



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Paulo

Óptica

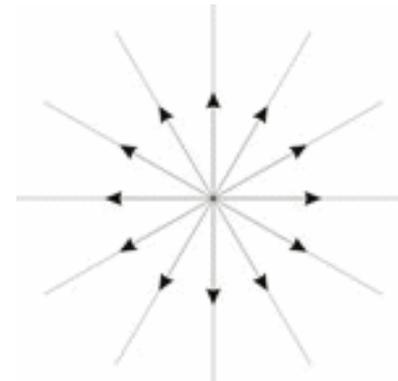
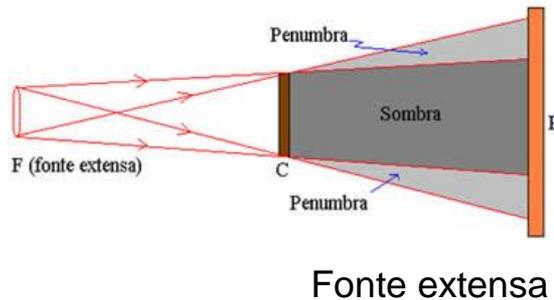
Espelhos Planos e Esféricos

3ª série Ensino Médio Integrado - 2.013

André Cipoli

Princípios da Óptica Geométrica

- Propagação retilínea da luz

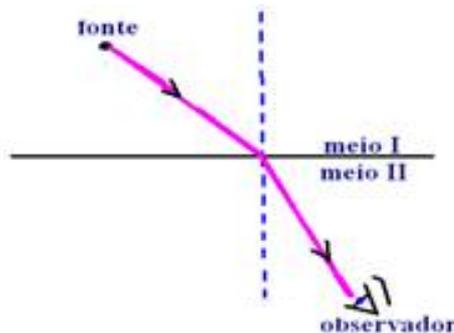
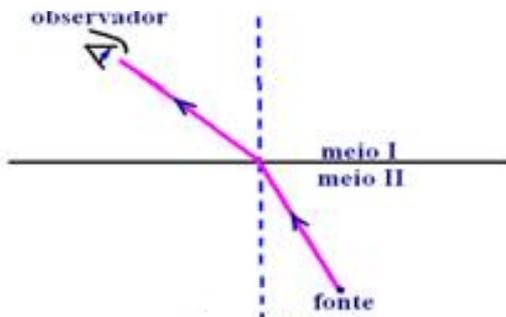


Fonte pontual



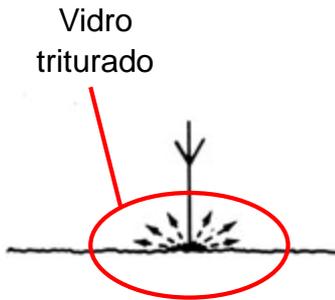
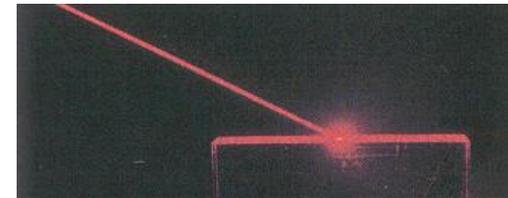
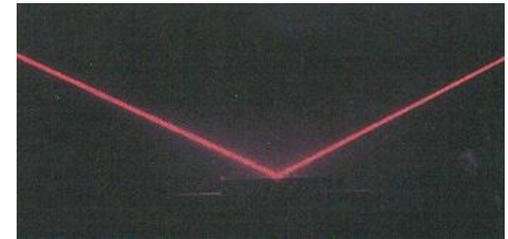
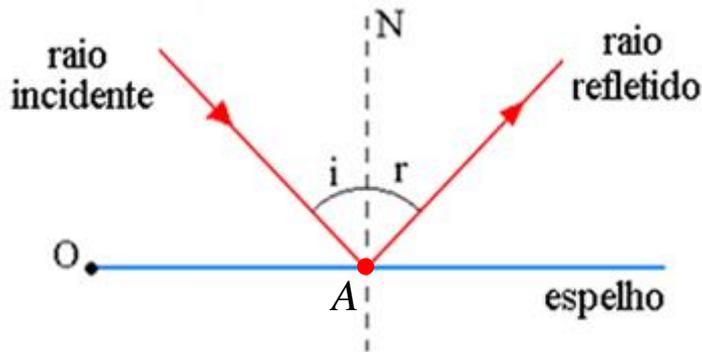
- Independência dos raios luminosos

- Reversibilidade dos raios luminosos



Fenômenos Luminosos

- **Reflexão**
 - Especular
 - Difusa



“O raio incidente, o raio refletido e a normal, no ponto de incidência (A), estão contidos em um mesmo plano.”

“O ângulo de incidência (i) é igual ao ângulo refletido (r).”

Espelhos planos

Construção de imagens

- escolher dois pontos do objeto que emitam raios de luz em direção ao espelho;
- utilizando as leis da reflexão, determinar os raios refletidos, em direção ao observador.

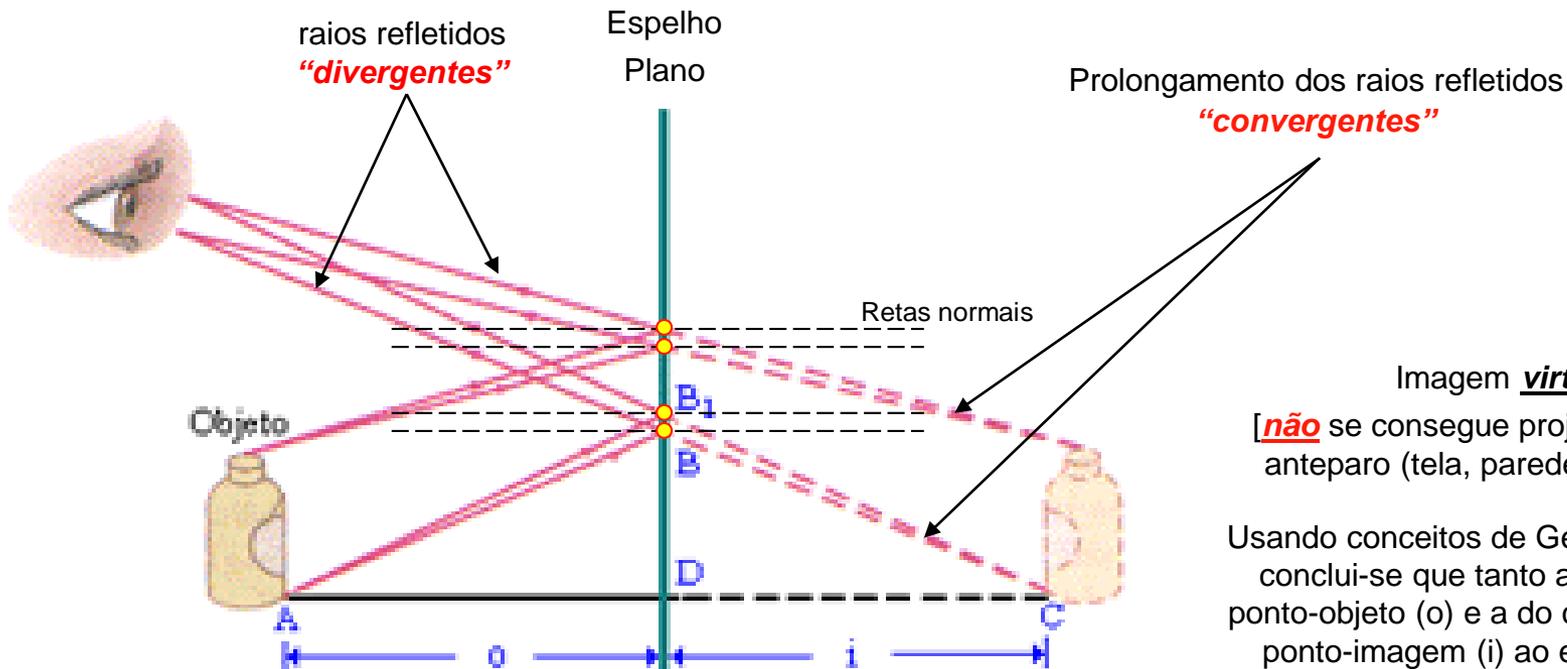


Imagem virtual

[não se consegue projetá-la em um anteparo (tela, parede, papel etc)]

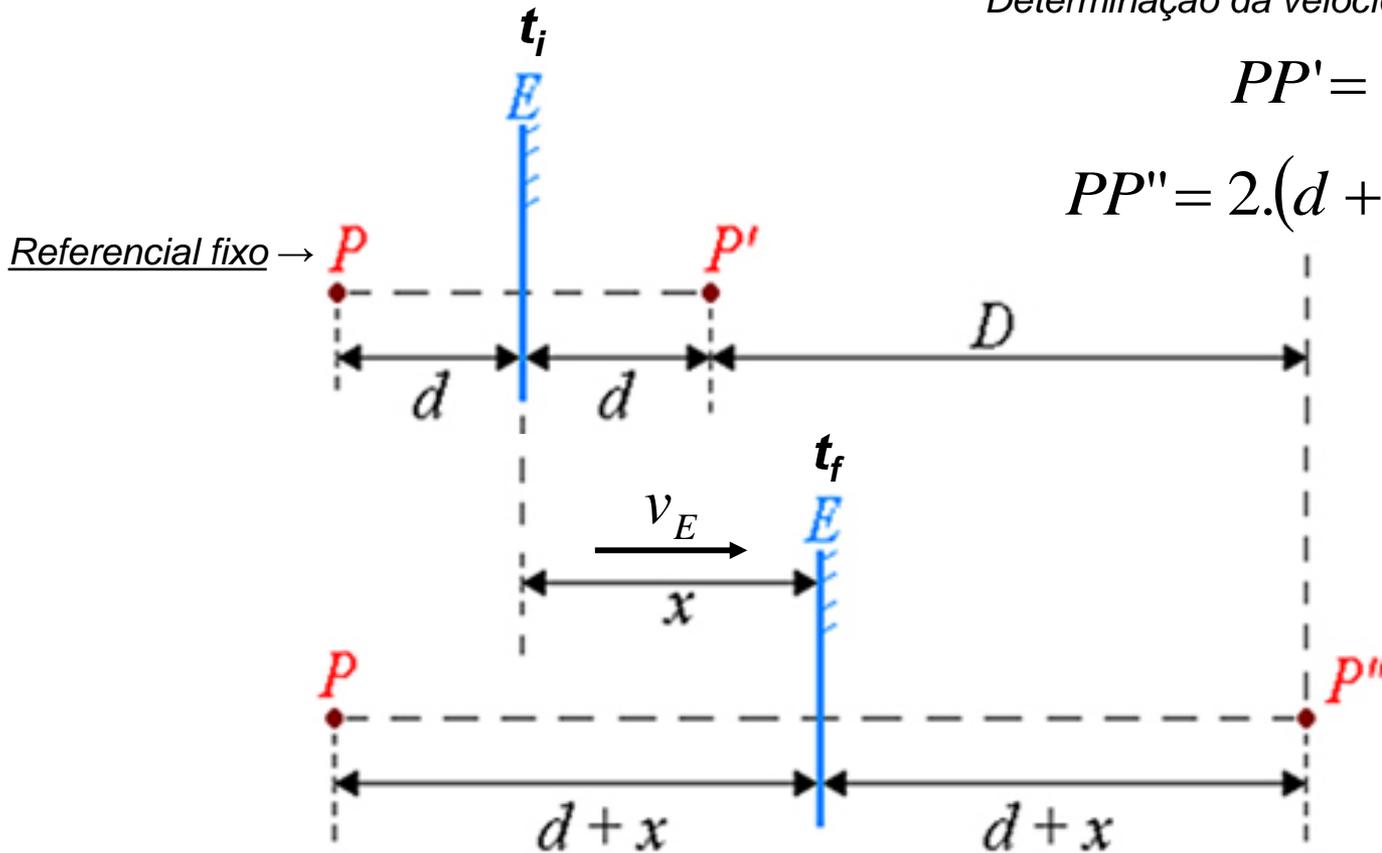
Usando conceitos de Geometria Plana, conclui-se que tanto a distância do ponto-objeto (o) e a do correspondente ponto-imagem (i) ao espelho, bem como suas alturas, são iguais.

Translação de um Espelho Plano

Determinação da velocidade da imagem (V_{imagem})

$$PP' = 2.d$$

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



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

$$D = 2.d + 2.x - 2.d$$

$$D = 2.x$$

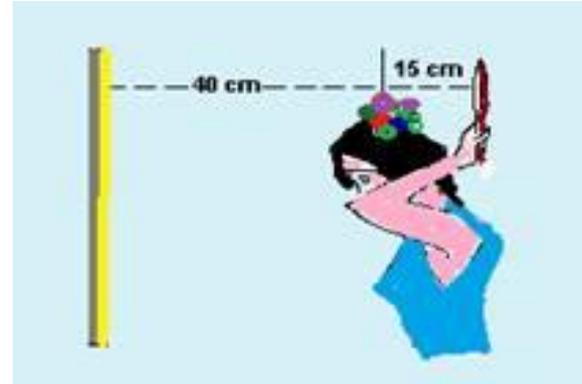
$$v_E = \frac{x}{(t_f - t_i)} \quad V_{imagem} = \frac{D}{\Delta t} = \frac{2.x}{(t_f - t_i)} \rightarrow V_{imagem} = 2.v_E$$

Em relação à P.

