

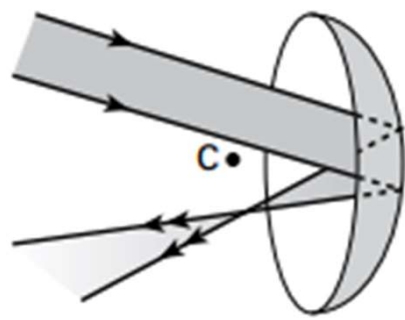
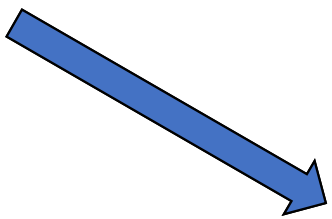
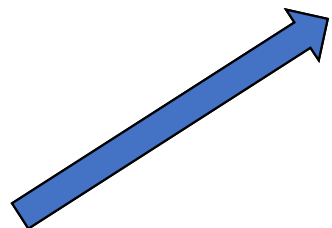
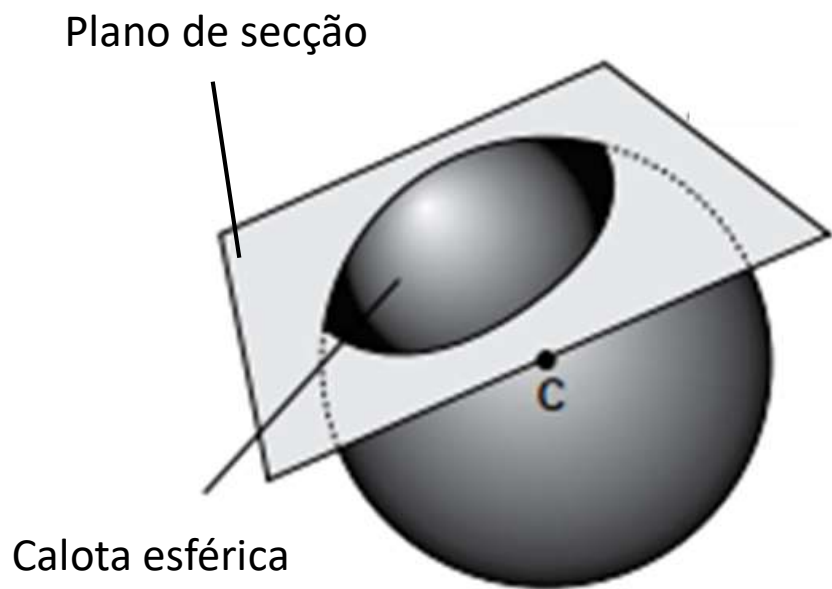
## Reflexão em superfícies esféricas: espelhos gaussianos

- Aula 11 / Pg. 483 / Apostila 3

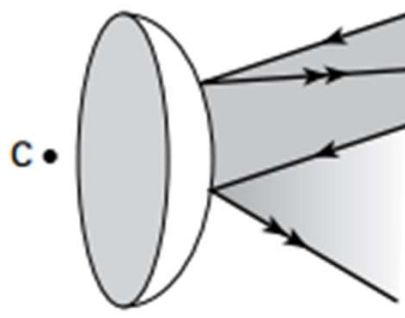
Apresentação, orientação e tarefa: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio**

