou afastá-lo do espelho?

A nitidez será atingida quando o objeto estiver a 16 cm do espelho. O objeto, portanto, deve ser aproximado do espelho de 1 cm.

- **ÓPTICA GEOMÉTRICA**
CAPÍTULO 3 – REFLEXÃO DA LUZ
- **Relembrando a reflexão**
 - Reflexão regular
 - Reflexão difusa
 - Cor de um corpo por reflexão
 - Corpo negro
- **Leis da Reflexão**
- **Espelhos Planos**
 - Introdução
 - Representação
 - Formação da imagem
 - Características da imagem
 - Campo Visual
 - Movimentando um espelho plano – Translação
 - Movimentando um espelho plano – Rotação
 - Associação de espelhos planos
- **Espelhos esféricos**
 - Introdução
 - Elementos geométricos de um espelho esférico;
 - Formação da imagem em um espelho esférico;
 - Equação de Gauss;
 - **Equação do aumento linear.**