Exercícios

- 1) (UERJ) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40 cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos. Buscando uma visão melhor do arranjo da flor no cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15 cm da flor. A menor distância entre a flor e sua imagem, vista pela garota no espelho de parede, está próxima de:

- a) 55 cm
- b) 70 cm
- c) 95 cm
- d) 110 cm
- e) 125 cm



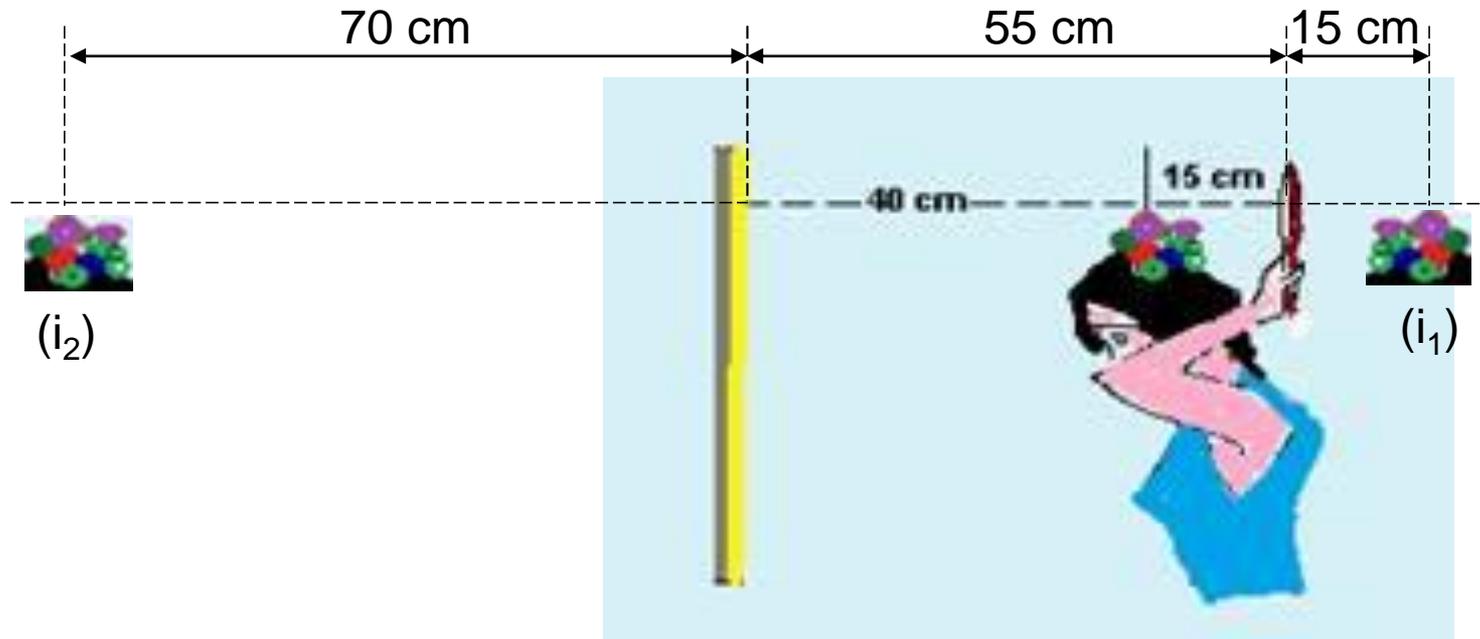
- 2) (FUVEST-SP) Uma jovem viaja de uma cidade A para uma cidade B, dirigindo um automóvel por uma estrada muito estreita. Em um certo trecho, em que a estrada é reta e horizontal, ela percebe que seu carro está entre dois caminhões-tanque bidirecionais e iguais, como mostra a figura. A jovem observa que os dois caminhões, um visto através do espelho retrovisor plano, e o outro, através do pára-brisa, parecem aproximar-se dela com a mesma velocidade. Como o automóvel e o caminhão de trás estão viajando no mesmo sentido, com velocidades de 40 km/h e 50 km/h, respectivamente, pode-se concluir que a velocidade do caminhão que está à frente é:

- a) 50 km/h com sentido de A para B
- b) 50 km/h com sentido de B para A
- c) 40 km/h com sentido de A para B
- d) 30 km/h com sentido de B para A
- e) 30 km/h com sentido de A para B



- Resolução do exercício 1:

Espelho Infinito



Distância da imagem da flor (i_1) ao espelho menor: 15 cm

Distância da imagem da flor (i_1) ao espelho maior: 70 cm

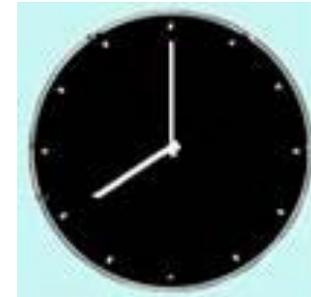
Distância da imagem da flor (i_2) ao espelho maior: 70 cm

Menor distância entre a flor e a imagem (i_2): $70 + 40 = \mathbf{110\ cm}$

- 3) (PUC-SP) Num relógio de ponteiros, cada número foi substituído por um ponto. Uma pessoa, ao observar a imagem desse relógio refletida em um espelho plano, lê 8 horas. Se fizermos a leitura diretamente no relógio, verificaremos que ele está marcando:

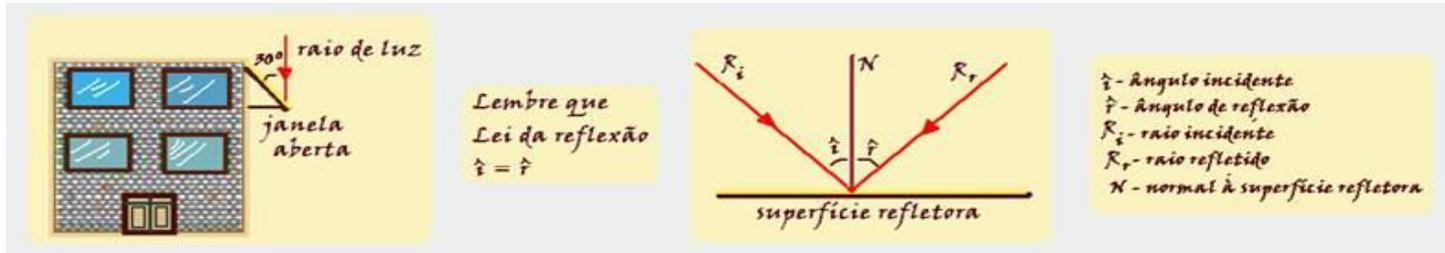
- a) 6 h
b) 2 h
c) 9 h
d) 4 h
e) 10 h

“Inversão de Profundidade”

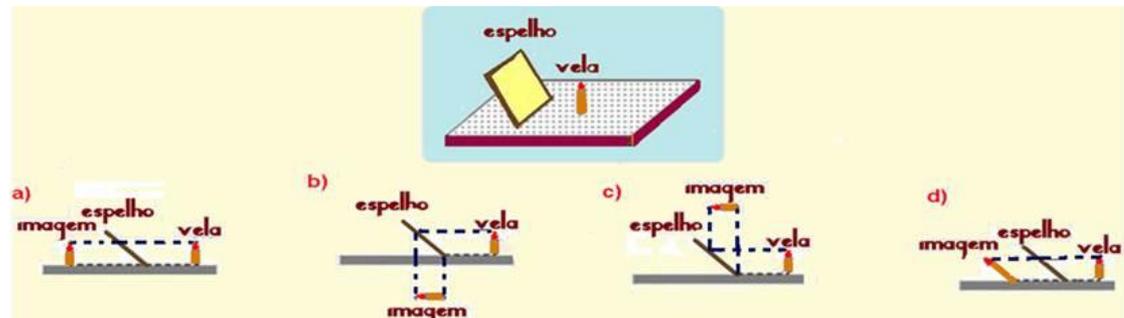
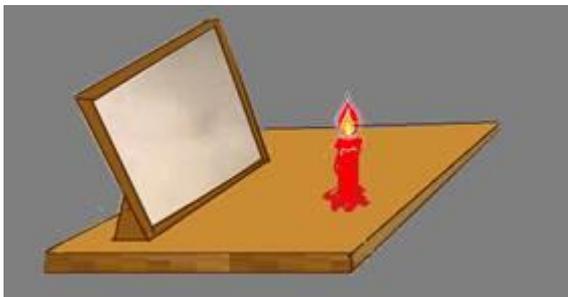


- 4) (CPS-SP) Imagine que um raio de luz incida na superfície da janela lateral de um edifício, formando um ângulo de 30° , conforme mostra a figura. Considerando o vidro da janela como uma superfície plana e lisa, o valor do ângulo de reflexão é

- a) 15°
b) 25°
c) 30°
d) 45°
e) 60°



- 5) (UFMG-MG) Uma vela está sobre uma mesa, na frente de um espelho plano, inclinado, como representado na figura a seguir. Assinale a alternativa cujo diagrama representa CORRETAMENTE a formação da imagem do objeto, nessa situação.

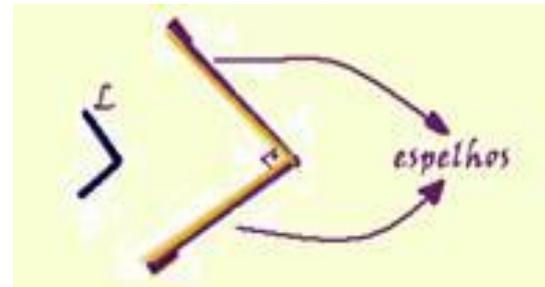


6) (ITA-SP) Ao olhar-se num espelho plano, retangular, fixado no plano de uma parede vertical, uma jovem observa a imagem de sua face tangenciando as quatro bordas do espelho, isto é, a imagem de sua face encontra-se ajustada ao tamanho do espelho. A seguir, a jovem afasta-se, perpendicularmente à parede, numa certa velocidade em relação ao espelho, continuando a observar sua imagem. Nestas condições, pode-se afirmar que essa imagem:

- a) torna-se menor que o tamanho do espelho tal como visto pela jovem
- b) torna-se maior que o tamanho do espelho tal como visto pela jovem
- c) continua ajustada ao tamanho do espelho tal como visto pela jovem
- d) desloca-se com o dobro da velocidade da jovem
- e) desloca-se com metade da velocidade da jovem.

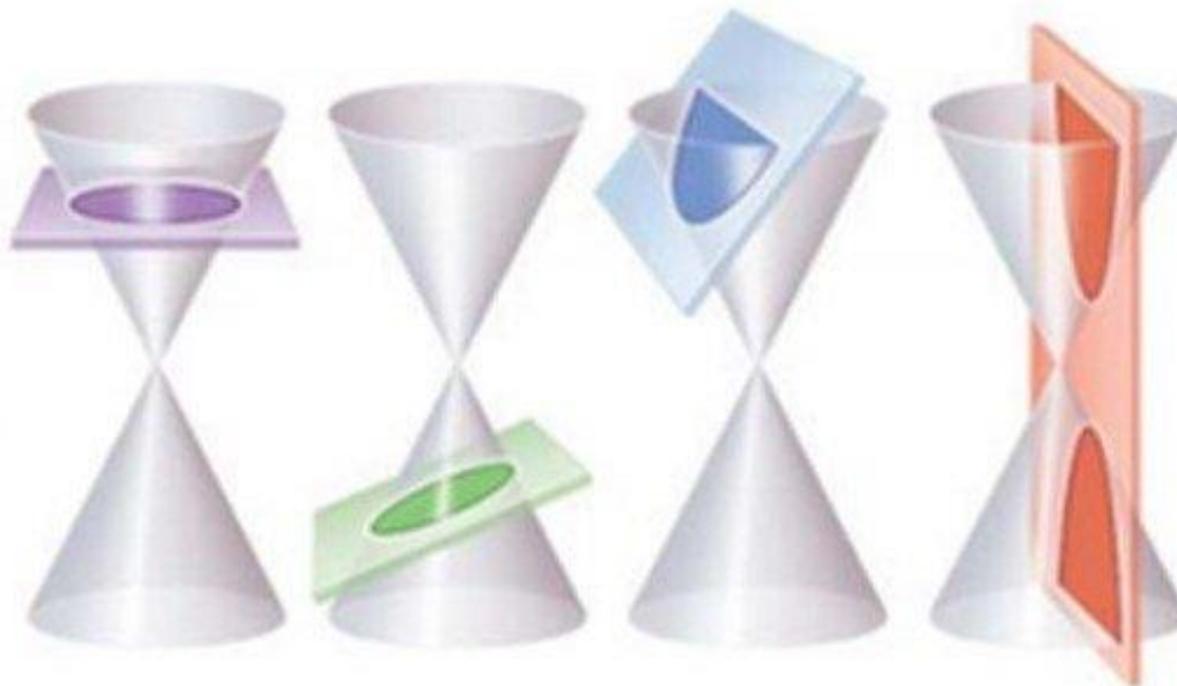


7) (UFSCAR-SP) Dois espelhos planos verticais são montados em ângulo reto, conforme a figura. Um observador segura um livro de FÍSICA (L) aberto na posição normal de leitura e, por cima dele, observa a imagem refletida, na qual lê:



- a) FÍSICA
- b) FÍSICA
- c) FÍSICA
- d) FÍSICA
- e) FÍSICA

Seções Cônicas

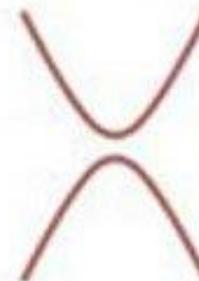
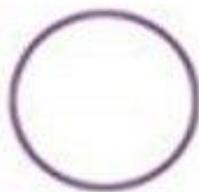