# Calota esférica

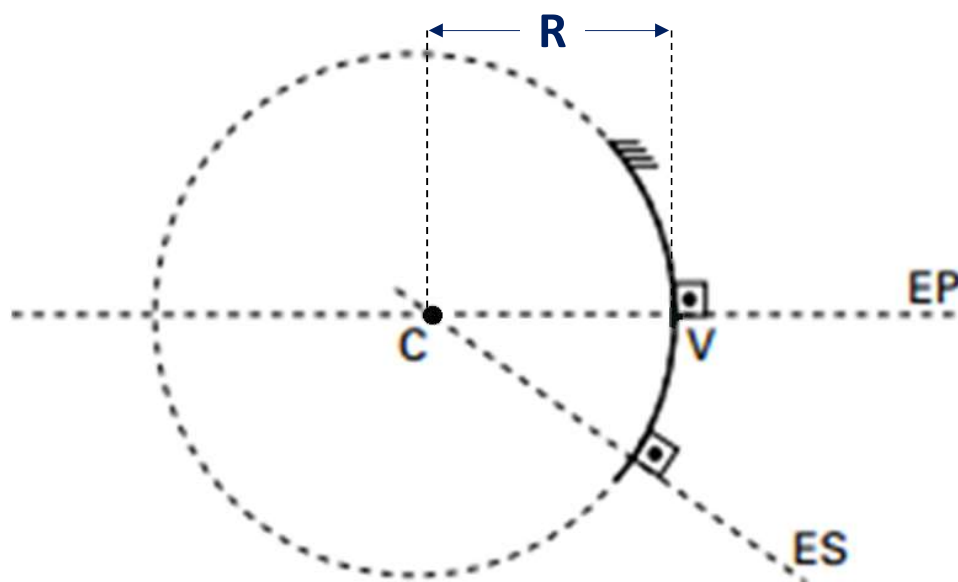


Espelho côncavo



Espelho convexo

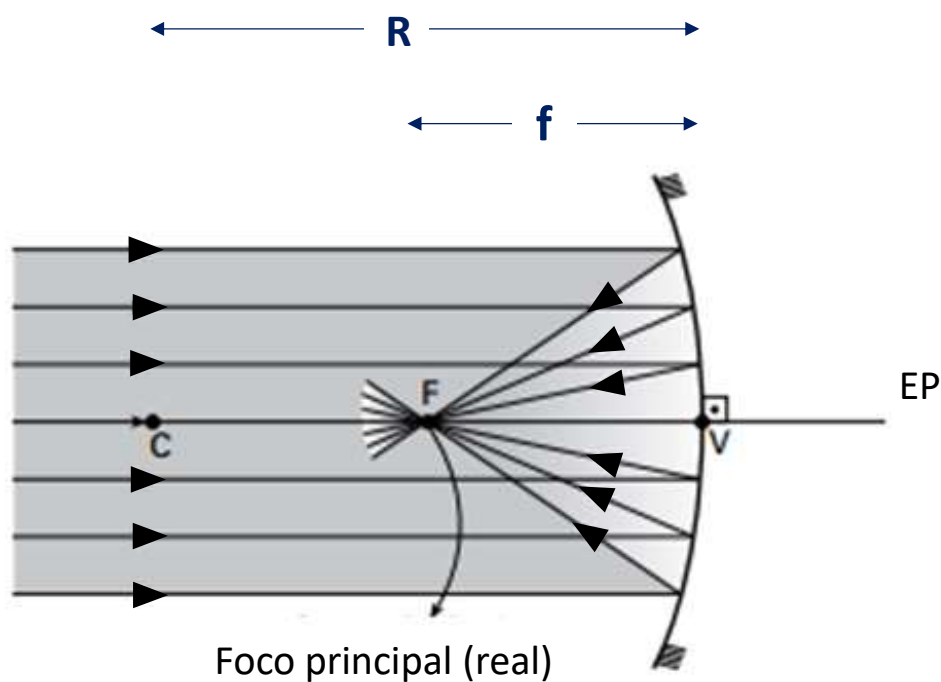
## Elementos de um espelho esférico



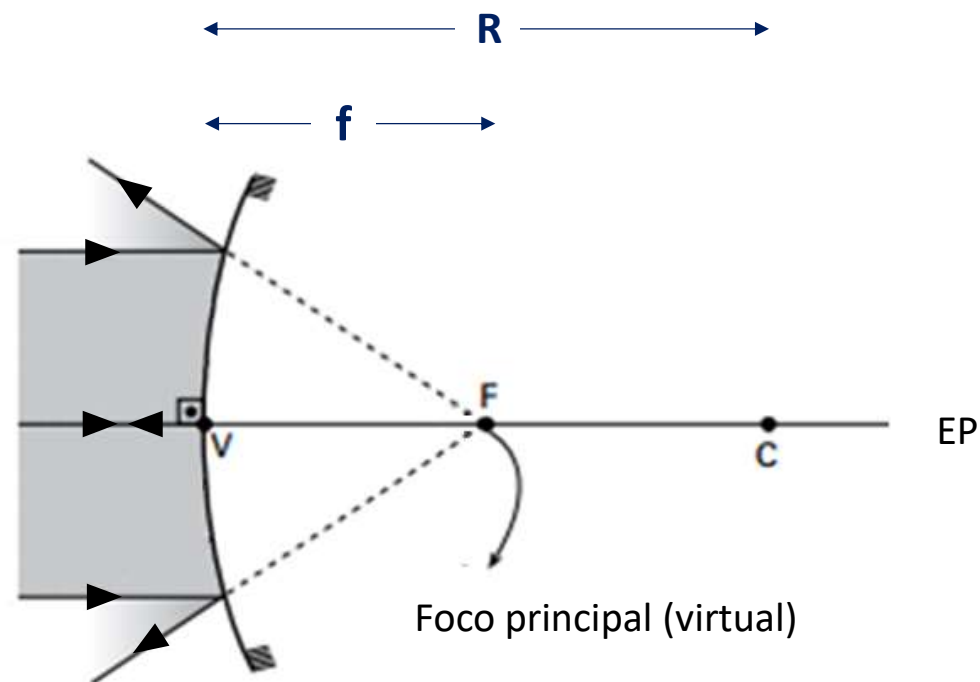
- **EP:** eixo principal
- **ES:** eixo secundário
- **C:** centro de curvatura
- **V:** vértice do espelho
- **CV:** raio de curvatura

## Focos principais

*Espelho esférico côncavo*



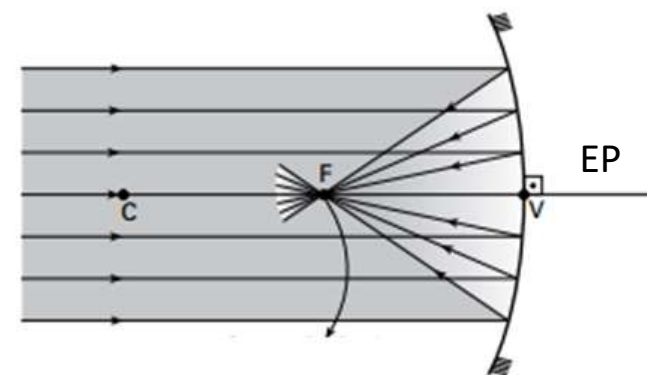
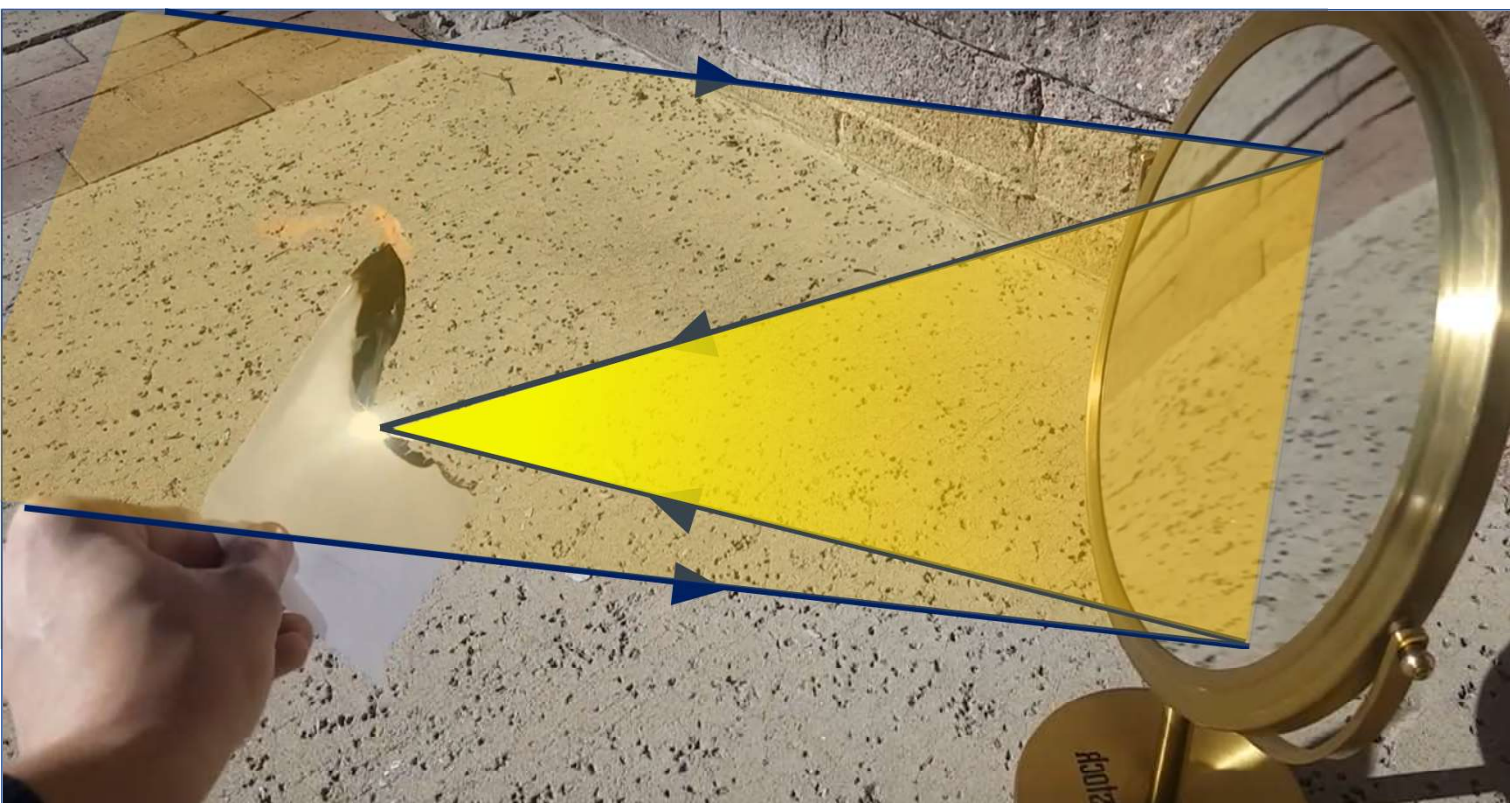
*Espelho esférico convexo*



$$FV = \frac{CV}{2} \rightarrow \text{distância focal} = \frac{\text{raio de curvatura}}{2} \rightarrow f = \frac{R}{2}$$

