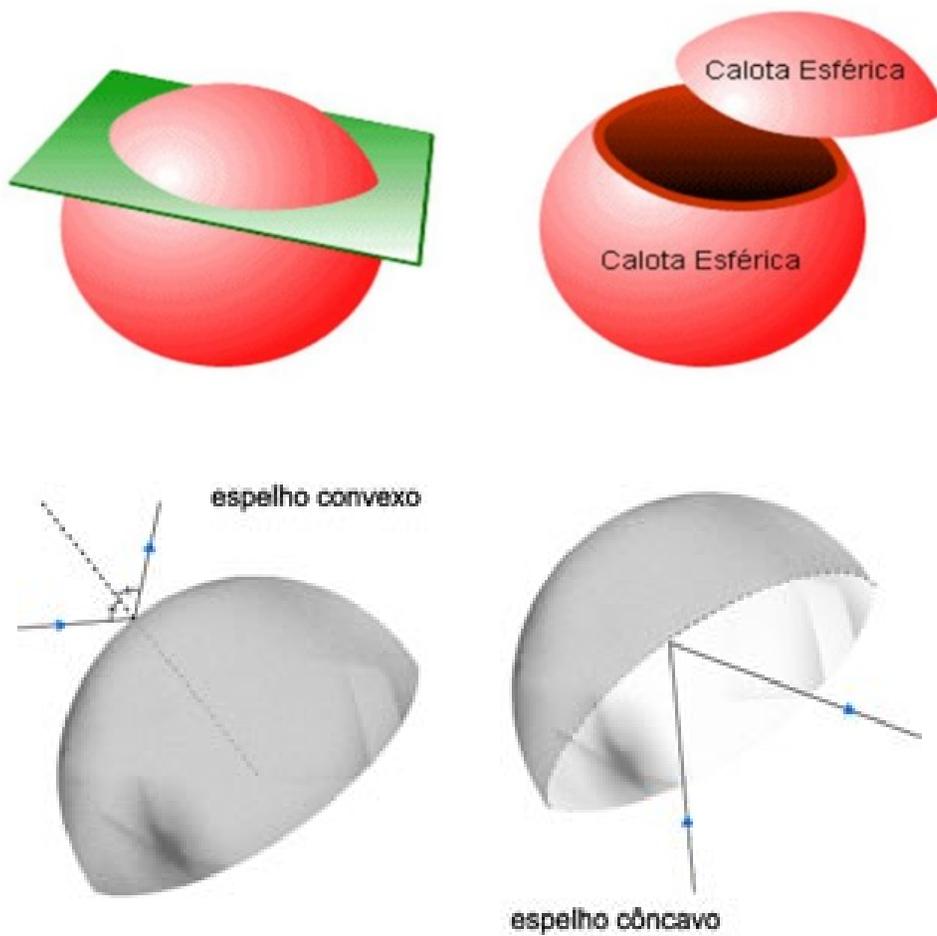
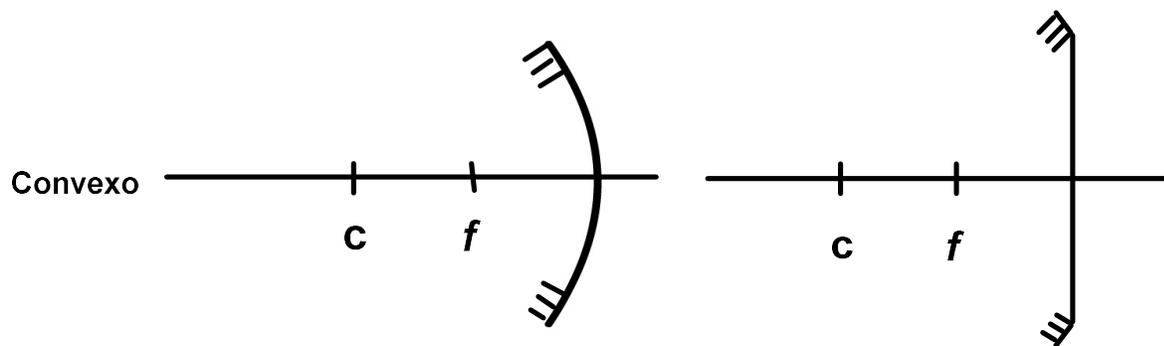
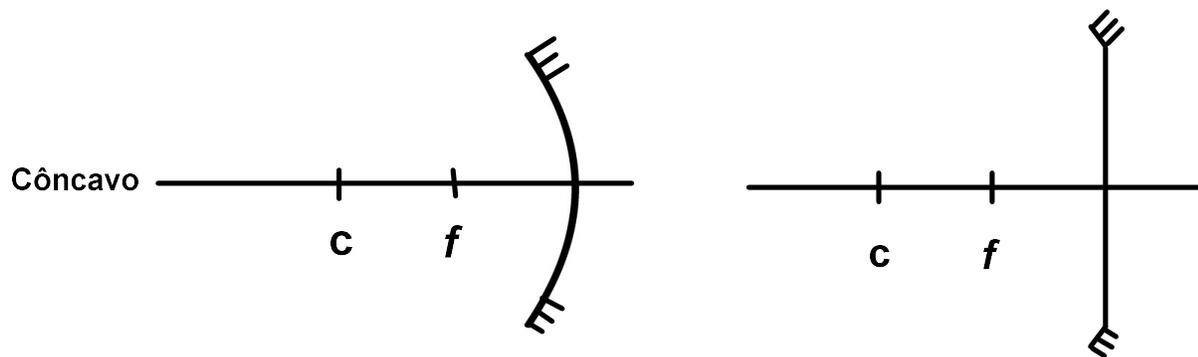


Espelhos Esféricos

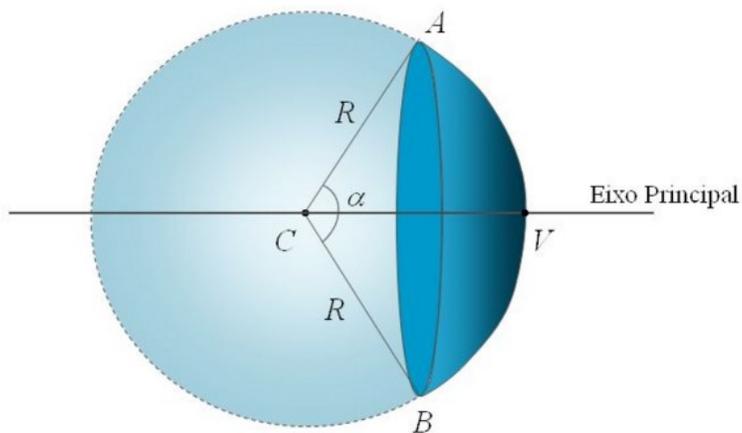
Espelho esférico é toda superfície refletora com a forma de uma calota esférica.