Circunferência

Elipse

Parábola

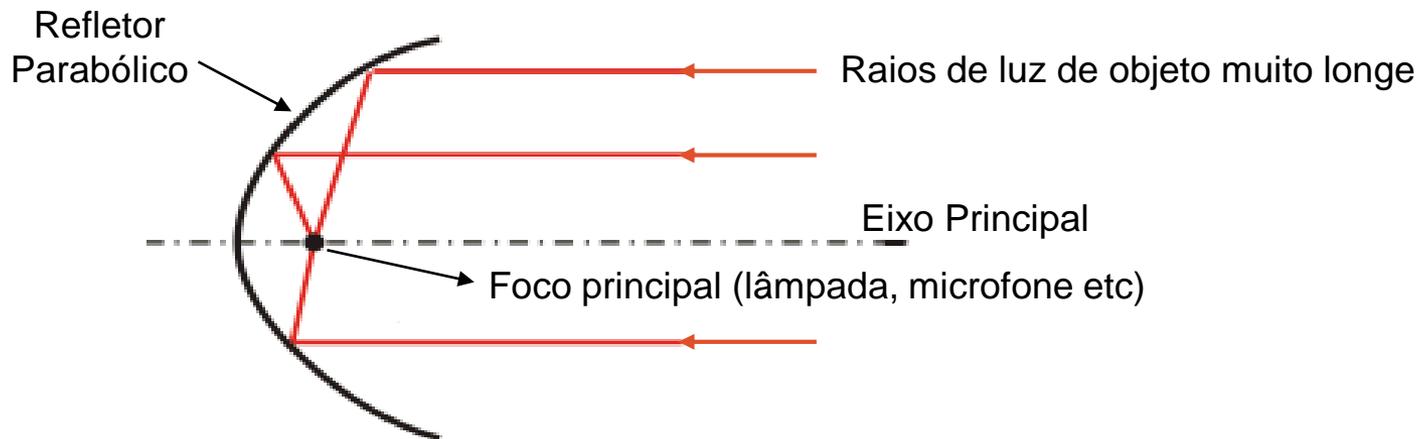
Hipérbole



Espeelhos Curvos

- Espeelhos Parabólicos

Aplicações: lanternas, faróis de automóveis e de embarcações, objetivas de telescópios refletores, antenas para TV etc.



Telescópio monóculo de pássaros

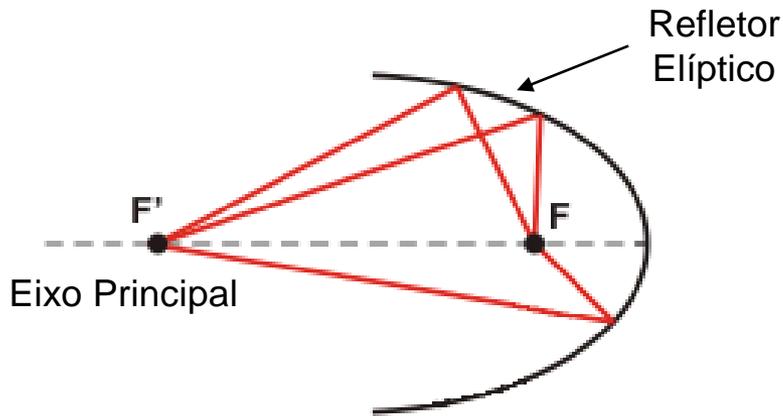


Antena Banda Ku 60cm

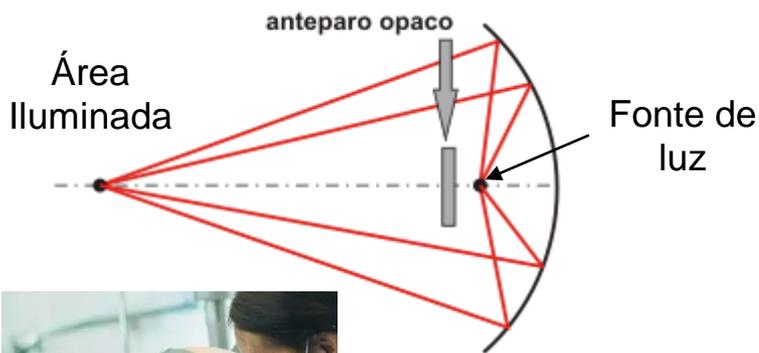


Fogão Solar UFRN - 2019

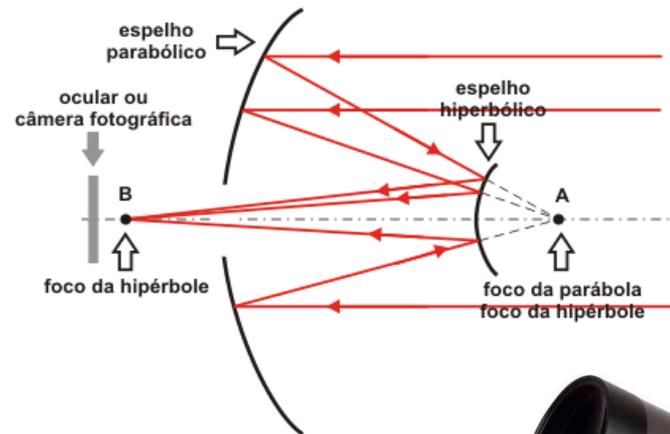
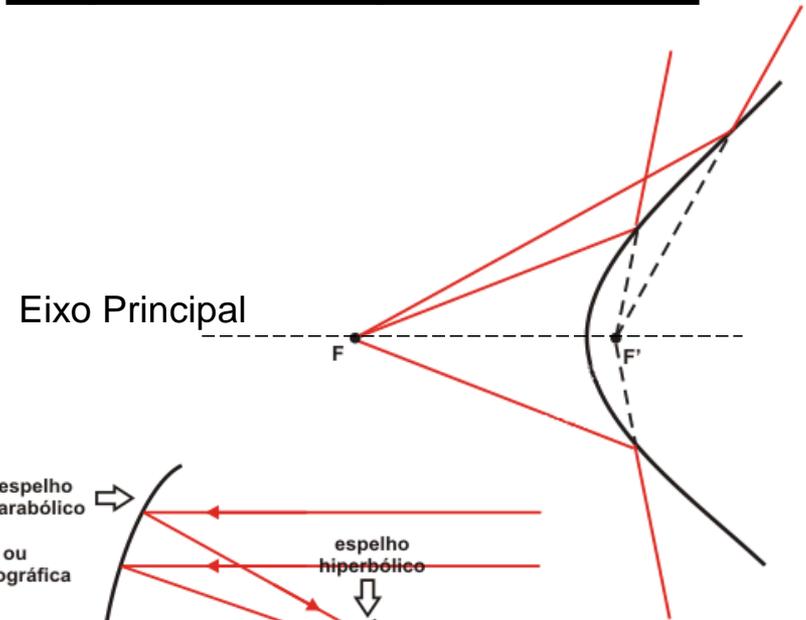
• Espeelhos Elípticos



Aplicação: Equipamento de iluminação da bancada de dentista

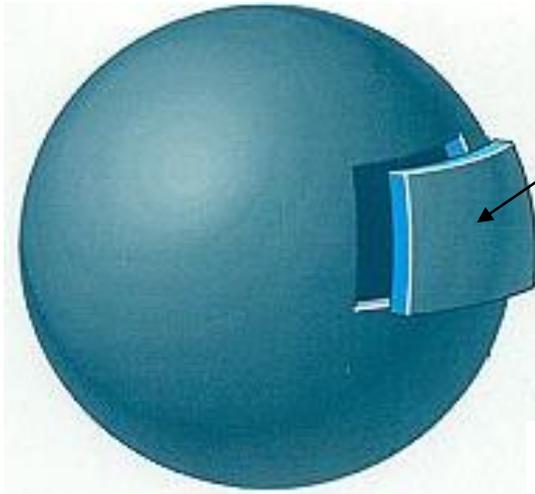


• Espeelhos Hiperbólicos

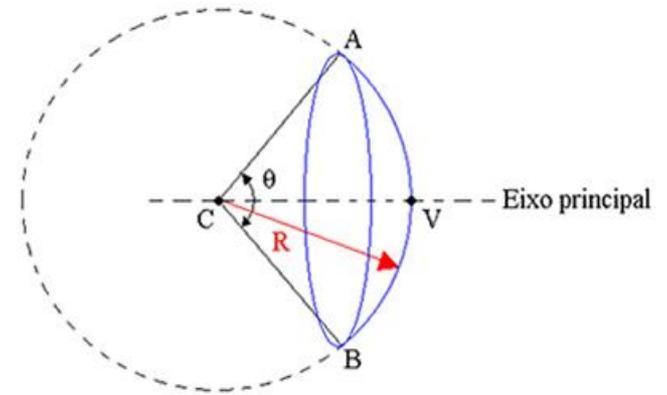


Telescópio NexStar 127SLT 127mm
f/12 Maksutov-Cassegrain

• Espehos Esféricos



calota esférica

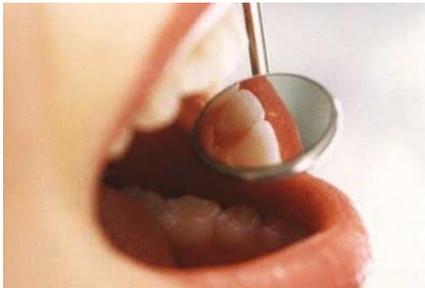


θ → ângulo da abertura

R → raio de curvatura

C → centro geométrico

V → vértice



• Espelhamento interno – espelho côncavo

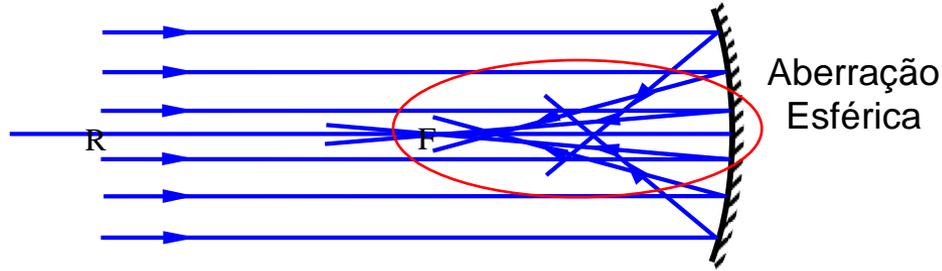
• Espelhamento externo – espelho convexo



Estigmatismo

São as condições em que um sistema óptico fornece **uma única imagem** para um objeto.

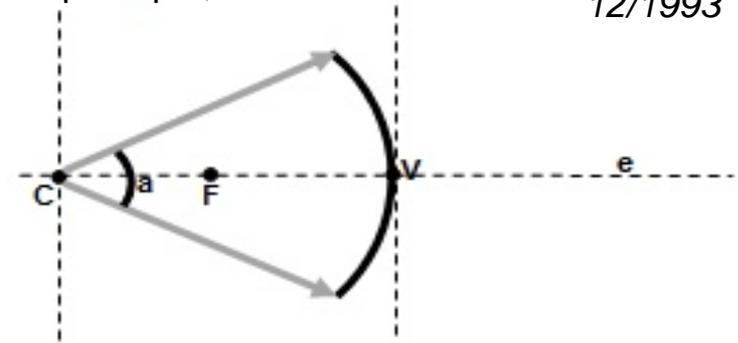
<http://buon.fjfi.cvut.cz/wp/UvodFyz/Resources/bests/sol.sci.uop.edu/~jfalward/reflection/reflection55.html>



Galáxia M100
12/1993

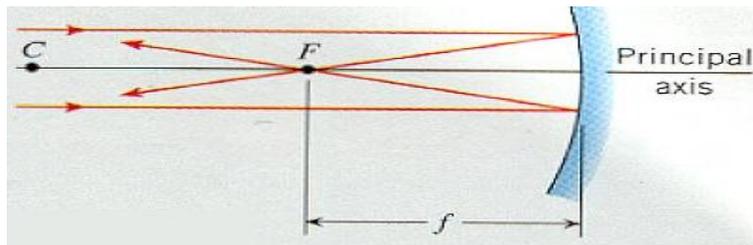
Condições de Estigmatismo de Gauss

- ponto objeto próximo ou sobre o eixo principal;
- sua abertura (ângulo α) seja menor do que 10° ;



$a \rightarrow$ ângulo de abertura

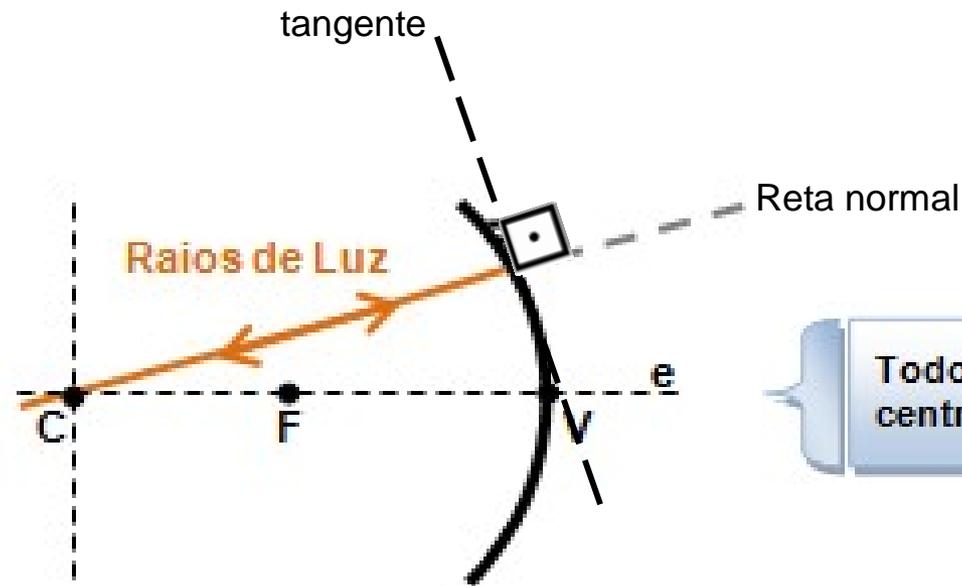
- os raios incidentes a partir do objeto sejam **paraxiais**, ou seja, tenham pequena inclinação em relação ao eixo principal ($< 10^\circ$);