## Focos principais

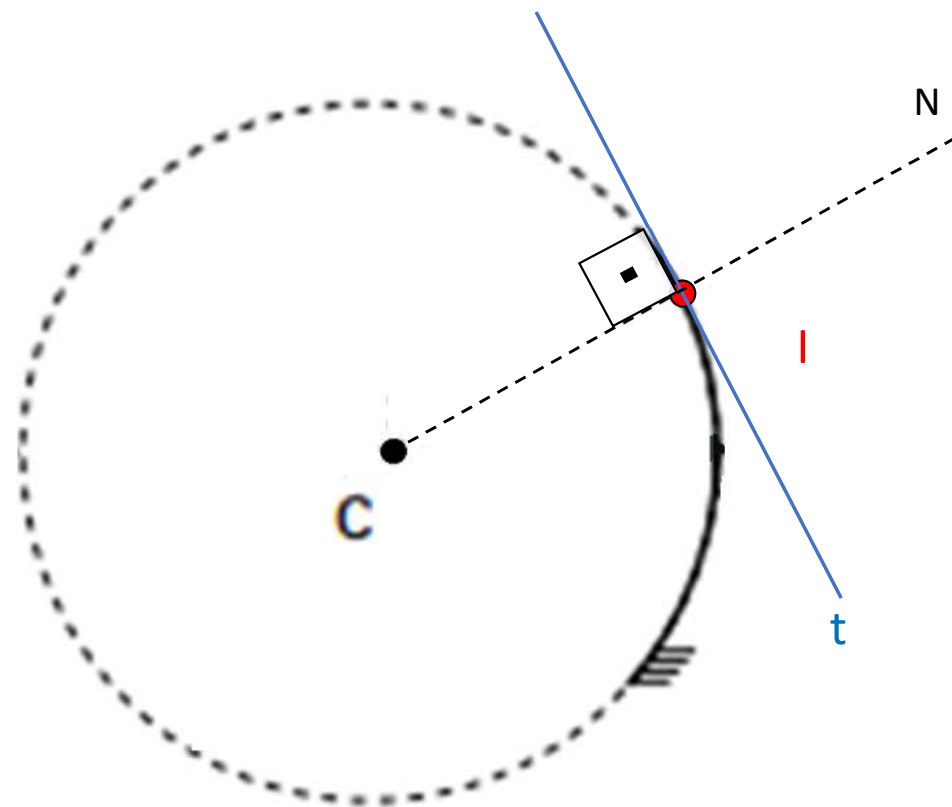
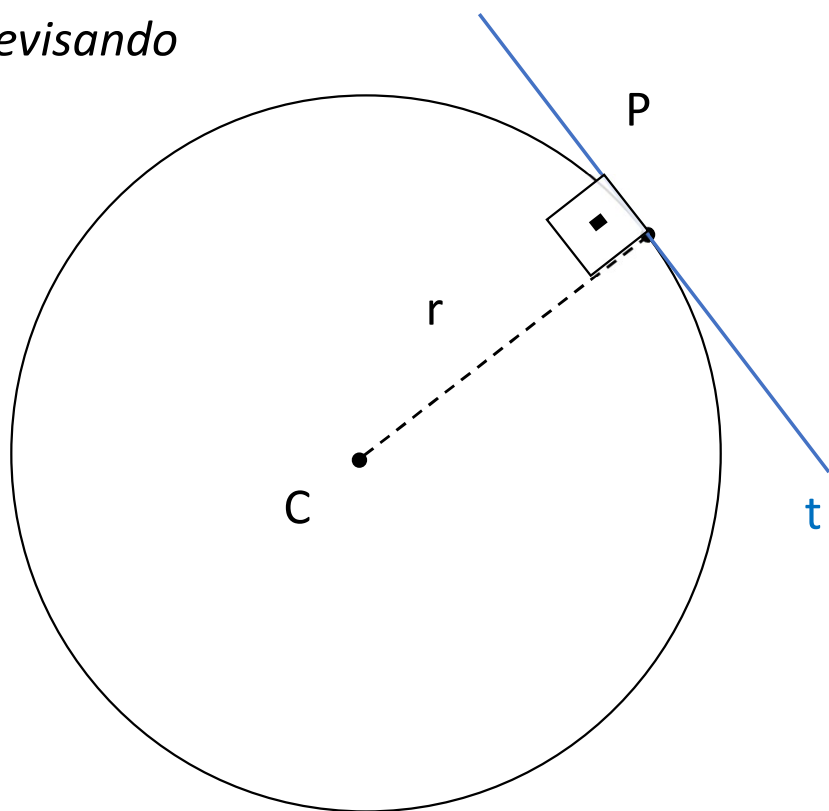
### Espelho esférico côncavo



# Reflexão em um superfície esférica

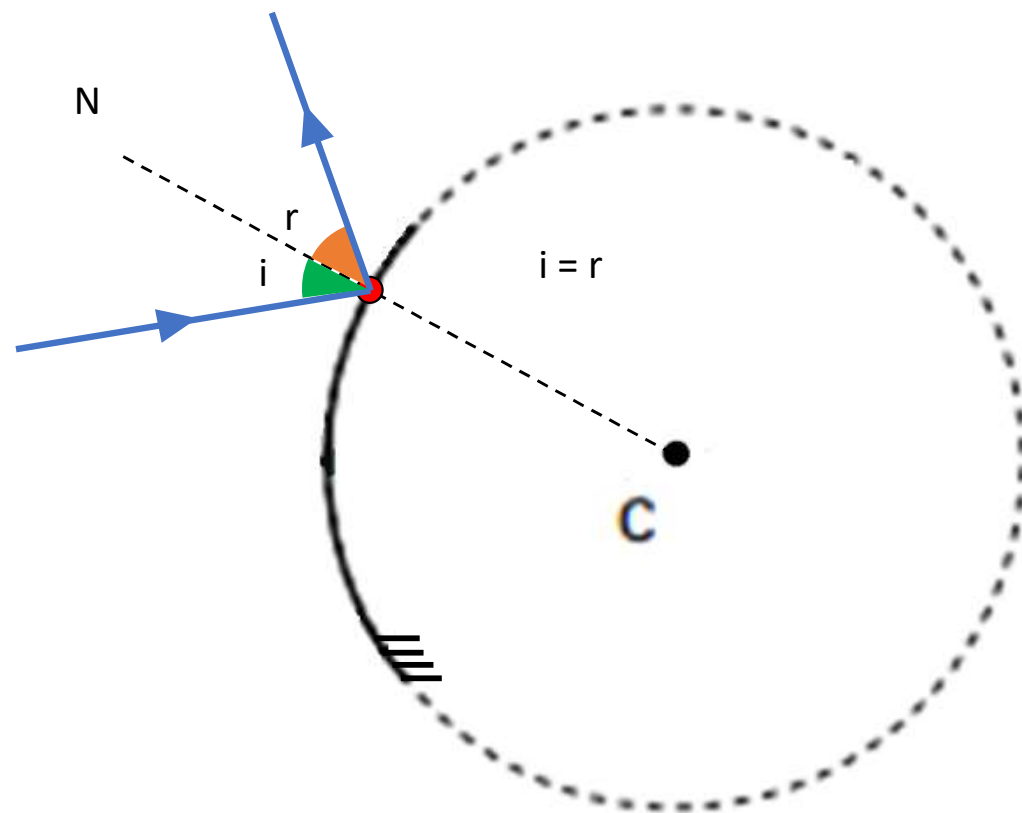
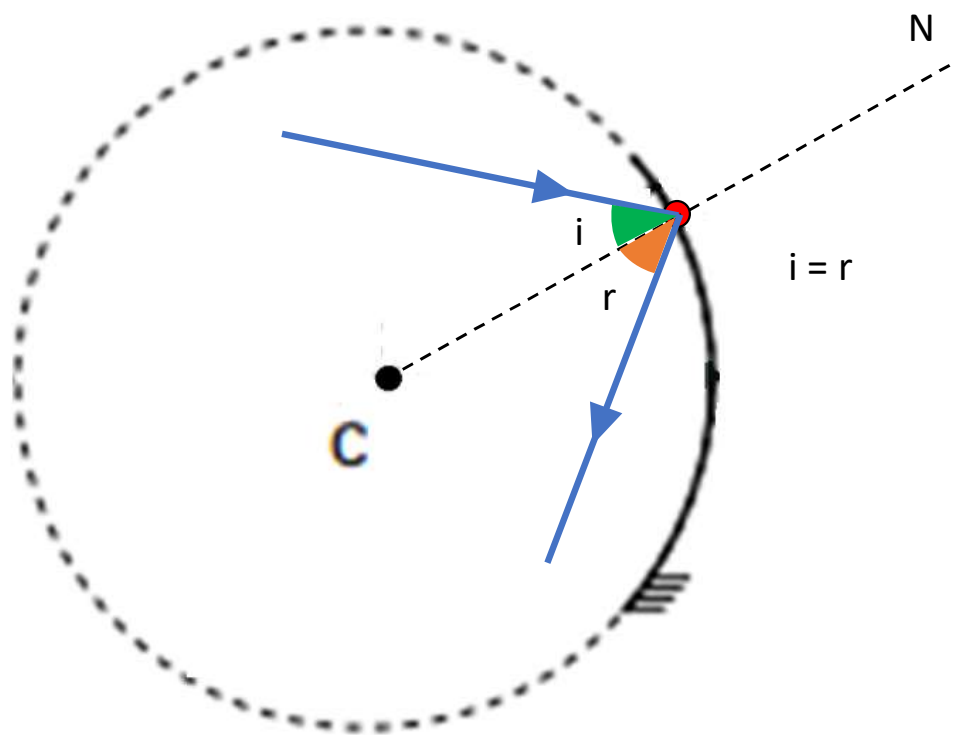
## Reta normal