Representação esquemática



Elementos geométricos



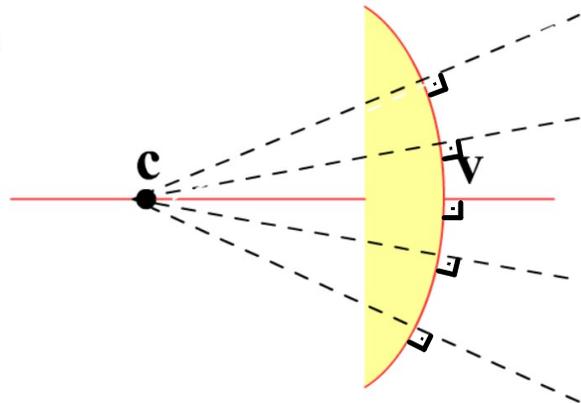
C = centro de curvatura

V = vértice (é o pólo da calota esférica)

R = raio de curvatura (é o raio da esfera)

α = ângulo de abertura

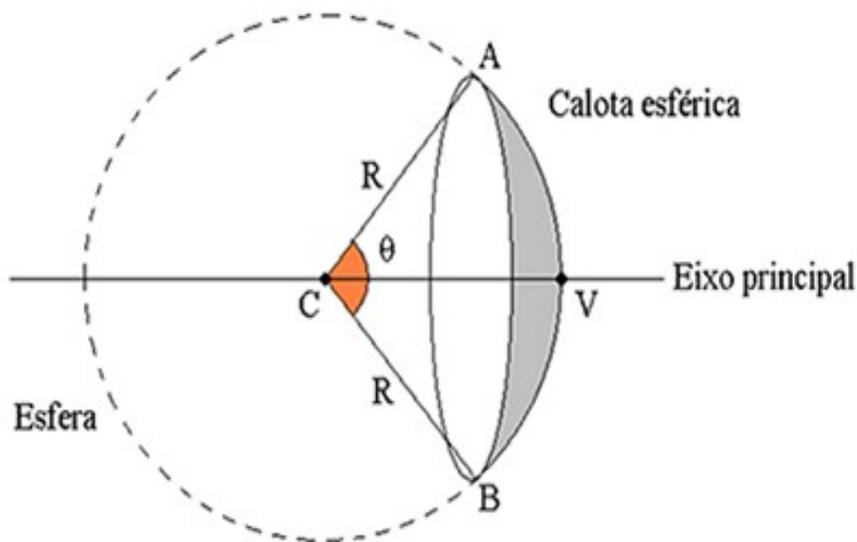
Obs. Para os espelhos esféricos, a reta normal por qualquer ponto de incidência passa sempre pelo centro de curvatura.



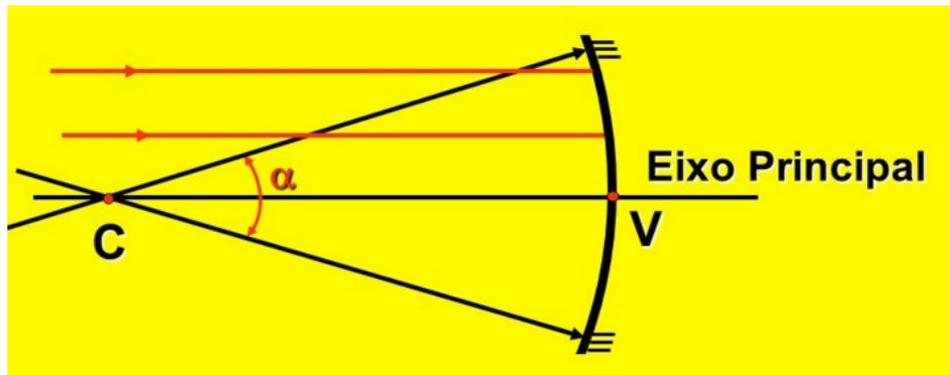
Condições de nitidez de Gauss

Em geral, os espelhos esféricos não são estigmáticos, uma vez que as imagens fornecidas por eles são sensivelmente distorcidas em comparação com os objetos correspondentes. Entretanto, o físico e matemático alemão Carl Friedrich Gauss (1777-1855) observou que, operando com raios luminosos pouco inclinados e pouco afastados do eixo principal, as aberrações ficavam minimizadas.

1º) O espelho deve ter um pequeno ângulo de abertura ($<10^\circ$).