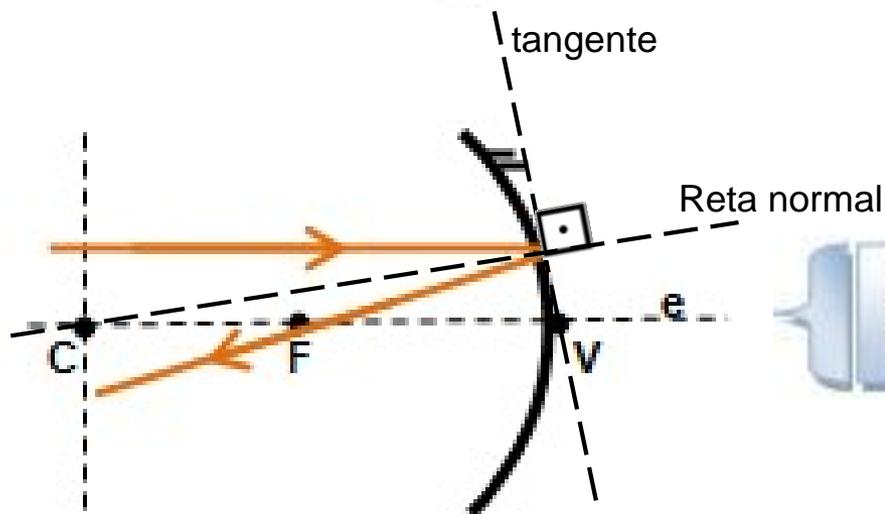
Yohann Carl F. Gauss
1777 - 1855

Raios notáveis

Espelhos côncavos e convexos



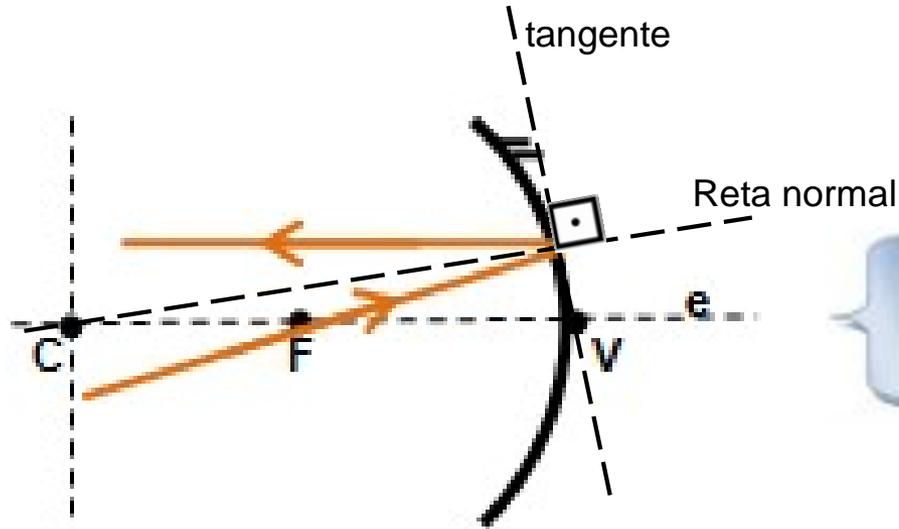
Todo raio de luz que incidente passando pelo centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.



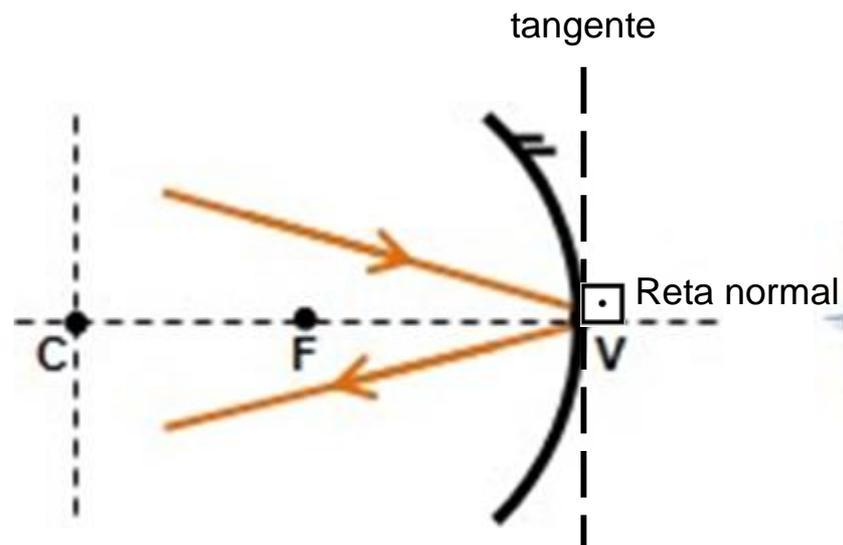
Todo raio de luz que incidir paralelamente ao eixo principal reflete-se passando pelo foco.

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

Raios notáveis



Todo raio de luz que incidir no espelho passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal.



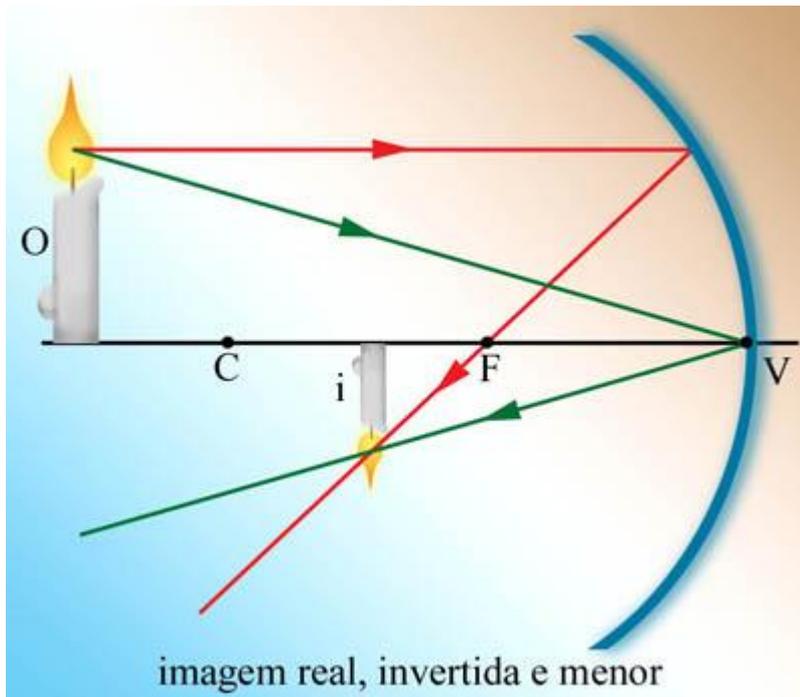
Todo raio de luz que incidir no vértice reflete-se de tal forma que o ângulo incidente e o de reflexão são iguais em relação ao eixo principal.

Formação de imagens em espelhos esféricos

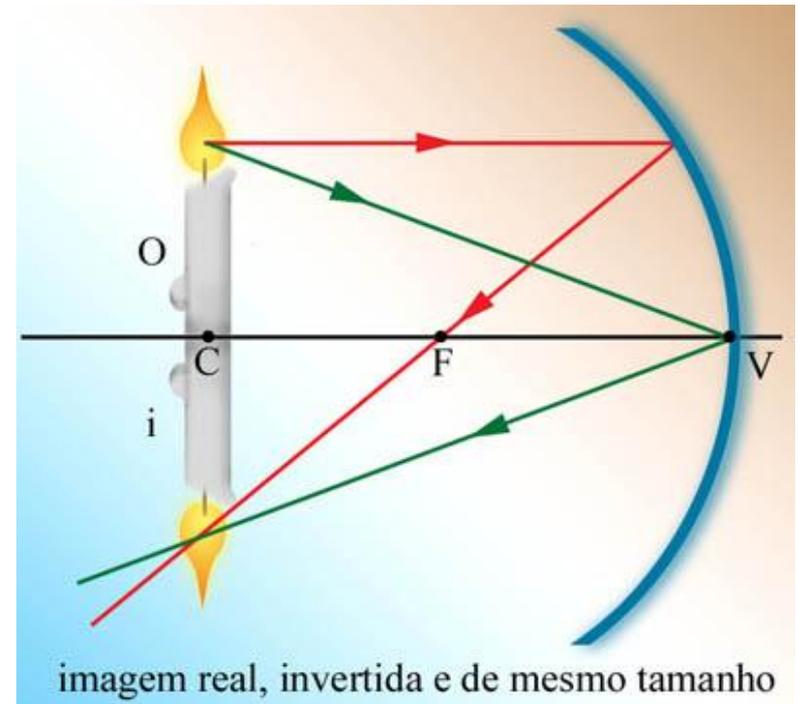
- escolher dois pontos do objeto que emitam raios de luz em direção ao espelho;
- utilizando dois raios notáveis para cada ponto escolhido, determinar os raios refletidos.

❖ Espelho Côncavo:

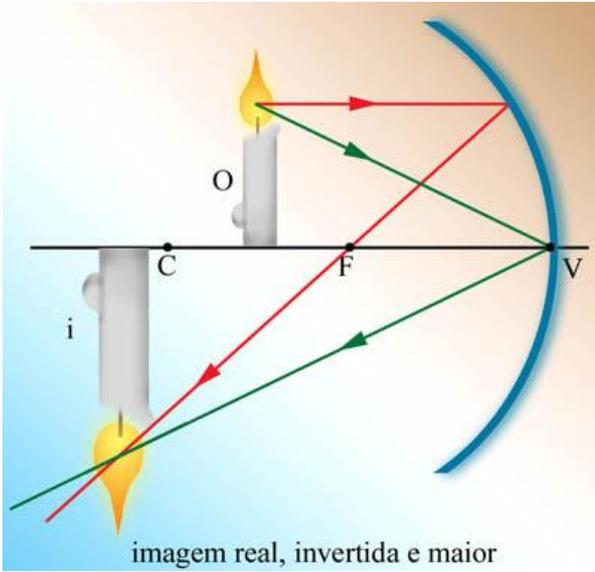
- Objeto além do centro de curvatura



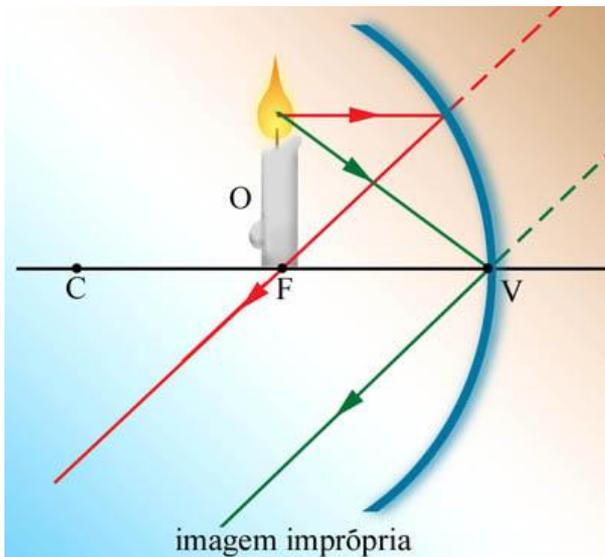
- Objeto no centro óptico



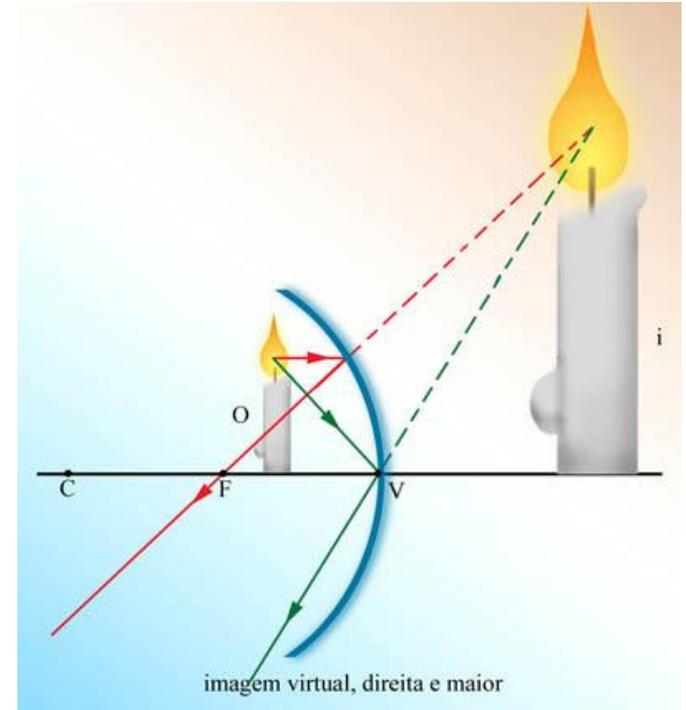
- Objeto entre centro óptico e o foco



- Objeto no foco



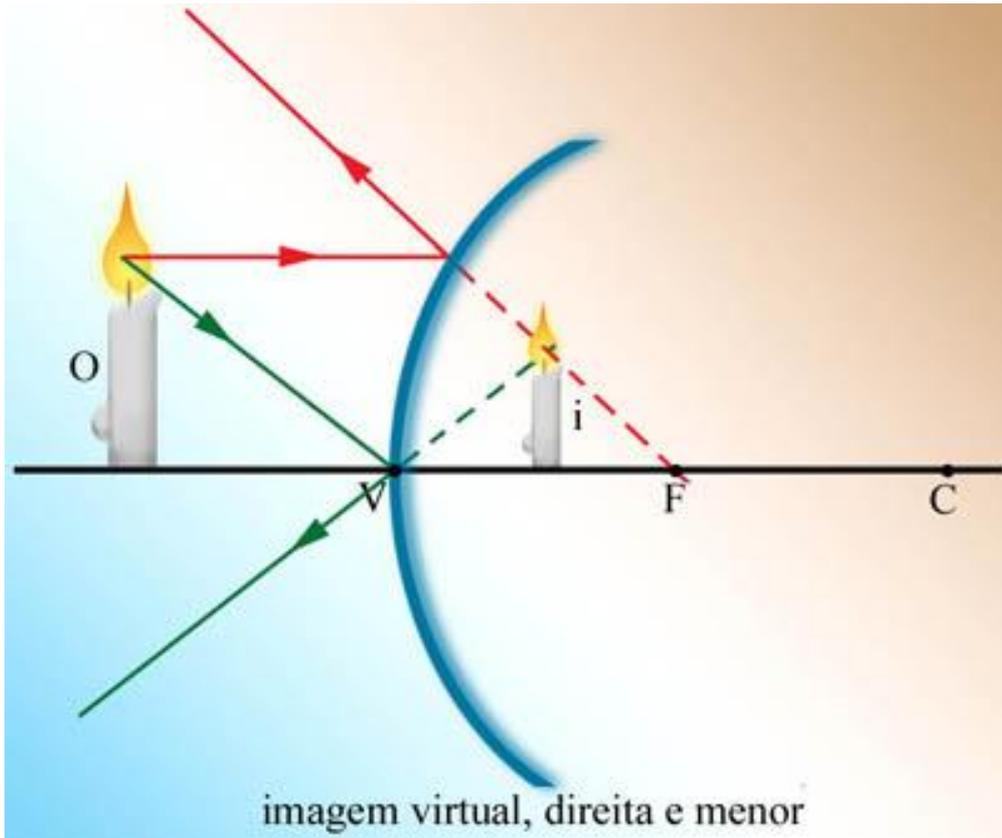
- Objeto entre o foco e o vértice



Espelhos de ampliação



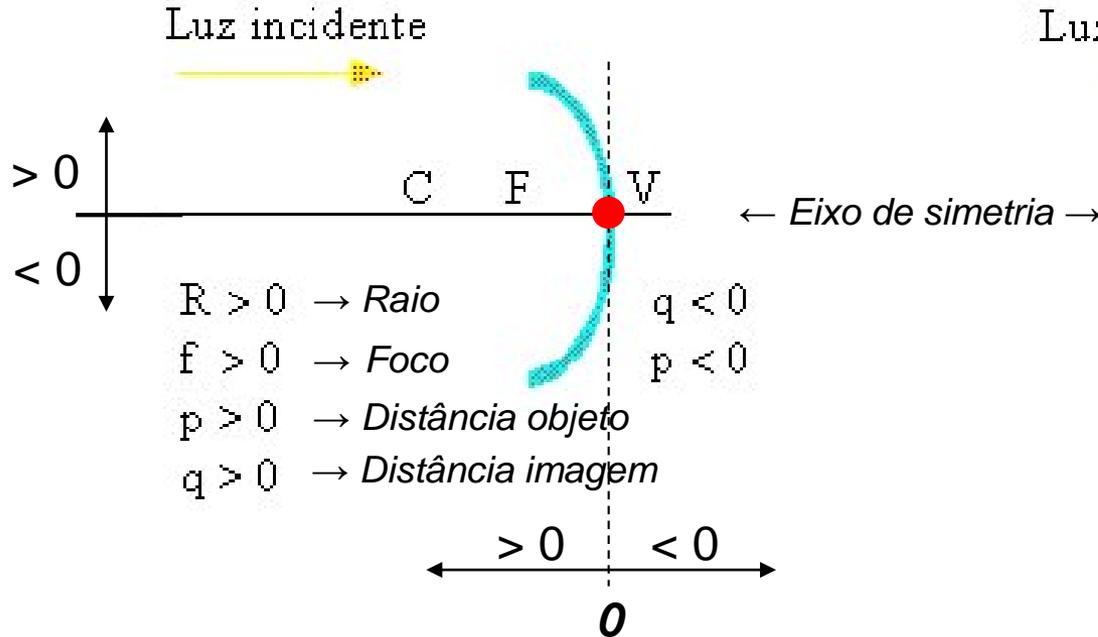
❖ Espelho Convexo:



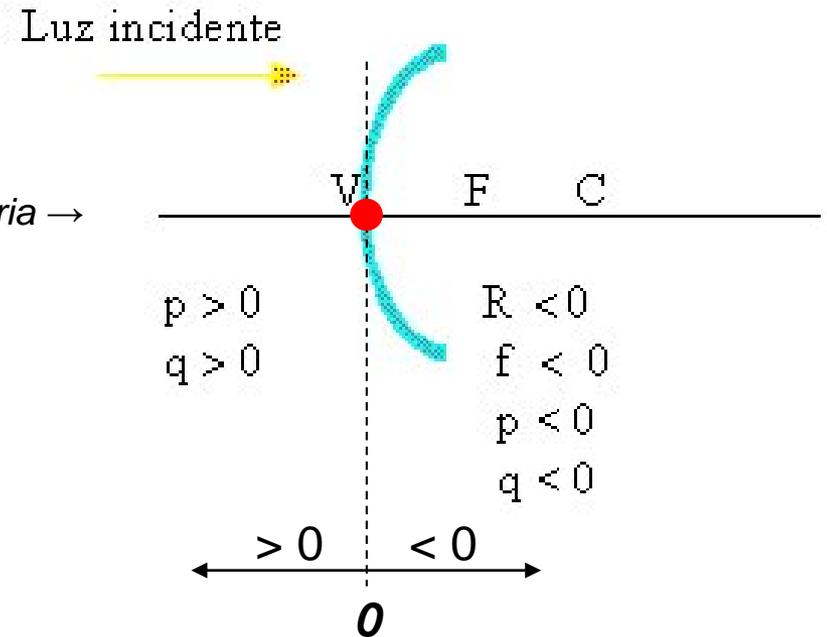
Referências de Gauss para o estudo de espelhos esféricos

- a partir do **vértice**
- respeitar o sentido da **luz incidente**

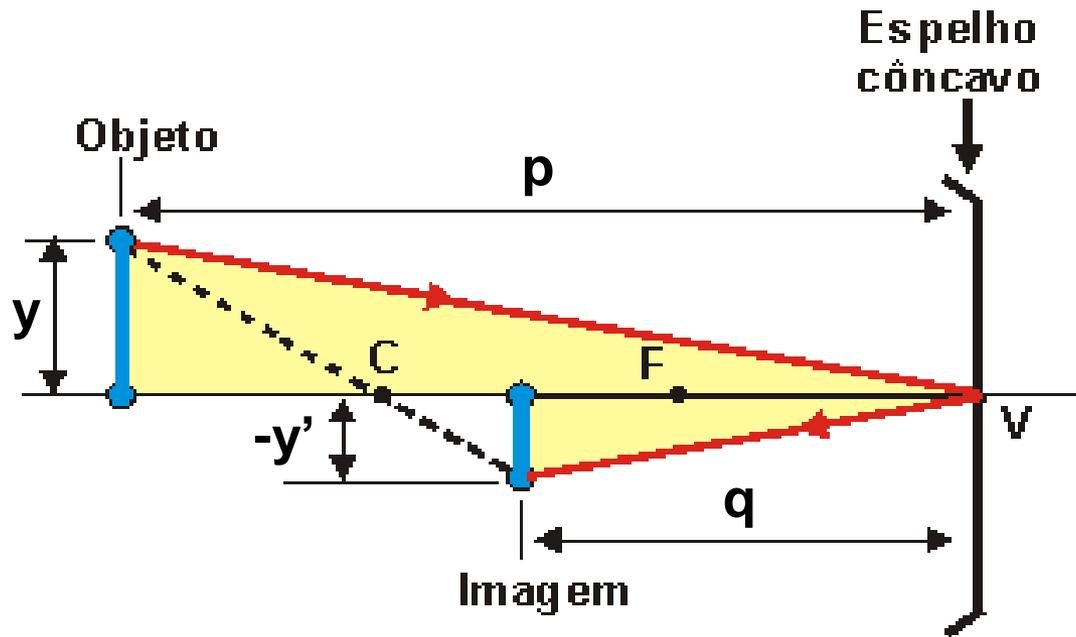
Espelho Côncavo



Espelho Convexo



Ampliação de uma imagem (A)



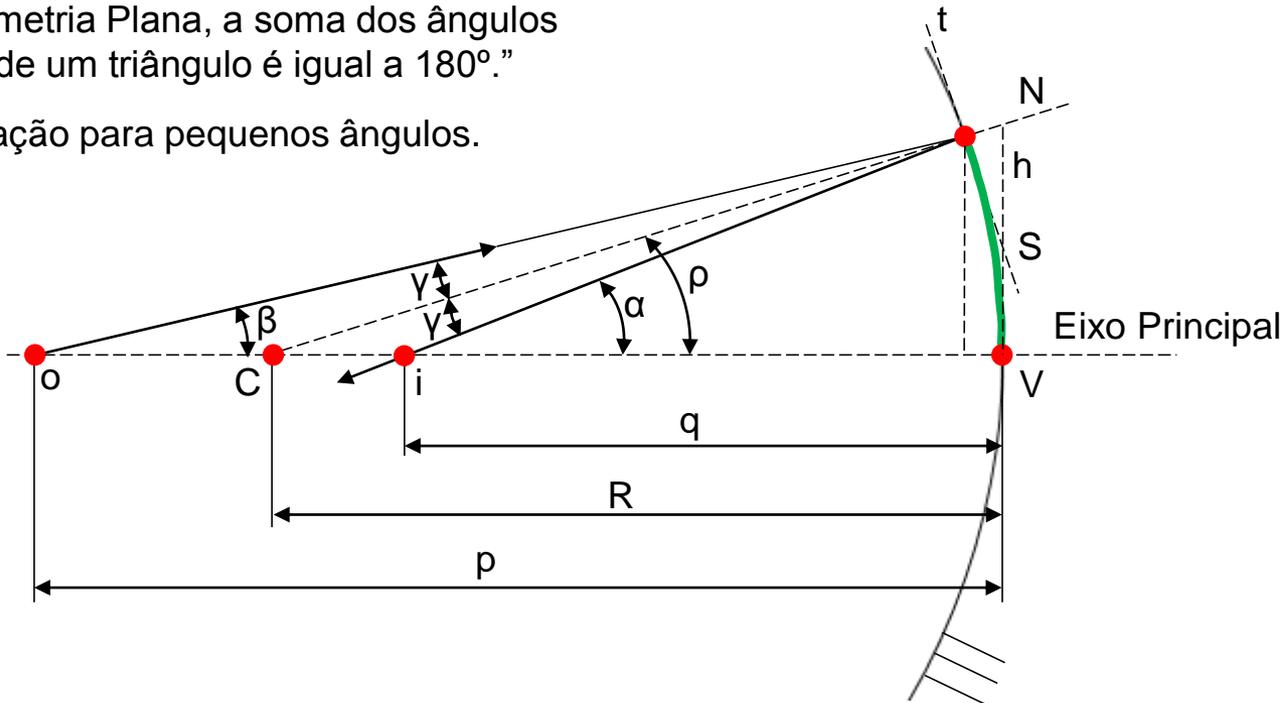
Por semelhança de triângulos:

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p} \begin{cases} A < 0 \rightarrow \text{imagem } \textit{invertida} \\ A > 0 \rightarrow \text{imagem } \textit{direita} \end{cases}$$

Obs.: o sinal negativo serve para ajustar o resultado matemático às referências de Gauss.