*Revisando*



Em uma superfície esférica, a reta normal sempre passa pelo centro da circunferência.

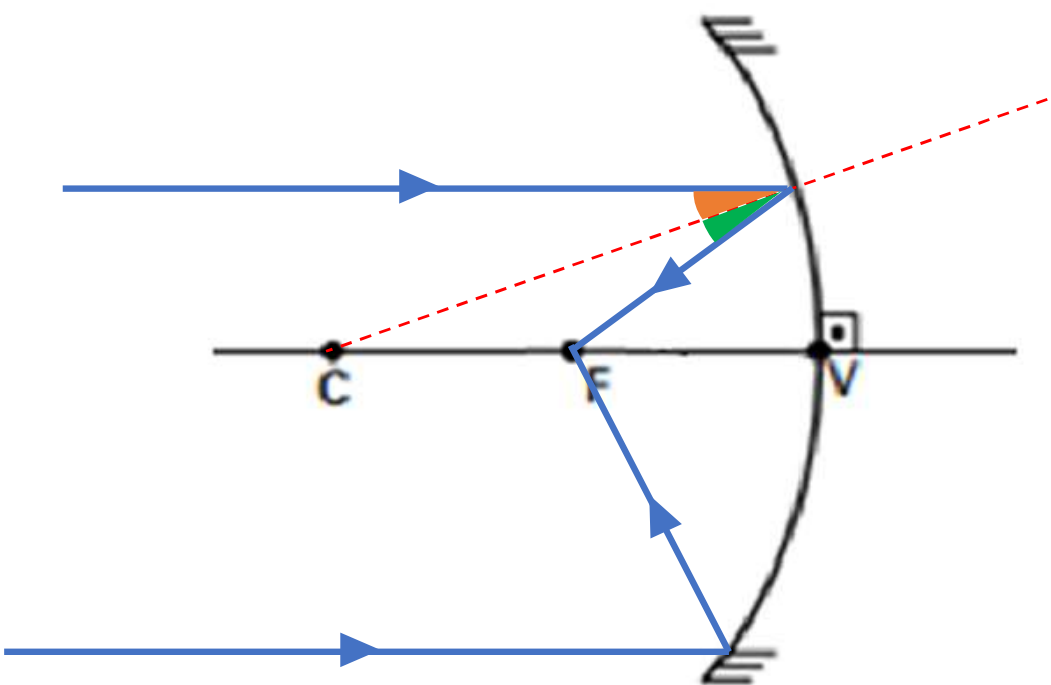
## Exemplos de reflexão (raios quaisquer)