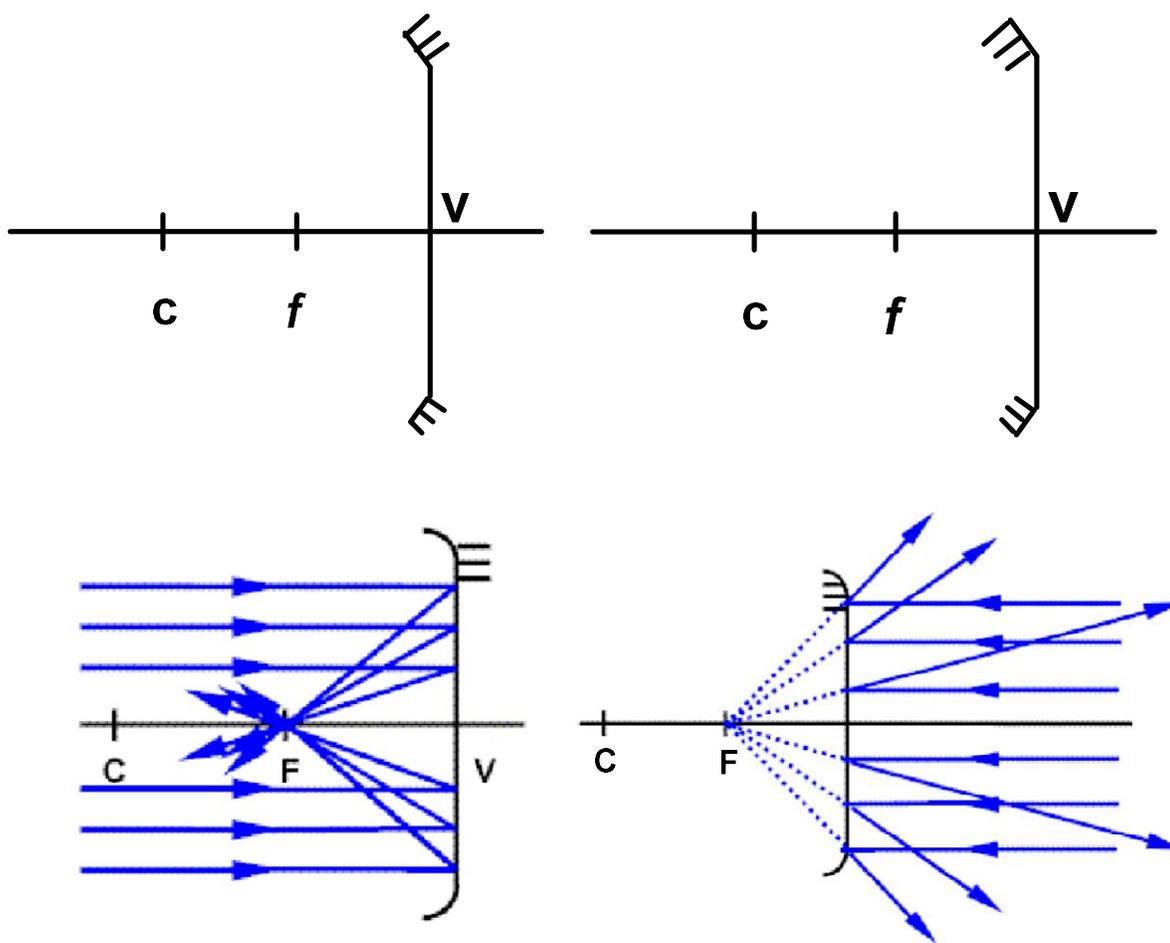


2ª) Os raios incidentes devem ser próximos ao eixo principal.



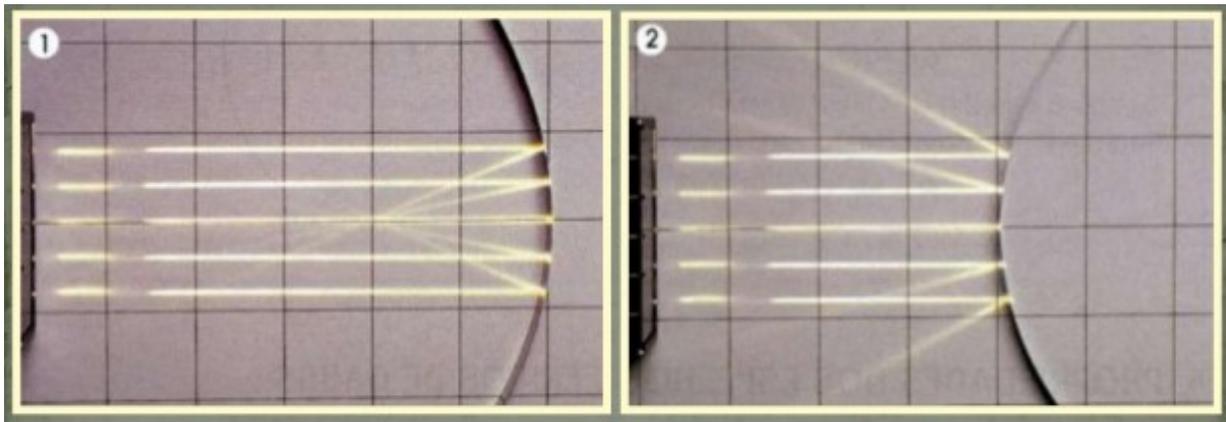
3ª) Os raios incidentes devem ser pouco inclinados em relação ao eixo principal.

Todo raio que incide paralelo ao eixo principal reflete passando pelo foco.



O foco está localizado no ponto médio entre o vértice e o centro de curvatura (raio). Portanto:

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



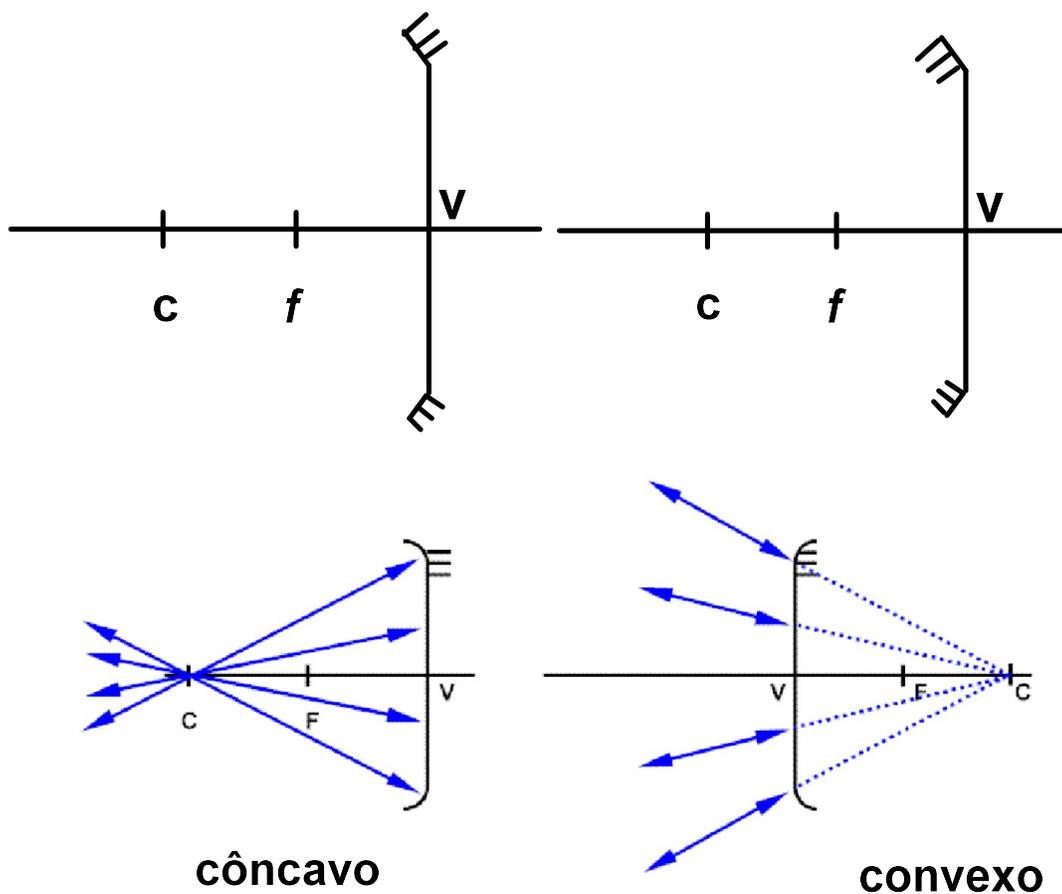
Espelho côncavo

Espelho convexo

Observe também que no espelho côncavo o sistema é convergente e sendo assim, o foco é real. Já no espelho convexo o sistema é divergente e o foco é virtual.

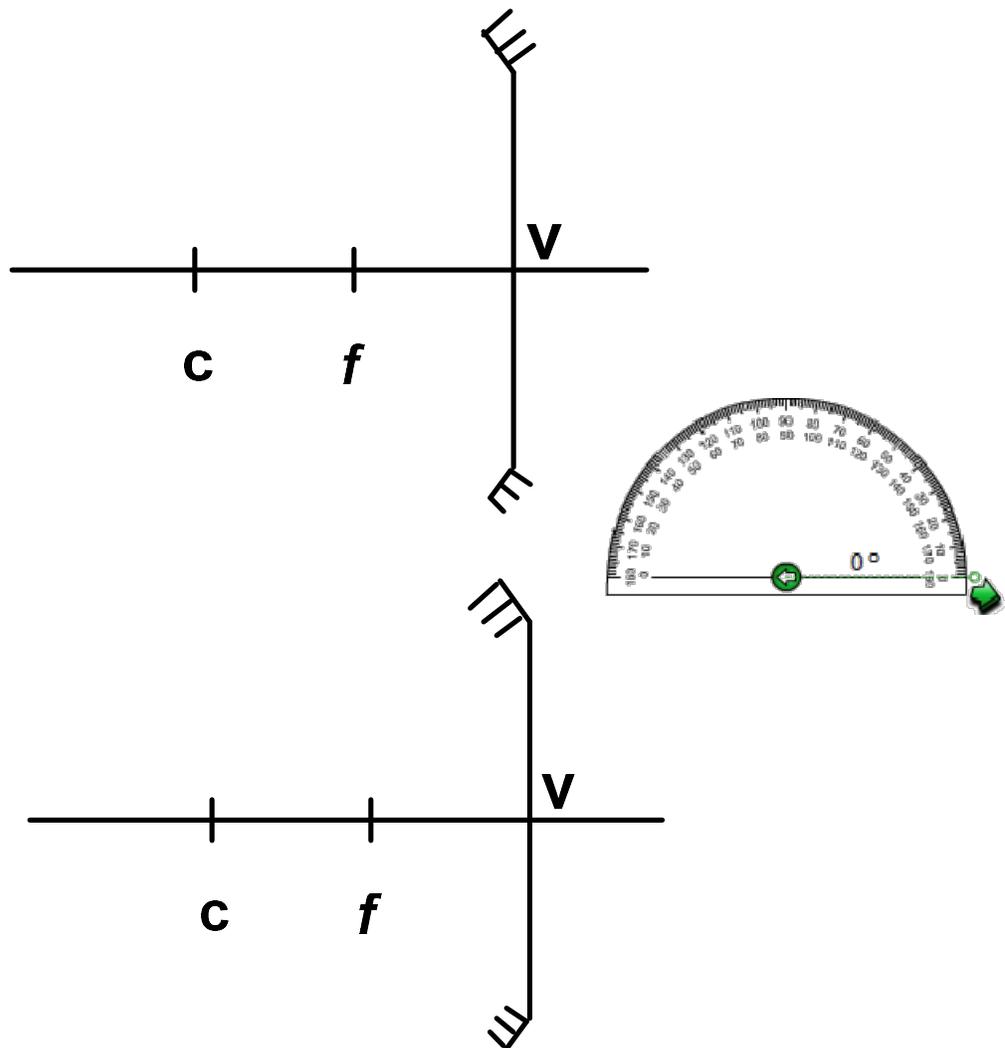
Centro de Curvatura

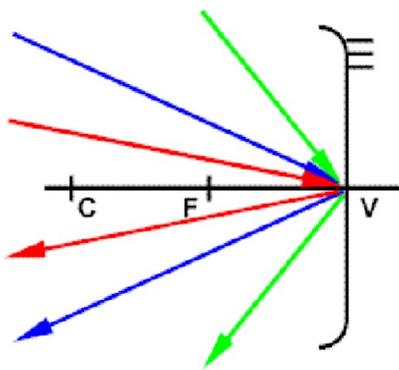
Todo raio que incidir pelo centro de curvatura, reflete sobre si mesmo.



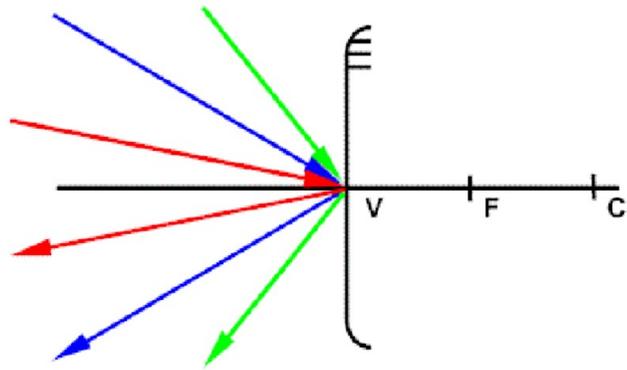
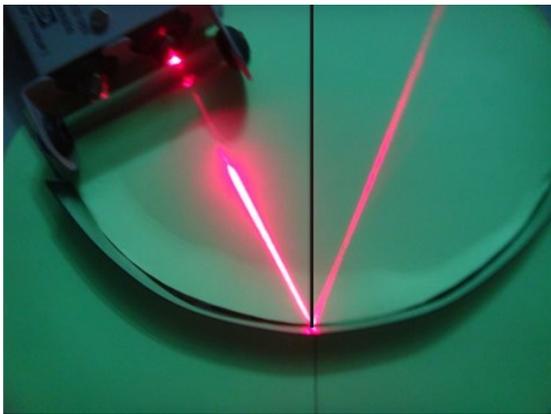
Vértice

Todo raio que incide no vértice irá refletir simetricamente em relação ao eixo principal.