Estudo geométrico dos Espelhos Esféricos - Equação de Gauss

- “Na Geometria Plana, a soma dos ângulos internos de um triângulo é igual a 180° .”
- Aproximação para pequenos ângulos.



p → distância-objeto (o)

V → vértice

q → distância-imagem (i)

C → centro de curvatura

R → raio de curvatura

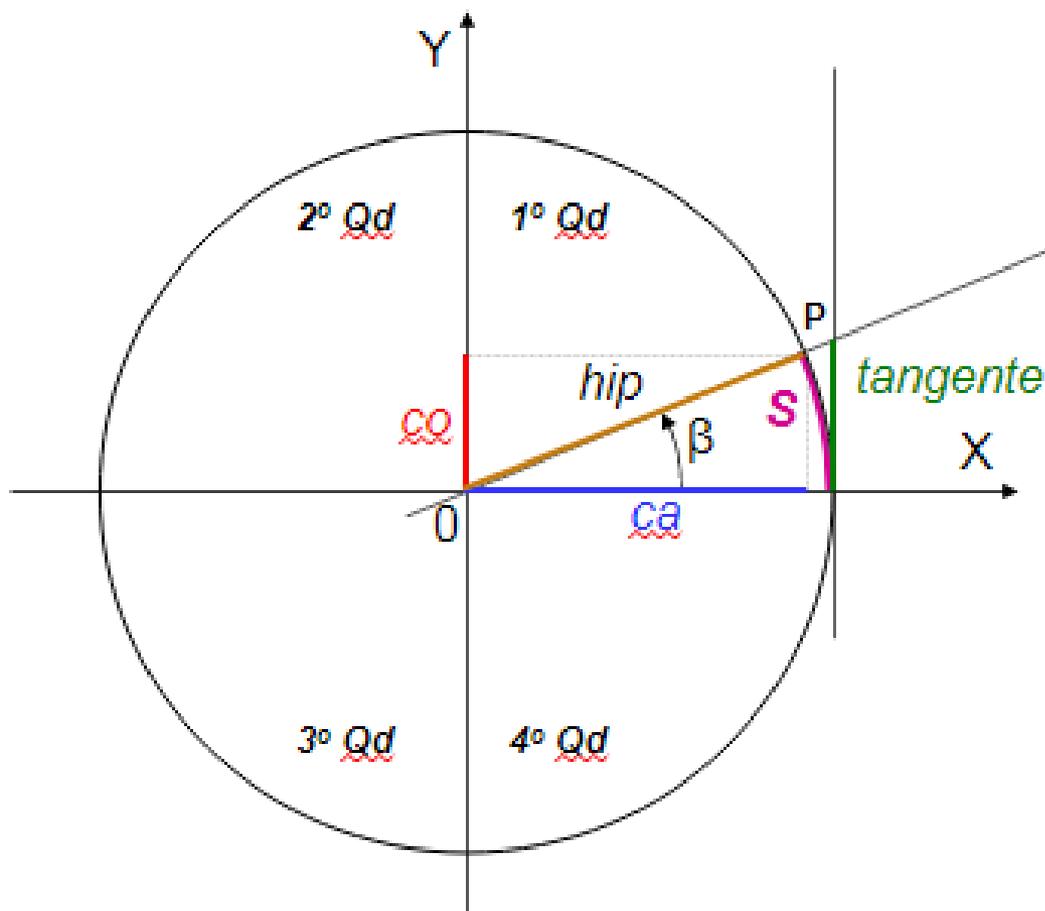
t → reta tangente no ponto de incidência

N → reta normal

S → arco de circunferência

Aproximação para ângulos pequenos

ângulo (°)	β (rad)	$\text{sen}\beta$	$\text{tg}\beta$
0	0	0	0
1	0.017453	0.01745	0.01746
2	0.034907	0.0349	0.03492
3	0.05236	0.05234	0.05241
4	0.069813	0.06976	0.06993
5	0.087266	0.08716	0.08749
6	0.10472	0.10453	0.1051
7	0.122173	0.12187	0.12279
8	0.139626	0.13917	0.14054
9	0.15708	0.15643	0.15838
10	0.174533	0.17365	0.17633
11	0.191986	0.19081	0.19438
12	0.20944	0.20791	0.21256
13	0.226893	0.22495	0.23087
14	0.244346	0.24192	0.24933
15	0.261799	0.25882	0.26795
20	0.349066	0.34202	0.36397
30	0.523599	0.5	0.57735



Portanto, para ângulos muito pequenos (até 15°), $\beta(\text{rad}) \approx \text{sen}\beta \approx \text{tg}\beta$

$$\rho = \beta + \gamma \rightarrow \gamma = \rho - \beta$$

$$\alpha = \beta + 2.\gamma \rightarrow \alpha = \beta + 2.(\rho - \beta) \rightarrow \alpha = \cancel{\beta} + 2.\rho - 2.\cancel{\beta}$$

$$\alpha = 2.\rho - \beta \rightarrow 2.\rho = \alpha + \beta \quad (1)$$

Para ângulos pequenos, $\beta(\text{rad}) \approx \text{sen}\beta \approx \text{tg}\beta$ \longrightarrow $S \approx h$

$$\tan \beta = \frac{h}{p} \quad \tan \alpha = \frac{h}{q} \quad \rho(\text{rad}) = \frac{S}{R} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{S}{p} \quad \alpha = \frac{S}{q} \quad \rho(\text{rad}) = \frac{S}{R} \quad (2)$$

$$2. \rho = \alpha + \beta$$

Substituindo (2) em (1):

$$2. \frac{s}{R} = \frac{s}{q} + \frac{s}{p}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

Imaginando-se o objeto no infinito, $p = \infty \rightarrow$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{q} \rightarrow q = \frac{R}{2}$$

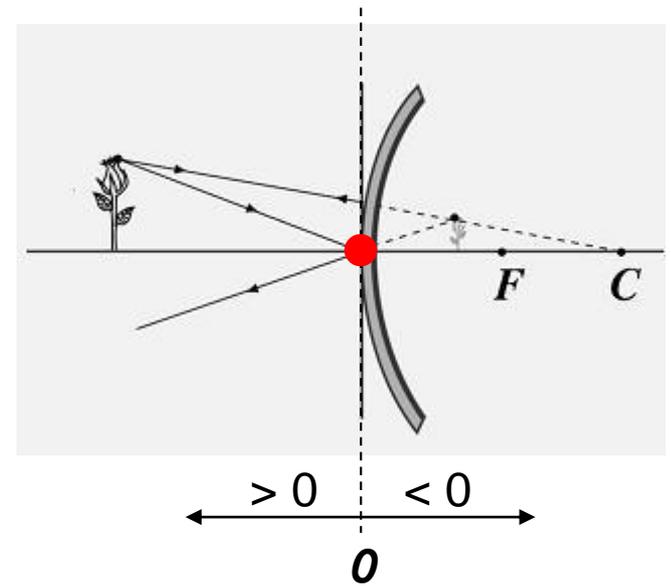
Para essa situação particular, q chama-se distância focal e f é o foco do espelho esférico $\rightarrow f = \frac{R}{2}$

Portanto, $\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}}$ conhecida como Equação de Gauss para os Espelhos Esféricos.

Exemplo

Um objeto, de 2cm de altura, está a 10cm de um espelho convexo que tem um raio de curvatura (R) de 10cm. Localizar a imagem e calcular a sua altura.

$$f = \frac{1}{2} \cdot R \rightarrow f = \frac{1}{2} \cdot (-10) \rightarrow f = -5\text{cm}$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \quad \frac{1}{-5} = \frac{1}{+10} + \frac{1}{q} \rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{1}{10} - \frac{1}{5} \rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{3}{10}$$

$$q = -\frac{10}{3}\text{cm}$$

(Imagem Virtual)

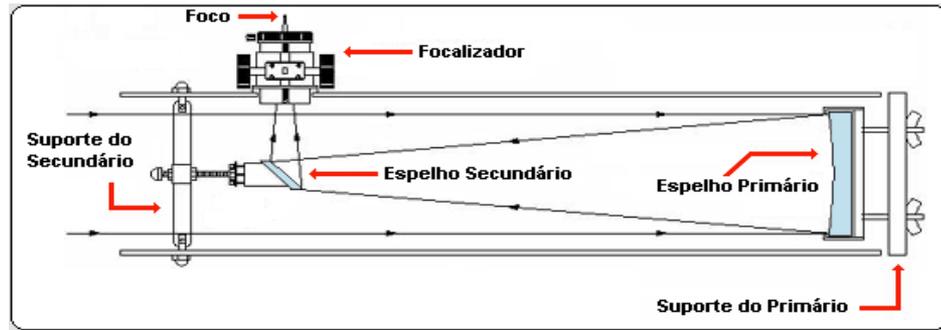
$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p} \rightarrow \frac{y'}{+2} = -\frac{\left(-\frac{10}{3}\right)}{+10}$$

$$y' = +\frac{2}{3}\text{cm}$$

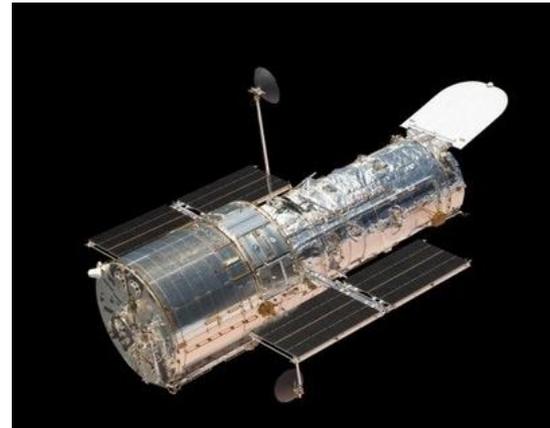
• Telescópio

<http://www.mat.uc.pt/~jfqueiro/aplicacoes.pdf>

• refletor (Newton)

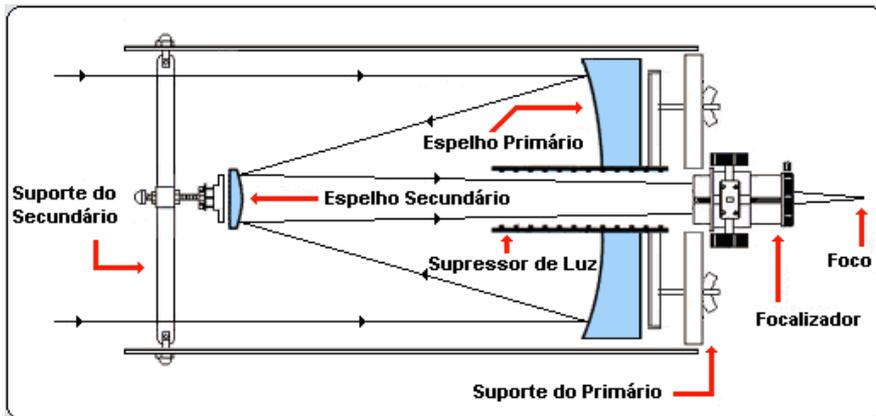


Telescópio Newtoniano
Constellation Equatorial Greika x
150mm Amplitude 2100x - 1400x150



Telescópio
Espacial
Hubble (4/90)
 $\theta_{\text{esp}} = 2,4\text{m}$
 $f = 57,6\text{m}$

• refletor (Cassegrain)



Nebulosa Carina



Espaço profundo

Exercícios

(resolver as questões removendo do exercício o conjunto óptico formado pelos olhos humanos)

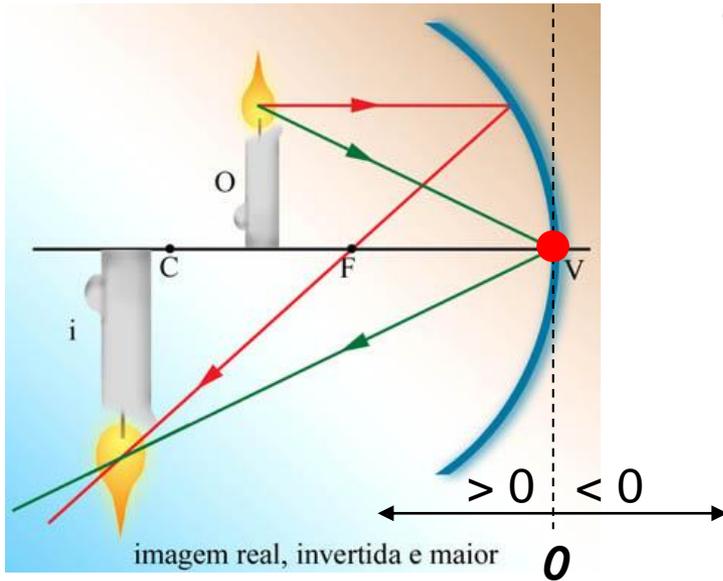
- 1) (CESGRANRIO) Um objeto de altura O é colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico côncavo. Estando o objeto no infinito, a imagem desse objeto será:
 - a) real, localizada no foco;
 - b) real e de mesmo tamanho do objeto;
 - c) real, maior do que o tamanho do objeto;
 - d) virtual e de mesmo tamanho do objeto;
 - e) virtual, menor do que o tamanho do objeto.

- 2) Em um farol de automóvel tem-se um refletor constituído por um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. O farol funciona bem quando o espelho é:
 - a) côncavo e o filamento está no centro do espelho;
 - b) côncavo e o filamento está no foco do espelho;
 - c) convexo e o filamento está no centro do espelho;
 - d) convexo e o filamento está no foco do espelho;
 - e) convexo e o filamento está no ponto médio entre o foco e o centro do espelho.

- 3) Um objeto está sobre o eixo de um espelho esférico côncavo. A distância entre o objeto e o espelho é maior que o raio de curvatura do espelho. A imagem do objeto é:
 - a) real, não invertida, menor que o objeto;
 - b) real, invertida, maior que o objeto;
 - c) real, invertida, menor que o objeto;
 - d) virtual, não invertida, maior que o objeto;
 - e) virtual, invertida, menor que o objeto.

- 4) (VUNESP) Um pequeno prego se encontra diante de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo óptico principal, entre o foco e o espelho. A imagem do prego será:
- a) real, invertida e menor que o objeto;
 - b) virtual, invertida e menor que o objeto;
 - c) real, direta e menor que o objeto;
 - d) virtual, direta e maior que o objeto;
 - e) real, invertida e maior que o objeto.
- 5) (MACKENZIE) Diante de um espelho esférico côncavo coloca-se um objeto real no ponto médio do segmento definido pelo foco principal e pelo centro de curvatura. Se o raio de curvatura desse espelho é de 2,4 m, a distância entre o objeto e sua imagem conjugada é de:
- a) 0,60m
 - b) 1,2m
 - c) 1,8m
 - d) 2,4m
 - e) 3,6m
- 6) (UCS) Um espelho esférico conjuga a um objeto real, a 40cm de seu vértice, uma imagem direita e duas vezes menor. Pode-se afirmar que o espelho é:
- a) côncavo de 40 cm de distância focal;
 - b) côncavo de 40 cm de raio de curvatura;
 - c) convexo de 40 cm de módulo de distância focal;
 - d) convexo de 40 cm de raio de curvatura;
 - e) convexo de 40 cm como distância entre o objeto e a imagem.