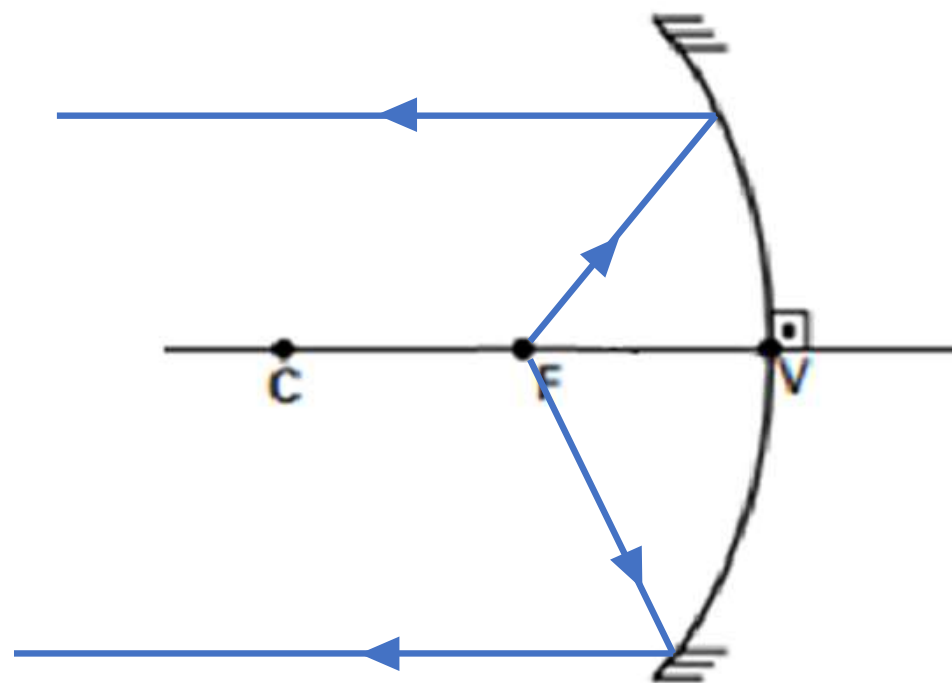


## Espelho côncavo: raios notáveis

ESPELHO CÔNCAVO

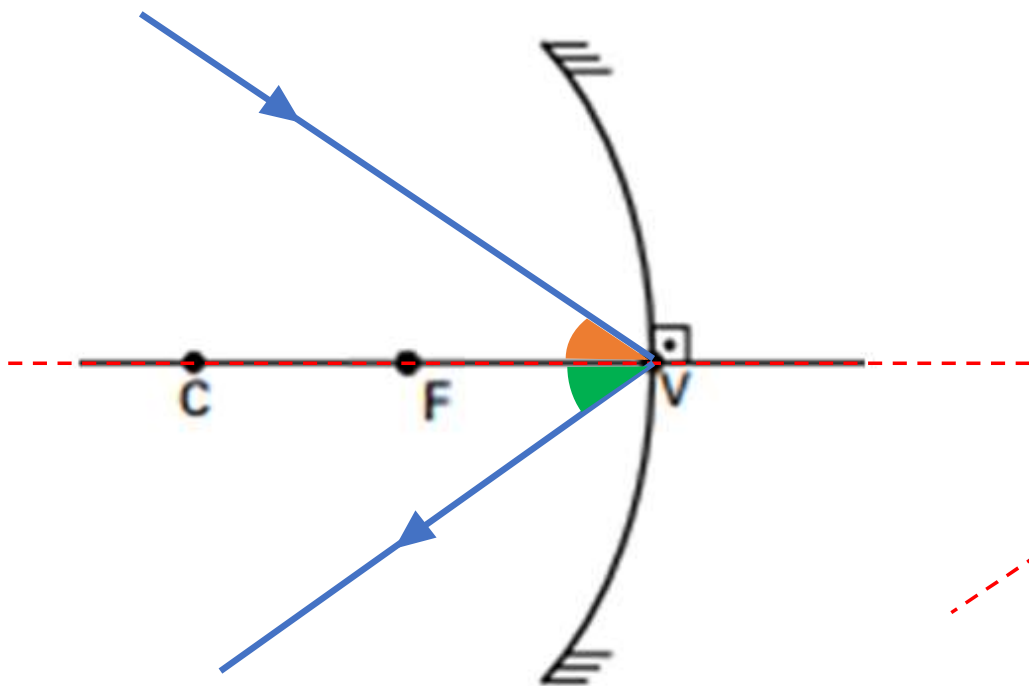


ESPELHO CÔNCAVO

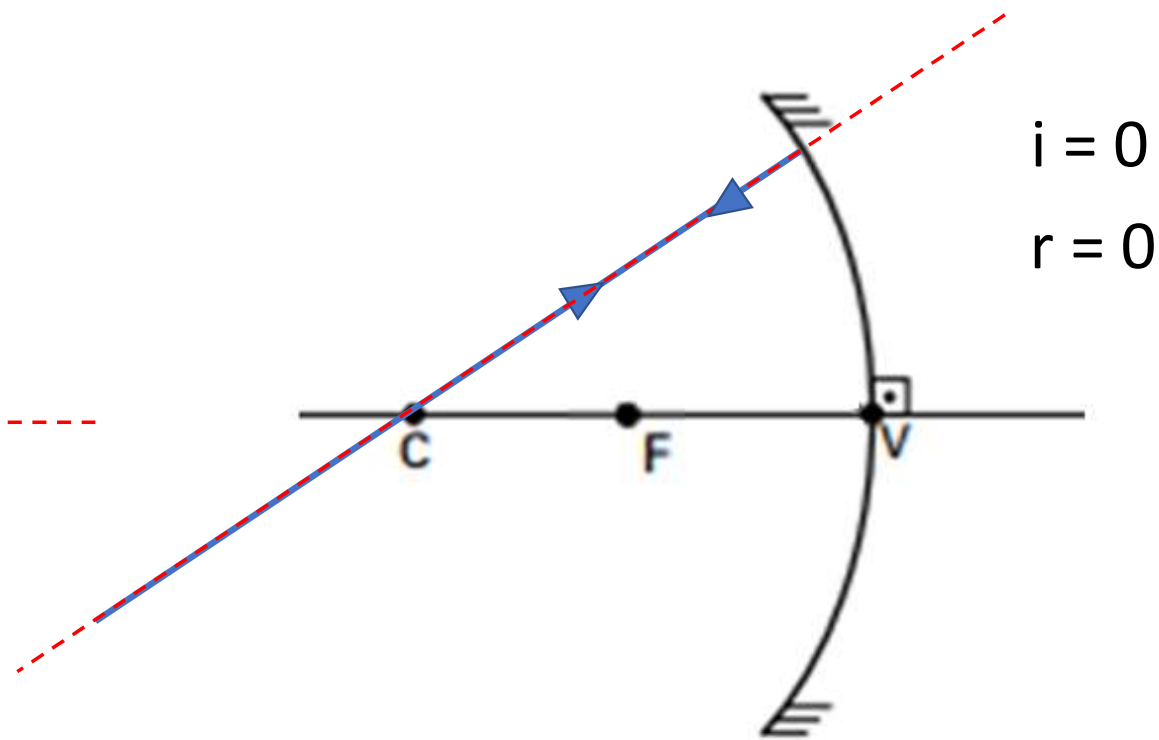


## Espelho côncavo: raios notáveis

ESPELHO CÔNCAVO

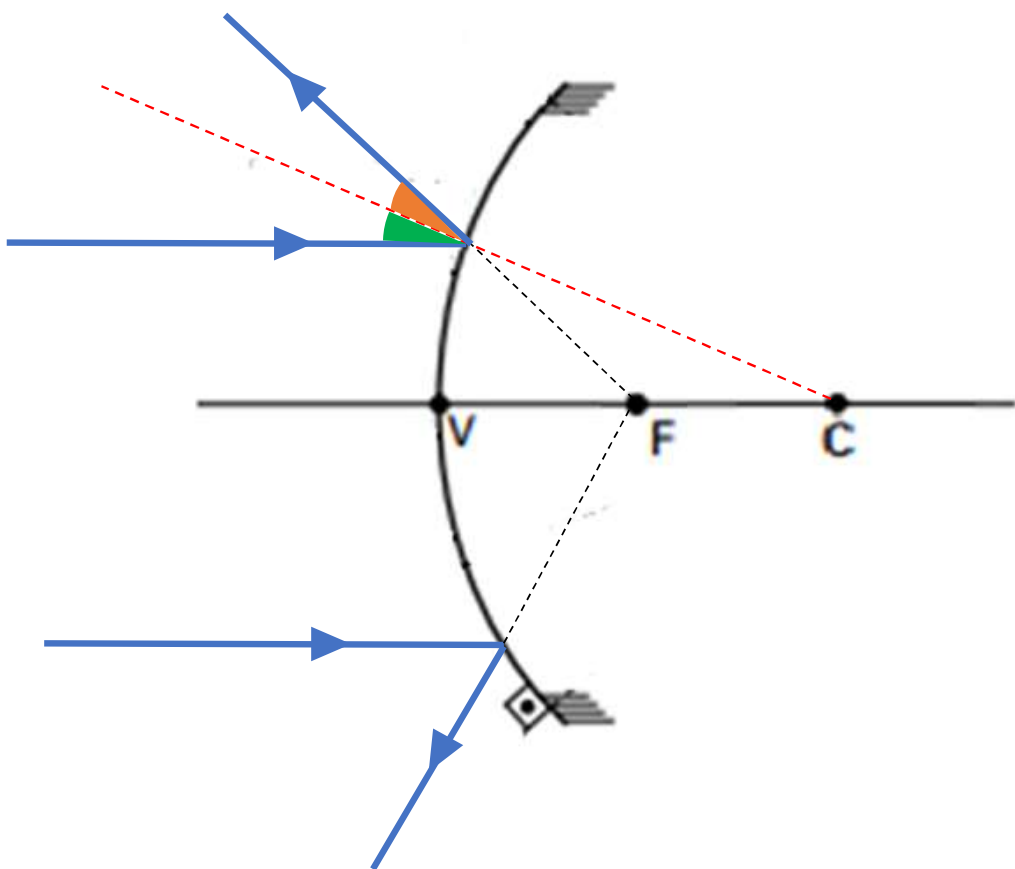


ESPELHO CÔNCAVO

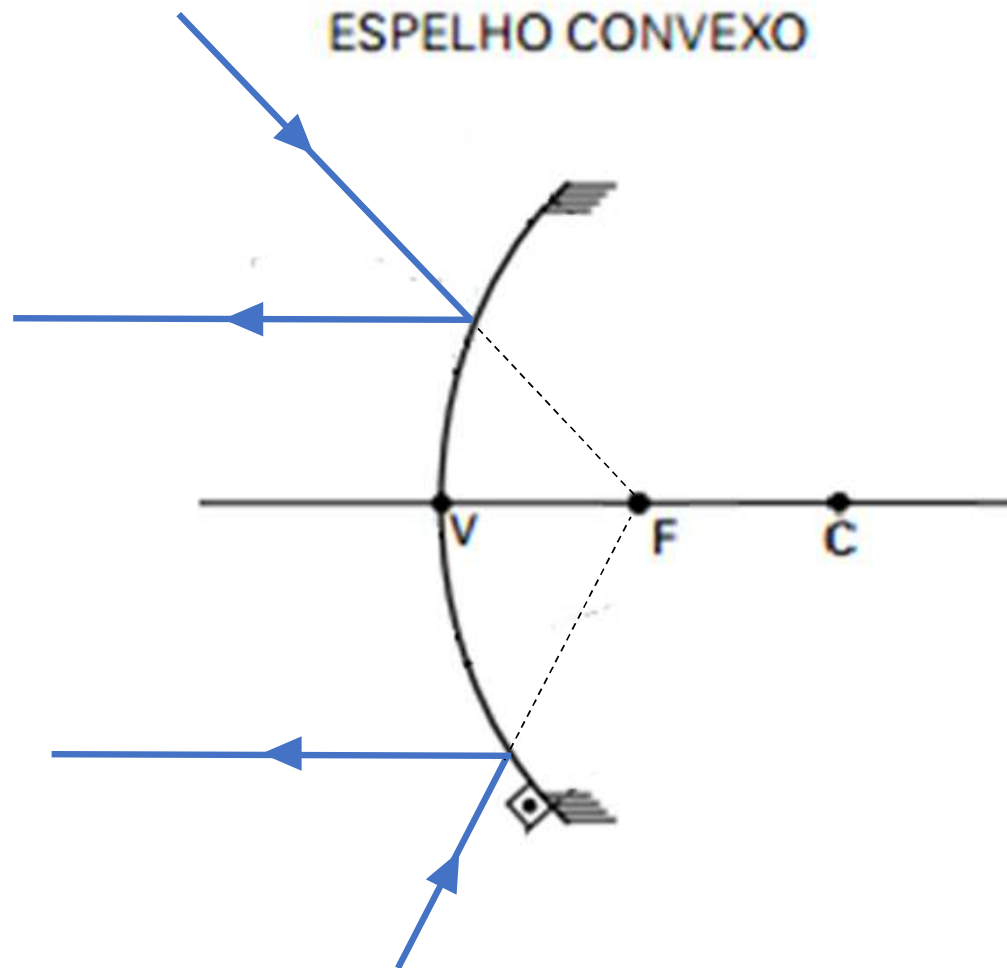


## Espelho convexo: raios notáveis

ESPELHO CONVEXO