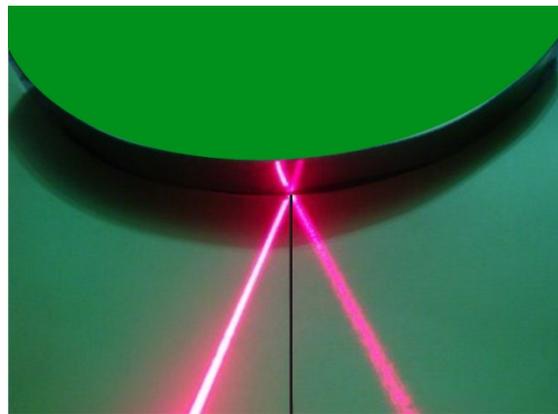




côncavo



convexo

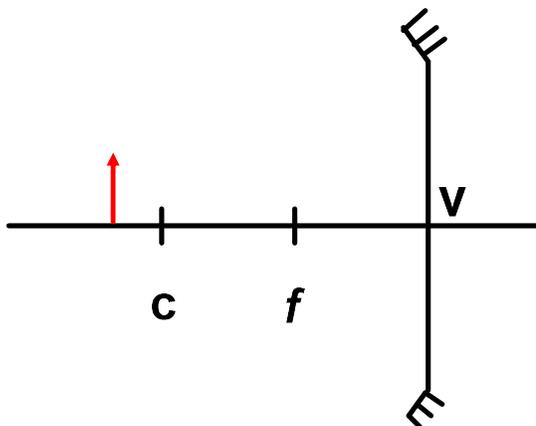


Construção geométrica das imagens:

A imagem de um ponto é formada pelo cruzamento de raios refletidos. Se o cruzamento for do próprio raio refletido, ou se for na frente do espelho, ou ainda, se for convergente, dizemos que a imagem é real.

Vamos construir primeiramente as possíveis imagens do espelho esférico côncavo:

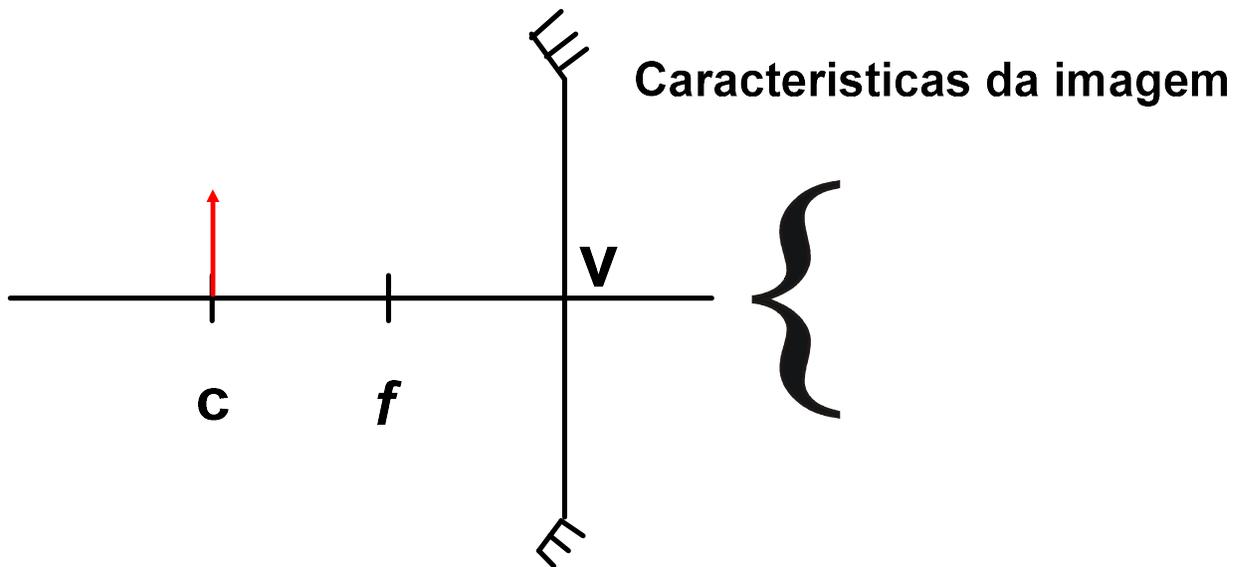
1º caso: O objeto se encontra além do centro de curvatura do espelho esférico côncavo.