- Resolução do exercício 5:



Obedecidas as Condições de Estigmatismo de Gauss:

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

$$\frac{1}{+1,2} = \frac{1}{+1,8} + \frac{1}{q}$$

$$\frac{1}{q} = +\frac{1}{1,2} - \frac{1}{1,8}$$

$$\frac{1}{q} = \frac{+1,8 - 1,2}{1,8 \cdot 1,2} = \frac{+0,6}{1,8 \cdot 1,2}$$

$$\frac{1}{q} = +\frac{1}{3,6} \rightarrow q = +3,6 \text{ m}$$

$$\overline{CV} = R = +2,4 \text{ m} \quad f = +1,2 \text{ m}$$

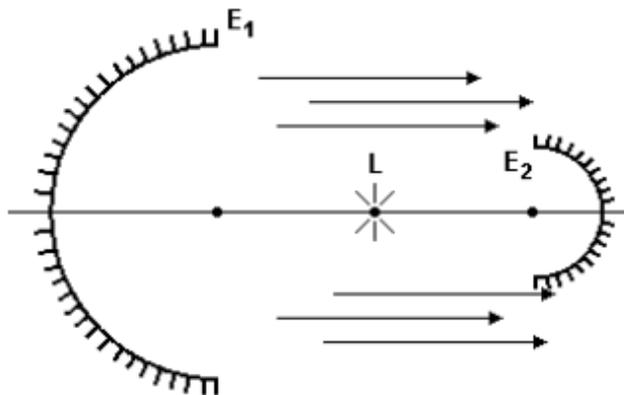
Se $\overline{CF} = \overline{FV} = f = \frac{\overline{CV}}{2}$ e o objeto está no ponto médio de \overline{CF} , então

$$p = \frac{\overline{CF}}{2} + \overline{FV} = \frac{R}{4} + \frac{R}{2} = +1,8 \text{ m}$$

7) (ITA) Um jovem estudante para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?

- a) Convexo com $r = 50$ cm.
- b) Côncavo com $r = 2,0$ m.
- c) Côncavo com $r = 33$ cm.
- d) Convexo com $r = 67$ cm.
- e) Um espelho diferente dos mencionados.

8) (Fuvest) Um holofote é constituído por dois espelhos esféricos côncavos E_1 e E_2 , de modo que a quase totalidade da luz proveniente da lâmpada L seja projetada pelo espelho maior E_1 formando um feixe de raios quase paralelos. Neste arranjo, os espelhos devem ser posicionados de forma que a lâmpada esteja aproximadamente



- a) nos focos dos espelhos E_1 e E_2 .
- b) no centro de curvatura de E_2 e no vértice de E_1 .
- c) no foco de E_2 e no centro de curvatura de E_1 .
- d) nos centros de curvatura de E_1 e E_2 .
- e) no foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 .

9) (UFPB 2008) Com relação a uma experiência envolvendo espelhos curvos, em um determinado laboratório, considere as afirmativas abaixo:

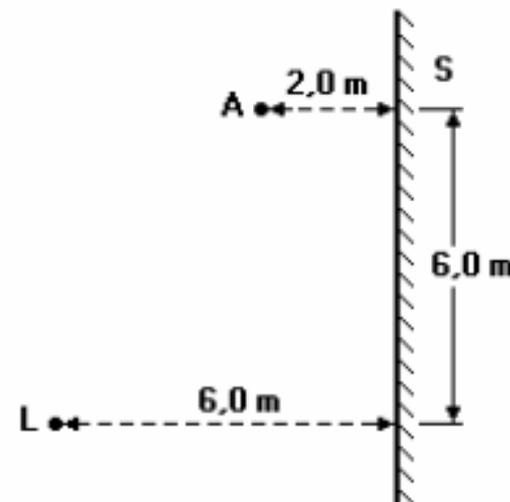
- I. A imagem de um objeto, colocado na frente de um espelho convexo, é sempre virtual.
- II. A imagem de um objeto, colocado na frente de um espelho côncavo, é sempre real.
- III. A distância focal é sempre igual ao raio do espelho.
- IV. A imagem de um objeto, projetada em um anteparo, é sempre real.

Estão corretas apenas:

- a) III e IV
- b) II e IV
- c) I e IV
- d) II e III
- e) I e II

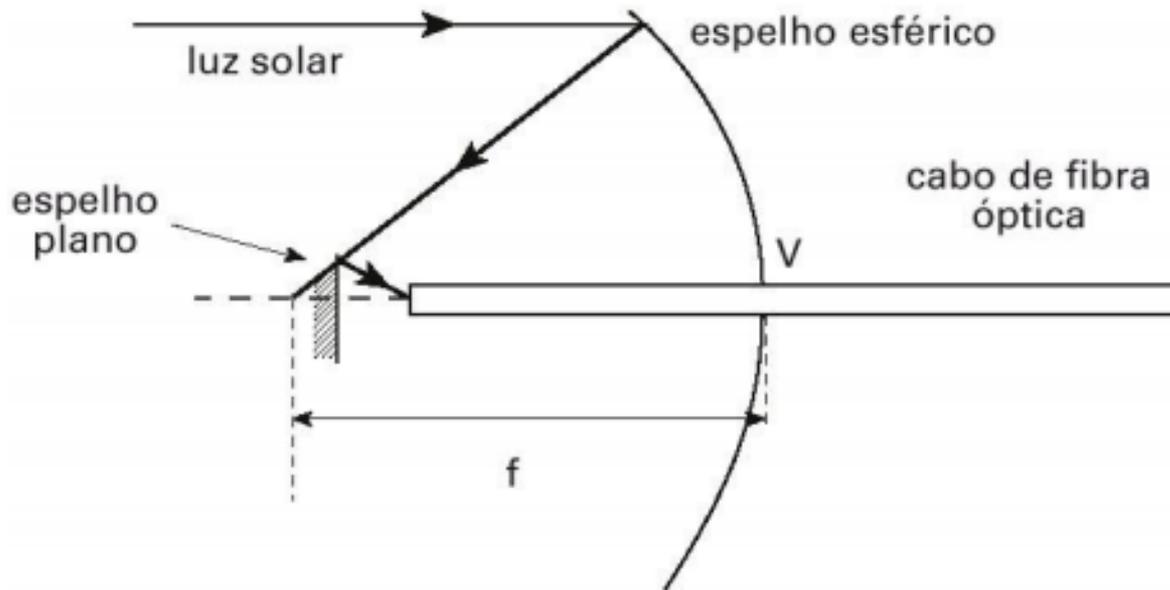
10) (Fuvest) A figura ao lado representa um objeto **A** colocado a uma distância de **2,0m** de um espelho plano **S**, e uma lâmpada **L** colocada à distância de **6,0m** do espelho.

- a) Desenhe o raio emitido por **L** e refletido em **S** que atinge **A**. Explique a construção.
- b) Calcule a distância percorrida por esse raio.



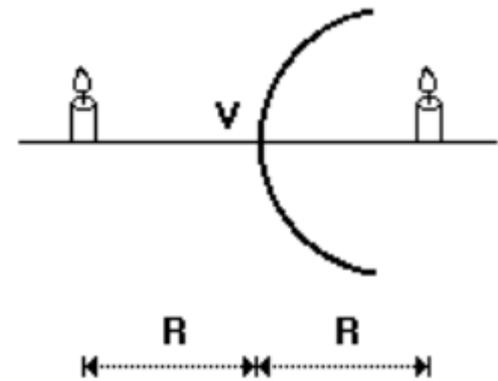
11) (UNESP/2007) Um pesquisador decide utilizar a luz solar concentrada em um feixe de raios luminosos para confeccionar um bisturi para pequenas cirurgias. Para isso, construiu um coletor com um espelho esférico, para concentrar o feixe de raios luminosos, e um pequeno espelho plano, para desviar o feixe em direção à extremidade de um cabo de fibra óptica. Este cabo capta e conduz o feixe concentrado para a sua outra extremidade, como ilustrado na figura. Em uma área de 1mm^2 , iluminada pelo sol, a intensidade de energia disponível é $0,001\text{ W/mm}^2$. A potência do feixe concentrado que sai do bisturi óptico, transportada pelo cabo, cuja seção tem $0,5\text{ mm}$ de raio, é de $7,5\text{ W}$. Assim, a potência disponibilizada por unidade de área (utilize $\pi = 3$) aumentou por um fator de:

- a) 10000
- b) 4000
- c) 1000
- d) 785
- e) 100.



12) (Pucmg) A figura desta questão mostra parte de uma esfera, de raio R , espelhada por dentro e por fora, formando dois espelhos esféricos. Dois objetos luminosos são dispostos diante desses espelhos conforme indicado. A distância entre as imagens produzidas é igual a:

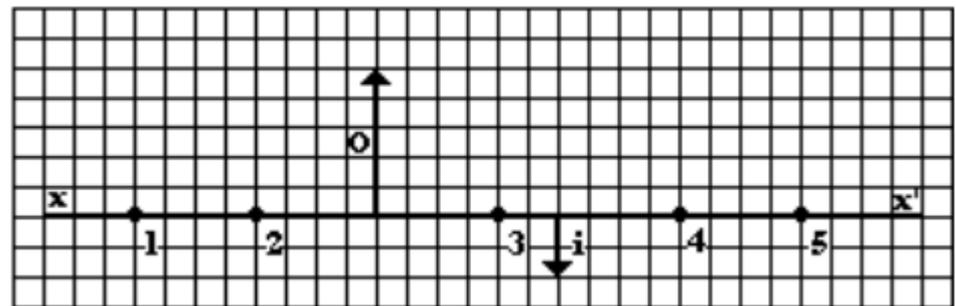
- a) $2R$
- b) $4R/3$
- c) $R/2$
- d) $3R/5$
- e) $2R/3$



13) (Uel) Na figura a seguir estão representados um objeto O e sua imagem i conjugada por um espelho esférico côncavo, cujo eixo principal é xx' .

De acordo com a figura, o vértice do espelho está localizado no ponto

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



14) (Fuvest) A imagem de um objeto forma-se a 40cm de um espelho côncavo com distância focal de 30cm . A imagem formada situa-se sobre o eixo principal do espelho, é real, invertida e tem 3cm de altura.

- a) Determine a posição do objeto.
- b) Construa o esquema referente a questão representando objeto, imagem, espelho e raios utilizados e indicando as distâncias envolvidas.

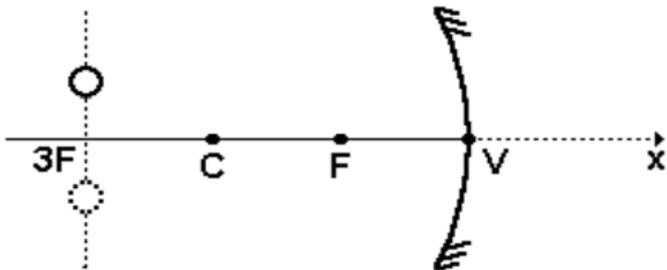
- 15) (Ufes) Uma partícula pontual realiza, na vertical, um movimento harmônico simples (MHS), dado por

$$y(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t).$$

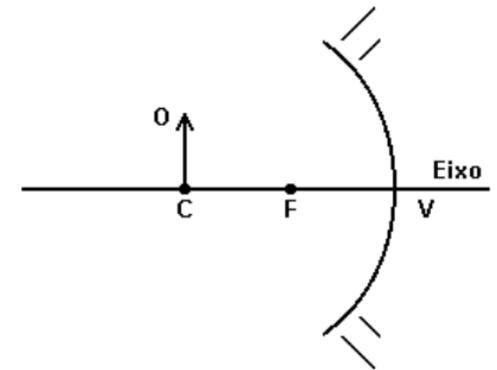
O plano de oscilação da partícula é perpendicular ao eixo principal (eixo x) de um espelho esférico côncavo Gaussiano e está a uma distância do vértice igual a três vezes a distância focal do espelho.

Determine:

- a frequência angular de oscilação da imagem da partícula;
- a amplitude de oscilação da imagem;
- a diferença de fase $\Delta \phi$ entre o movimento de oscilação da partícula e o da sua imagem.



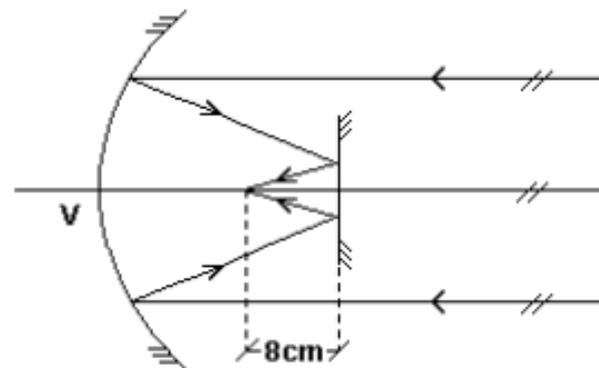
- 16) UFSM



A figura representa um objeto O colocado sobre o centro de curvatura C de um espelho esférico côncavo. A imagem formada será

- virtual, direita e menor.
- virtual, invertida e menor.
- real, direta e maior.
- real, invertida e maior.
- real, invertida e de mesmo tamanho.