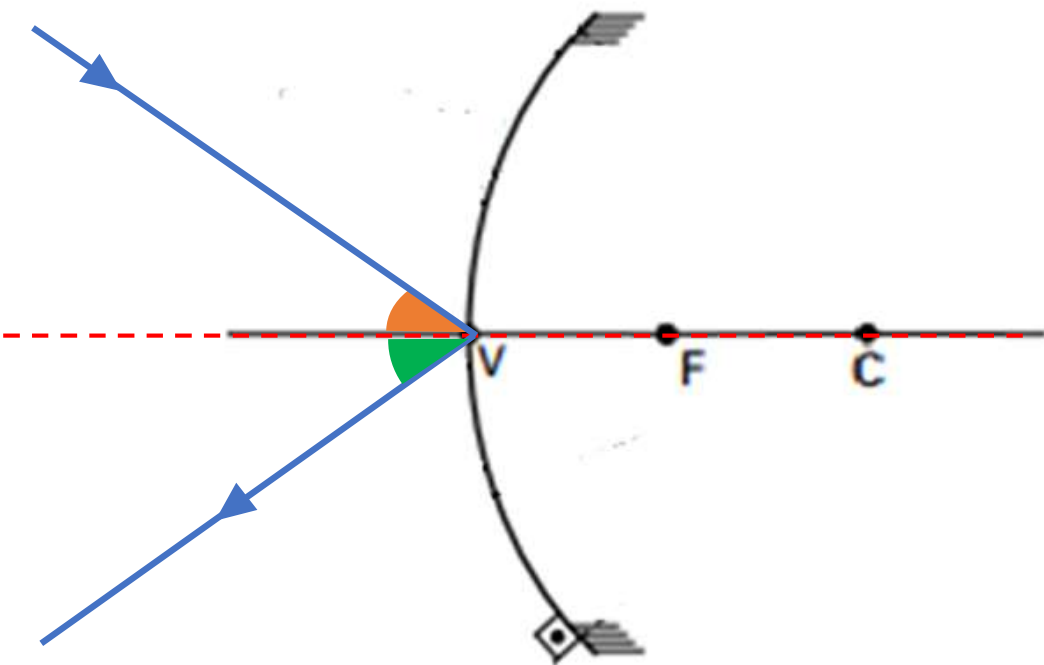


ESPELHO CONVEXO

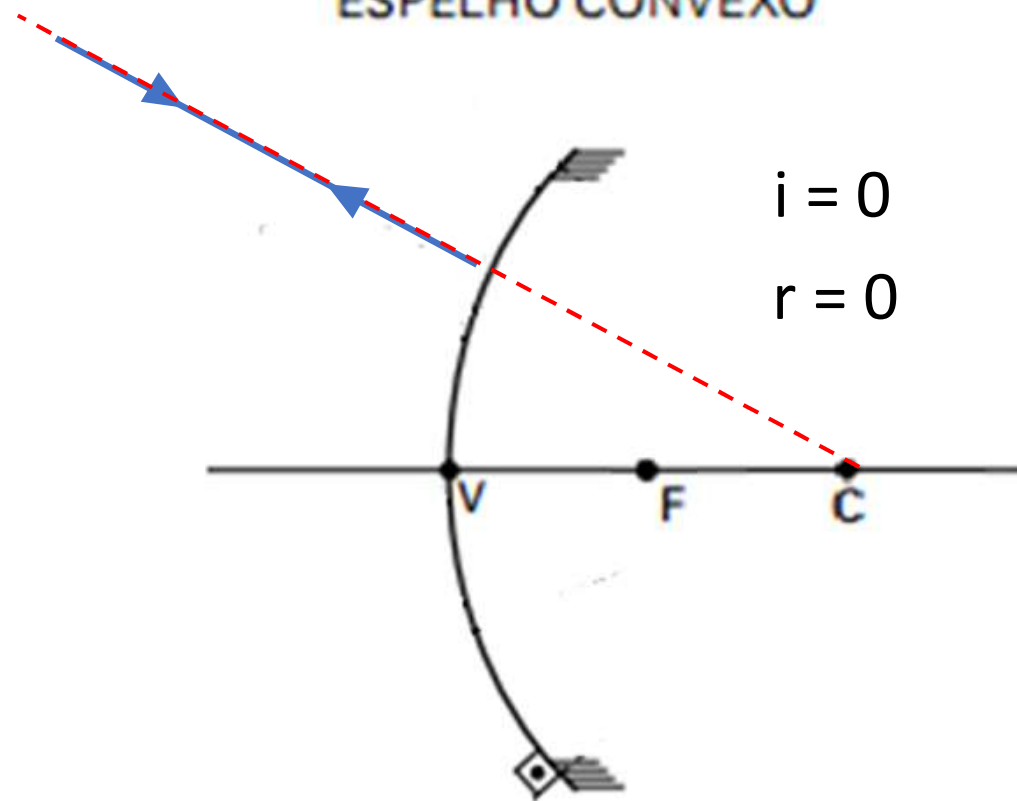


## Espelho convexo: raios notáveis

ESPELHO CONVEXO



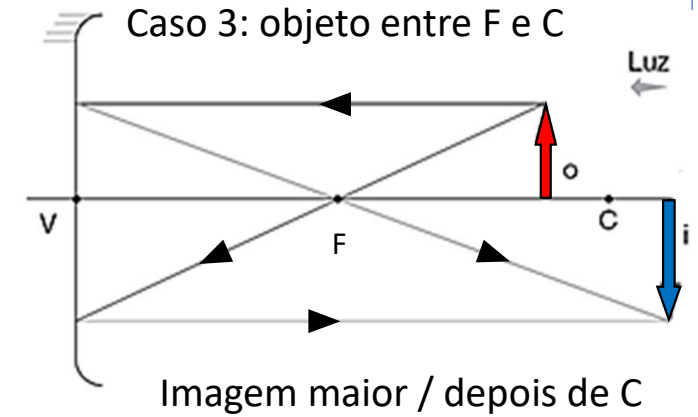
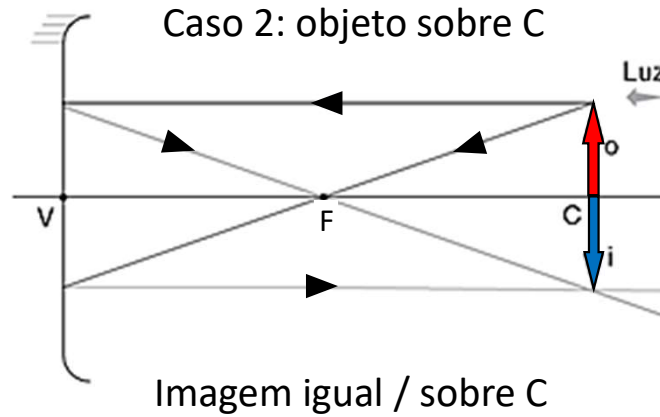
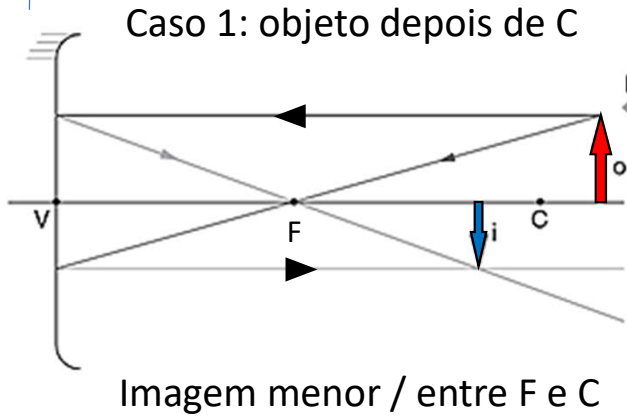
ESPELHO CONVEXO



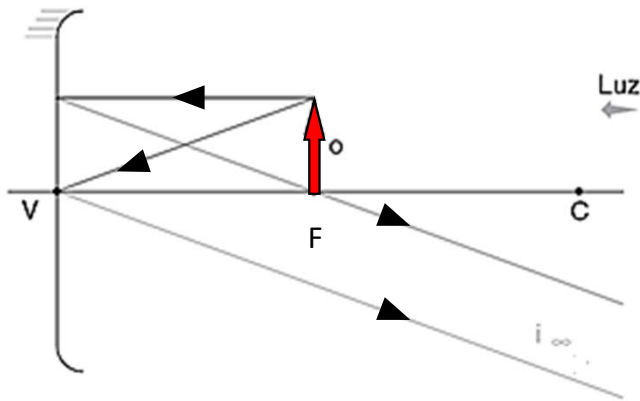
# Conjugação de imagens

## Espelho côncavo

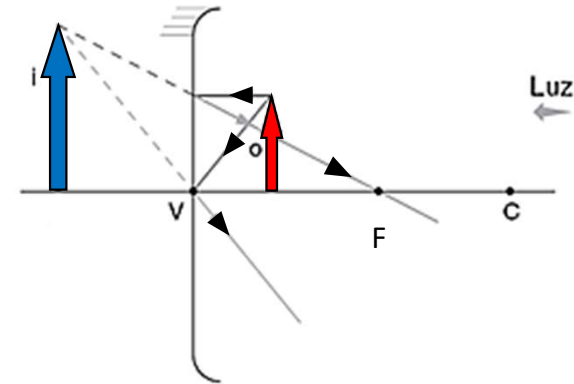