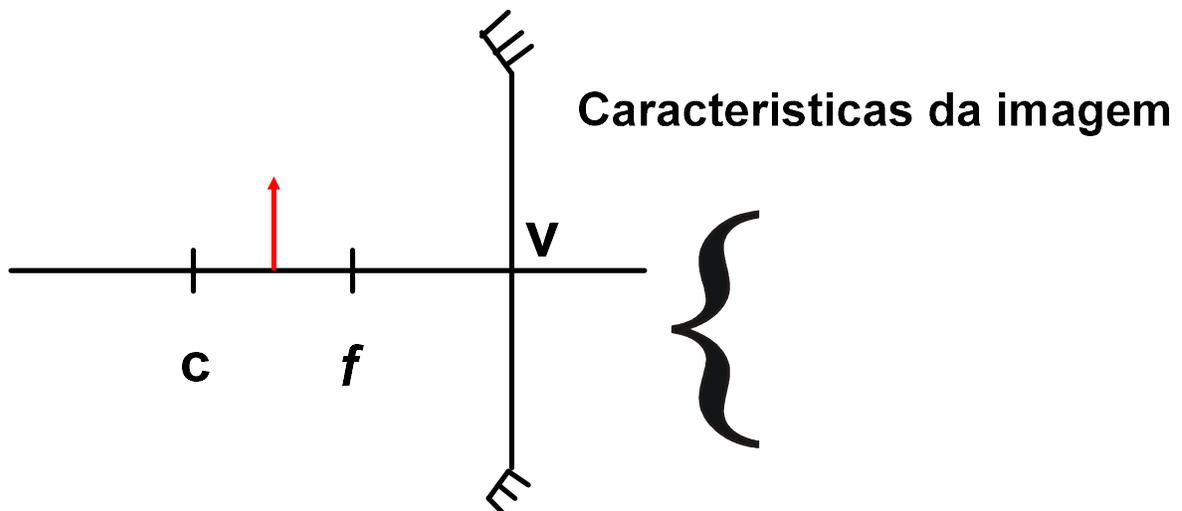
Características da imagem



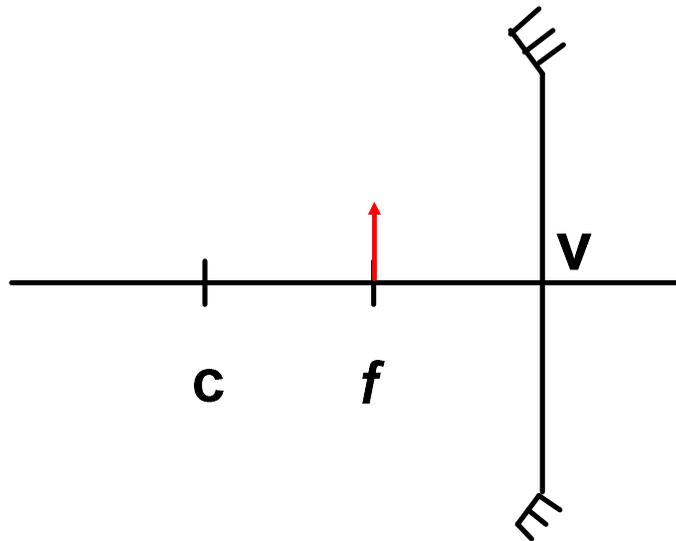
2º caso: O objeto se encontra no centro de curvatura do espelho esférico côncavo.



3º caso: O objeto se encontra entre o centro de curvatura e o foco do espelho esférico côncavo.



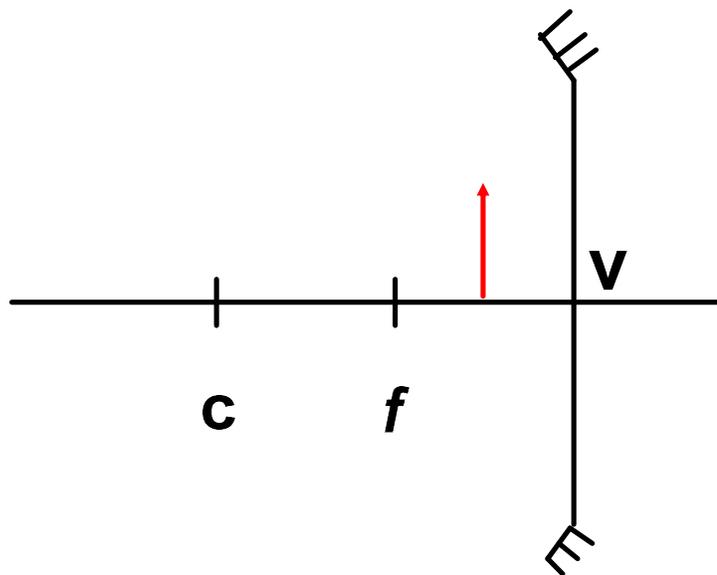
4º caso: O objeto se encontra no foco do espelho esférico côncavo.



Características da imagem



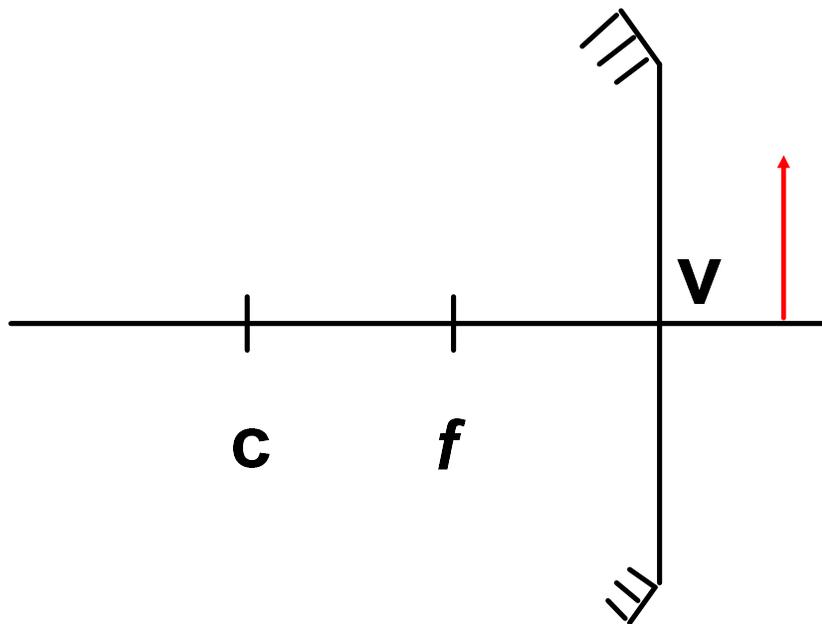
5º caso: O objeto se encontra entre o foco e o vértice do espelho esférico côncavo.



Características da imagem

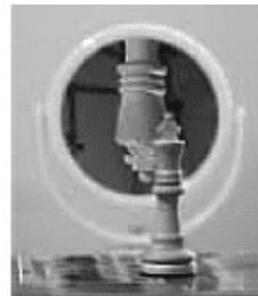


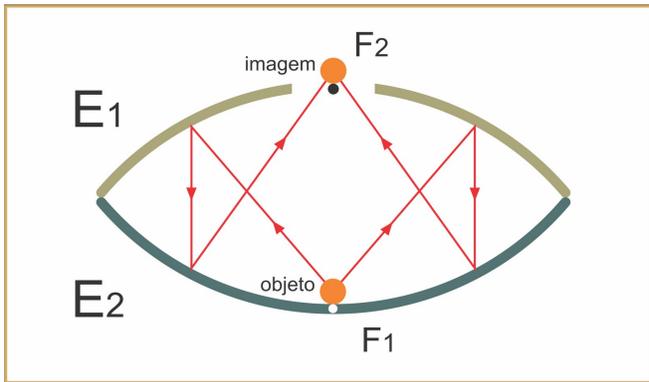
Iremos agora construir a única imagem formada no espelho esférico convexo.