17) (Ufrj) Um espelho côncavo de 50cm de raio e um pequeno espelho plano estão frente a frente. O espelho plano está disposto perpendicularmente ao eixo principal do côncavo. Raios luminosos paralelos ao eixo principal são refletidos pelo espelho côncavo; em seguida, refletem-se também no espelho plano e tornam-se convergentes num ponto do eixo principal distante 8cm do espelho plano, como mostra a figura.



Calcule a distância do espelho plano ao vértice V do espelho côncavo.

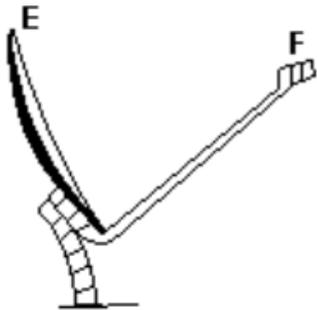
18) (Mackenzie) Sobre o eixo principal de um espelho esférico convexo de raio de curvatura igual a 10cm, é colocado um objeto real. A distância entre o objeto e o espelho é 20cm. Desta forma, obtém-se uma imagem de características:

- a) virtual e invertida.
- b) virtual e direita.
- c) real e invertida.
- d) real e direita.
- e) diferentes das anteriores.

19) (Ufv) Um espelho esférico, cujo raio de curvatura é igual a 0,30m, tem sua face côncava voltada na direção do Sol. Uma imagem do Sol é formada pelo espelho. A distância dessa imagem até o espelho é:

- a) 0,30m.
- b) 0,15m.
- c) 0,45m.
- d) 0,60m.
- e) infinita.

20) (Ufscar) Os refletores das antenas parabólicas funcionam como espelhos esféricos para a radiação eletromagnética emitida por satélites retransmissores, localizados em órbitas estacionárias, a cerca de 36.000km de altitude. A figura à esquerda representa esquematicamente uma miniantena parabólica, cuja foto está à direita, onde E é o refletor e F é o receptor, localizado num foco secundário do refletor.



a) Copie o esquema da figura da esquerda e represente o traçado da radiação eletromagnética proveniente do satélite retransmissor que incide no refletor E e se reflete, convergindo para o foco secundário F (faça um traçado semelhante ao traçado de raios de luz). Coloque nessa figura uma seta apontando para a posição do satélite.

b) Nas miniantenas parabólicas o receptor é colocado no foco secundário e não no foco principal, localizado no eixo principal do refletor, como ocorre nas antenas normais. Por quê?

(Sugestão: lembre-se que a energia captada pelo refletor da antena é diretamente proporcional à área atingida pela radiação proveniente do satélite.)

Referências

<http://educar.sc.usp.br/optica/reflexao.htm#topo>

http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_opt_1.htm

http://www.fisicapaidegua.com/conteudo/conteudo.php?id_top=040302

<http://educar.sc.usp.br/optica/esferico.htm#referencial>

<http://www.coladaweb.com/exercicios-resolvidos/exercicios-resolvidos-de-fisica/espelhos-esfericos>

<http://www.infoescola.com/optica/espelhos-esfericos/exercicios/>

http://www.fatecsp.br/paginas/apostila_teorica.pdf

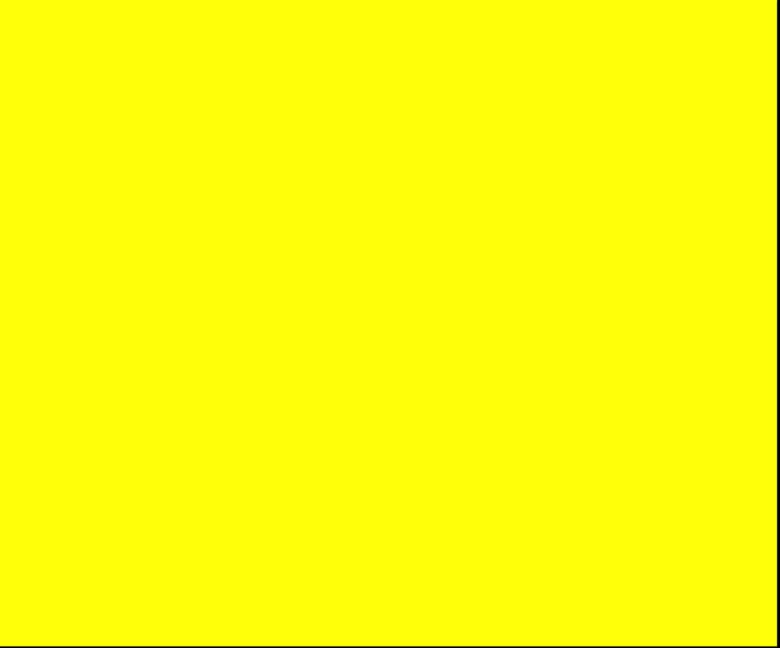
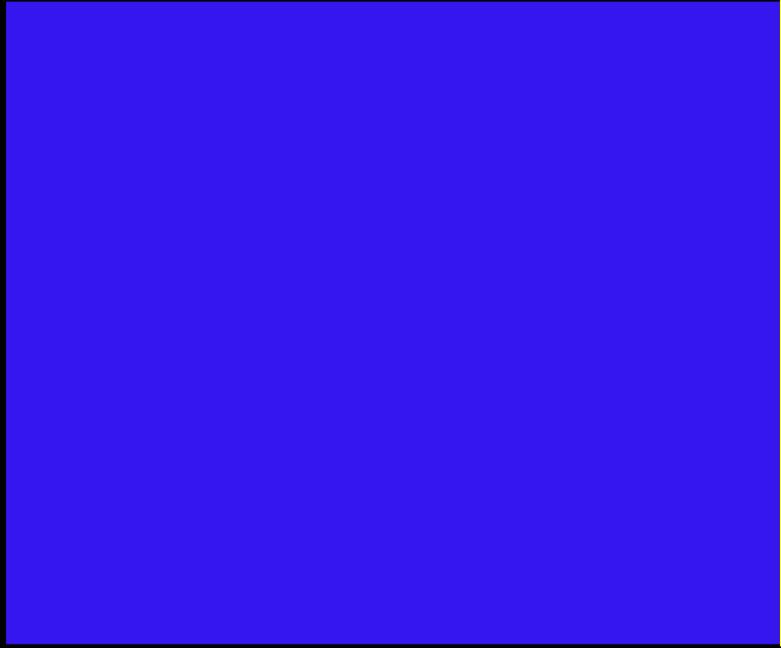
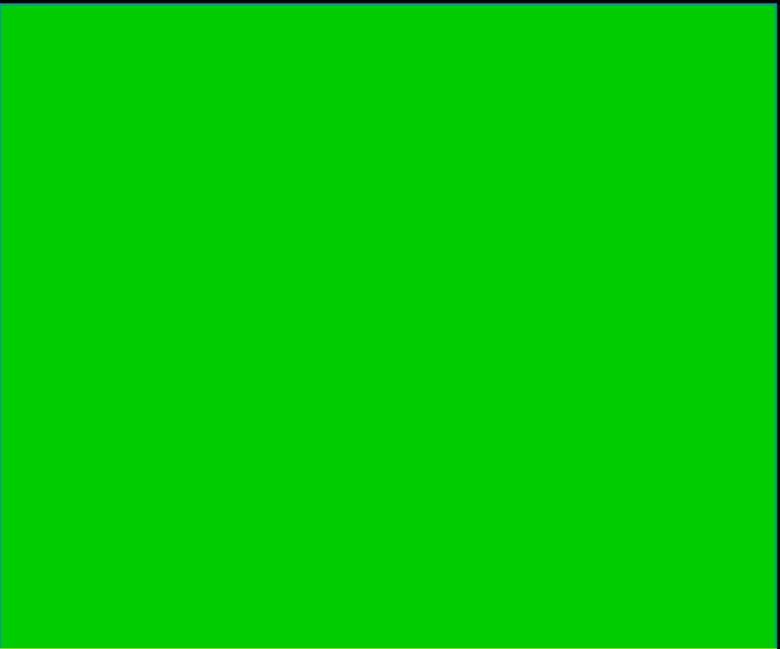
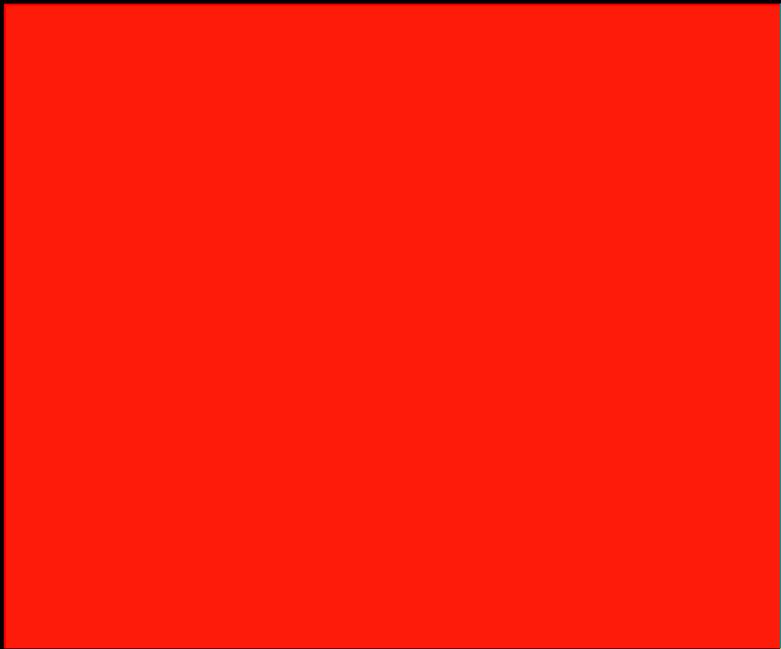
<http://www.brasilecola.com/fisica/translacao-um-espelho-plano.htm>

http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/428/fisica_espelhos_esfericos_exercicios.pdf

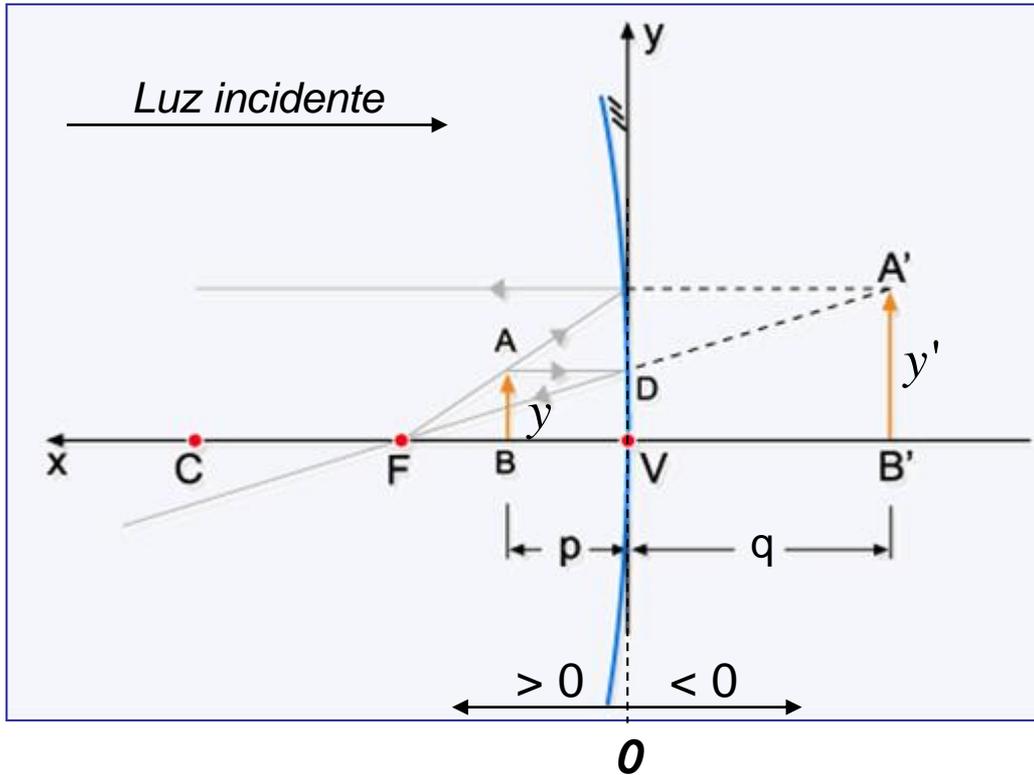
<https://escolaeducacao.com.br/conicas/secoes-conicas/>

<http://www.mat.ufrgs.br/~brietzke/esp/esp.html> - espelho parabólico

<https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/luz/espelhos/espelhos-parabolicos-elipticos-e-hiperbolicos/>



Equação do espelho



onde $p \rightarrow$ distância do objeto ao espelho e

$q \rightarrow$ distância da imagem ao espelho.

Da semelhança entre os triângulos FVD e $FB'A'$:

$$\overline{VD} = \overline{BA} = y$$

$$\overline{B'A'} = y'$$

$$\frac{\overline{VD}}{\overline{B'A'}} = \frac{\overline{FV}}{\overline{FB'}}$$

$$\frac{y}{y'} = \frac{\overline{FV}}{\overline{FB'}}$$

Do inverso da equação da Ampliação vem:

$$\frac{y}{y'} = \frac{f}{f - q}, \text{ pois } q < 0$$

$$\frac{y}{y'} = -\frac{p}{q} \quad -\frac{p}{q} = \frac{f}{f - q}$$

$$-p \cdot (f - q) = q \cdot f$$

$$-p \cdot f + p \cdot q = q \cdot f$$

Dividindo-se os dois lados da igualdade por **f.p.q** tem-se que

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