*Objeto real depois de F: Imagem real, invertida e (menor, igual ou maior)*



*Caso 4: objeto real sobre F: imagem imprópria*

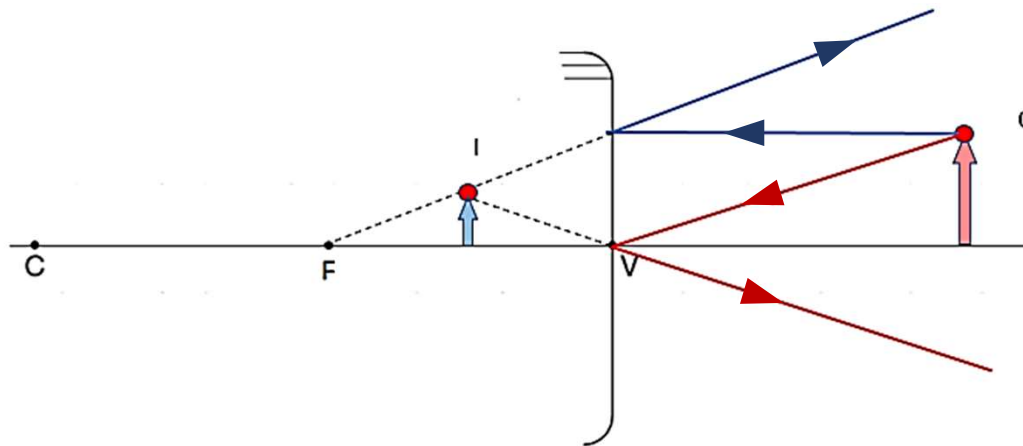
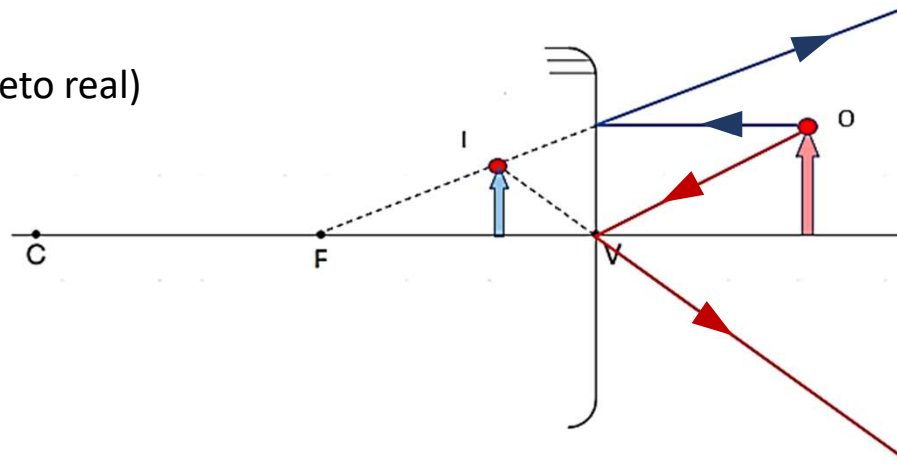


*Caso 5: objeto real entre V e F: Imagem virtual, direita e maior*



## Espelho esférico convexo

Caso único  
(Não importa a posição do objeto real)