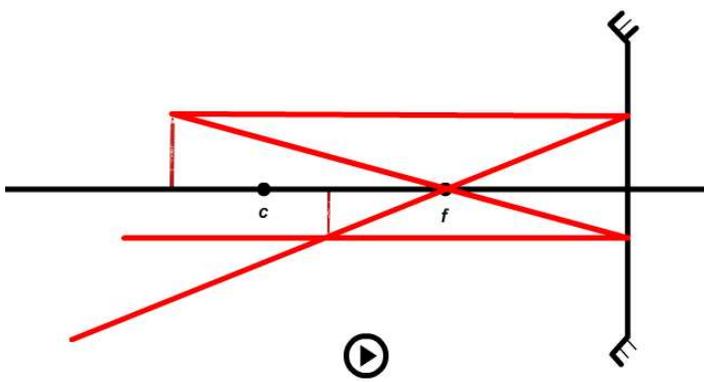


Características da imagem

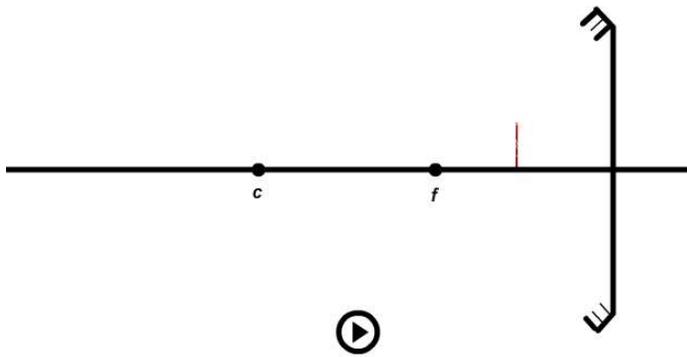








Espelho Côncavo



Espelho Convexo

Estudo Analítico

As imagens produzidas anteriormente podem ter suas posições e tamanhos calculados analiticamente. Basta que para isto se conheça o tipo de espelho (**côncavo ou convexo**) e suas características como distância focal ou centro de curvatura, e também, a posição do objeto em relação ao espelho.

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

onde:

f = distância focal (distância entre o foco e o vértice).

p = distância entre o objeto e o vértice do espelho.

p' = distância entre a imagem e o espelho.

Temos também como estudar o tamanho da imagem:

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

i = tamanho da imagem

o = tamanho do objeto.

obs. A distância entre o objeto e o espelho ou entre a imagem e o espelho será positivo se estiver na frente do espelho e negativa atrás do espelho. Sendo assim, o foco do espelho convexo será negativo.

Exercícios de aprendizagem:

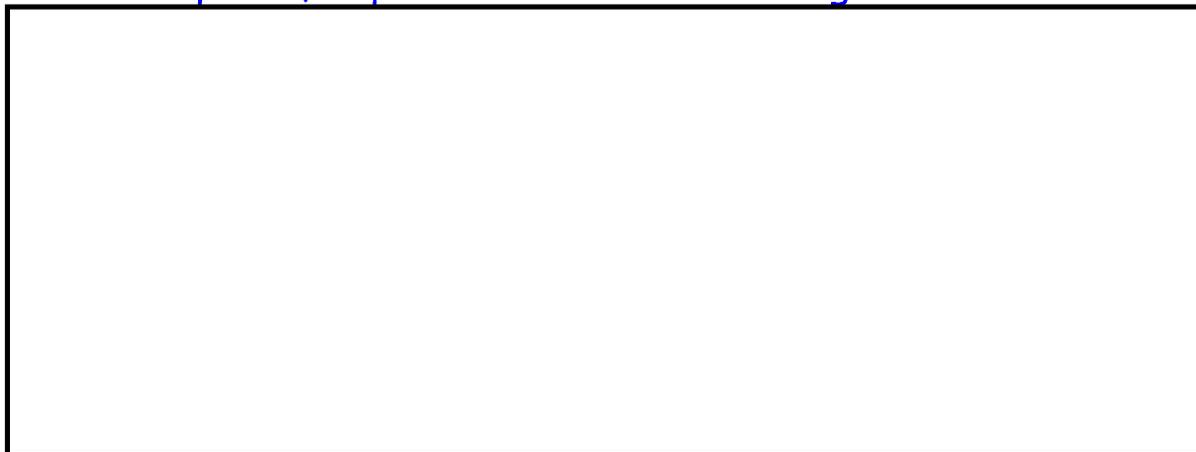
1) (Ufu 2015) Uma pessoa projeta em uma tela a imagem de uma lâmpada, porém, em um tamanho quatro vezes maior do que seu tamanho original. Para isso, ela dispõe de um espelho esférico e coloca a lâmpada a 60 cm de seu vértice.

A partir da situação descrita, responda:

a) Que tipo de espelho foi usado e permitiu esse resultado?

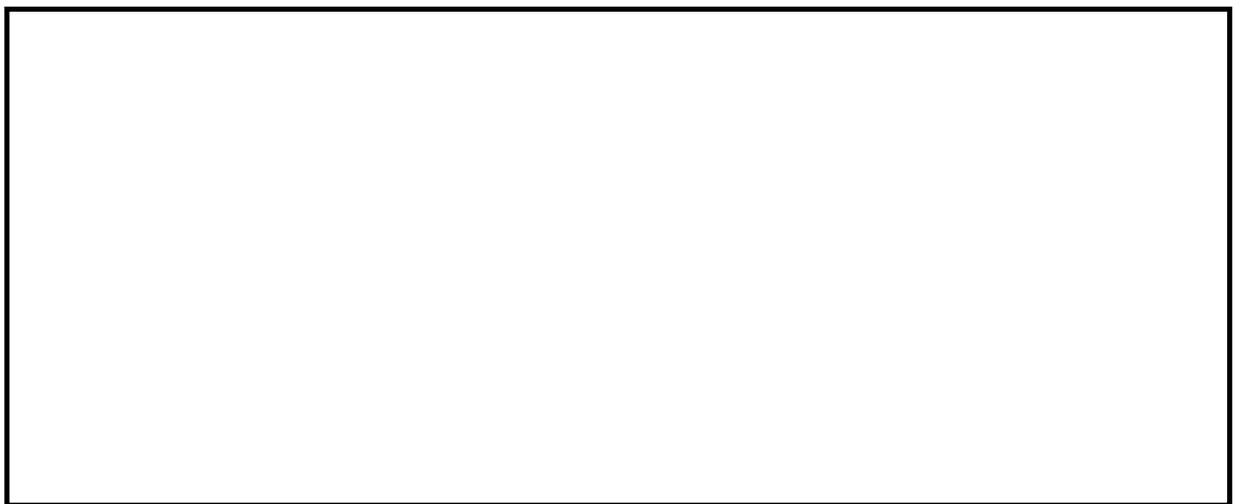
Justifique matematicamente sua resposta.

b) Se um outro objeto for colocado a 10 cm do vértice desse mesmo espelho, a que distância dele a imagem será formada?



R: a) $f = 48$ cm (espelho côncavo) b) $-12,6$ cm

2) (Uerj 2015) Um lápis com altura de 20 cm é colocado na posição vertical a 50 cm do vértice de um espelho côncavo. A imagem conjugada pelo espelho é real e mede 5 cm. Calcule a distância, em centímetros, da imagem ao espelho.



2) 12,5 cm 3) 5 cm

3) (Uerj 2014) Um lápis é colocado perpendicularmente à reta que contém o foco e o vértice de um espelho esférico côncavo.

Considere os seguintes dados:

- comprimento do lápis = 10 cm;
- distância entre o foco e o vértice = 40 cm;
- distância entre o lápis e o vértice = 120 cm.

Calcule o tamanho da imagem do lápis.



2) 12,5 cm 3) 5 cm

4) Um espelho côncavo produz, de um objeto real colocado entre o foco e o centro de curvatura do mesmo, uma imagem:

- a) real invertida e maior.
- b) virtual invertida e menor.
- c) virtual direita e menor.
- d) real invertida e menor.
- e) real direita e maior.

5) (UFJF) - Em lojas, supermercados, ônibus, etc., em geral são colocados espelhos que permitem a visão de grande parte do ambiente. Espelhos dessa natureza costumam ser colocados também nos retrovisores de motos e carros, de modo a aumentar o campo de visão. Esses espelhos são:

- a) côncavos e fornecem imagem virtual de um objeto real;
- b) convexos e fornecem imagem virtual de um objeto real;
- c) convexos e fornecem imagem real de um objeto real;
- d) planos e fornecem imagem virtual de um objeto real;
- e) planos e fornecem imagem real de um objeto virtual.

4) Um espelho côncavo produz, de um objeto real colocado entre o foco e o centro de curvatura do mesmo, uma imagem:

- a) real invertida e maior.
- b) virtual invertida e menor.
- c) virtual direita e menor.
- d) real invertida e menor.
- e) real direita e maior.

5) (UFJF) - Em lojas, supermercados, ônibus, etc., em geral são colocados espelhos que permitem a visão de grande parte do ambiente. Espelhos dessa natureza costumam ser colocados também nos retrovisores de motos e carros, de modo a aumentar o campo de visão. Esses espelhos são:

- a) côncavos e fornecem imagem virtual de um objeto real;
- b) convexos e fornecem imagem virtual de um objeto real;
- c) convexos e fornecem imagem real de um objeto real;
- d) planos e fornecem imagem virtual de um objeto real;
- e) planos e fornecem imagem real de um objeto virtual.

6) (UFMG) Uma revista nacional de divulgação científica publicou:

"A parte interna das colheres de metal funcionam como um espelho côncavo e, segundo uma lei da ótica, a imagem refletida é sempre real (pode ser projetada em um anteparo), menor e invertida em relação ao objeto." Esta afirmativa é falsa, do ponto de vista da física. Para torná-la verdadeira, temos que efetuar, nela a seguinte troca de termos:

- a) côncavo por convexo
- b) invertida por direita
- c) menor por maior
- d) real por virtual
- e) sempre por às vezes

6) (UFMG) Uma revista nacional de divulgação científica publicou:

"A parte interna das colheres de metal funcionam como um espelho côncavo e, segundo uma lei da ótica, a imagem refletida é sempre real (pode ser projetada em um anteparo), menor e invertida em relação ao objeto." Esta afirmativa é falsa, do ponto de vista da física. Para torná-la verdadeira, temos que efetuar, nela a seguinte troca de termos:

- a) côncavo por convexo
- b) invertida por direita
- c) menor por maior
- d) real por virtual
- e) sempre por às vezes

7) Quando você se olha em um espelho côncavo e vê seu rosto aumentado, o rosto se encontra:

- a) no foco do espelho
- b) no centro de curvatura do espelho
- c) entre o foco e o centro de curvatura
- d) entre o foco e o vértice do espelho
- e) mais afastado que o centro de curvatura, em relação ao espelho.

8) (UFJF) - Um espelho esférico côncavo de raio de curvatura igual a 40cm fornece, de um objeto colocado a 100cm à sua frente, uma imagem:

- a) real, menor, invertida e a 10cm do foco.
- b) virtual, maior, direita a 16,67cm do espelho.
- c) virtual, maior, direita e a 25cm do espelho.
- d) real, menor, invertida e a 16,67cm do espelho.
- e) real, menor, invertida e a 5 cm do foco.

7) Quando você se olha em um espelho côncavo e vê seu rosto aumentado, o rosto se encontra:

- a) no foco do espelho
- b) no centro de curvatura do espelho
- c) entre o foco e o centro de curvatura
- d) entre o foco e o vértice do espelho
- e) mais afastado que o centro de curvatura, em relação ao espelho.

8) (UFJF) - Um espelho esférico côncavo de raio de curvatura igual a 40cm fornece, de um objeto colocado a 100cm à sua frente, uma imagem:

- a) real, menor, invertida e a 10cm do foco.
- b) virtual, maior, direita a 16,67cm do espelho.
- c) virtual, maior, direita e a 25cm do espelho.
- d) real, menor, invertida e a 16,67cm do espelho.
- e) real, menor, invertida e a 5 cm do foco.