<https://www.geogebra.org/m/wrazejjr>

<https://www.geogebra.org/m/m98k3xys>

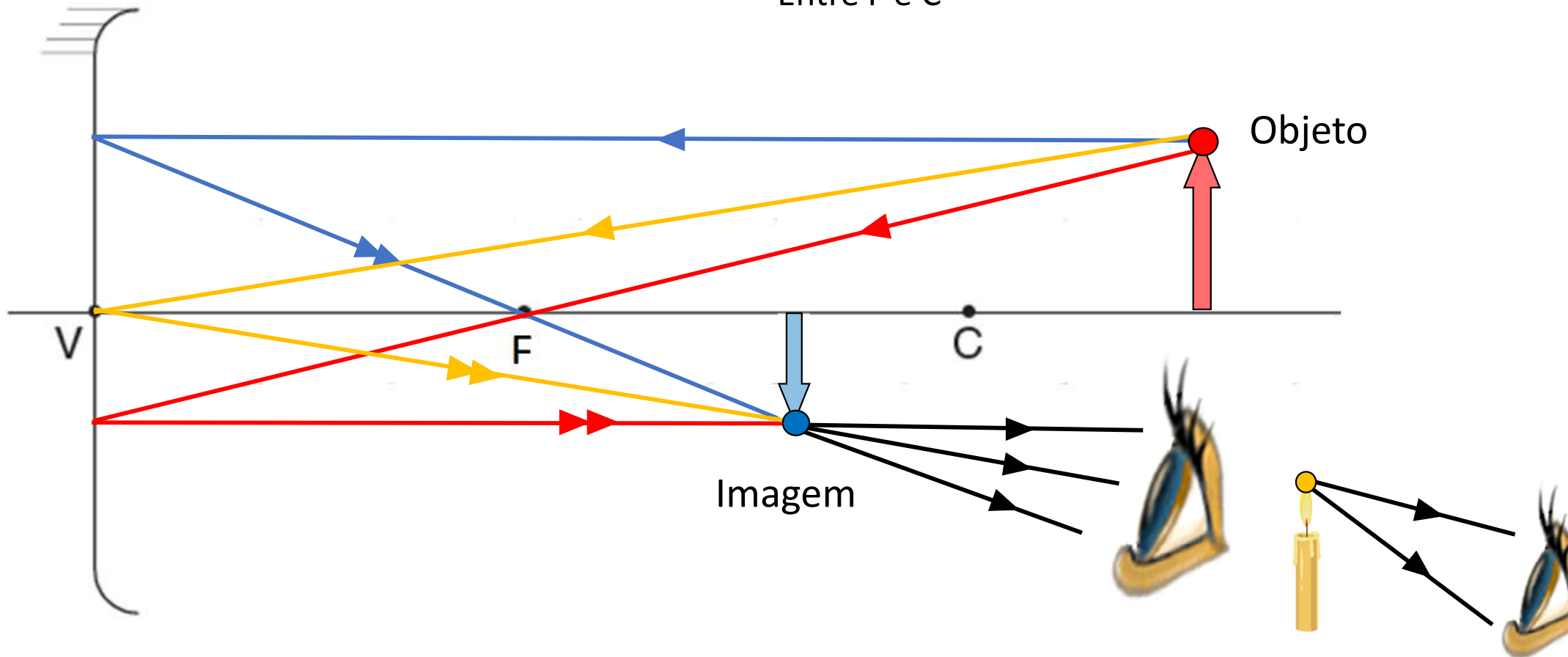
**Objeto real em qualquer posição  
Imagem virtual, direita, menor e entre V e F.**

# Conjugação das imagens



# 1. espelho côncavo e objeto real depois de C → Imagem

- Real (na frente do espelho)
- Invertida
- Menor
- Entre F e C



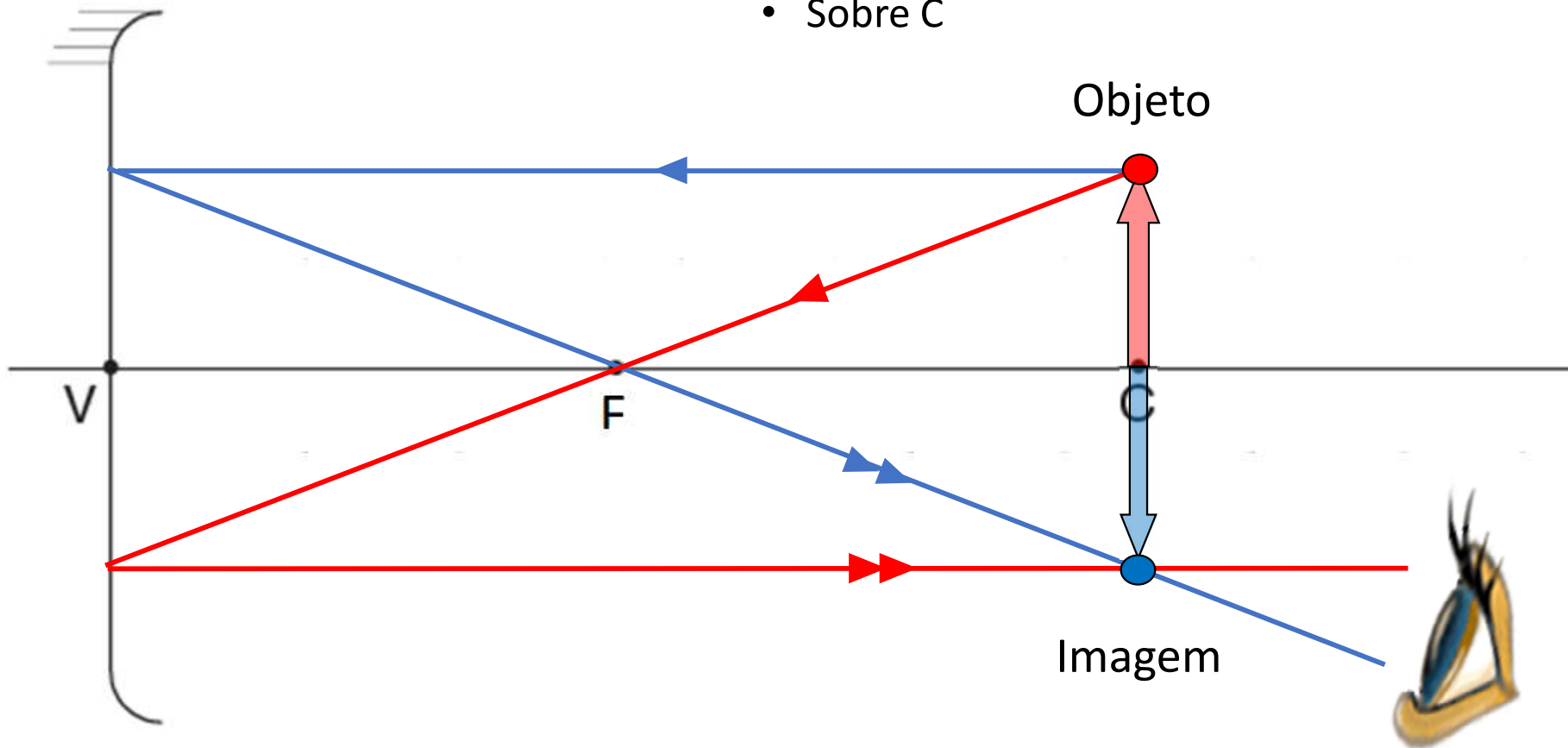
**Caso 1: espelho côncavo e objeto real depois de C → Imagem**

- Real
- Invertida
- Menor
- Entre F e C



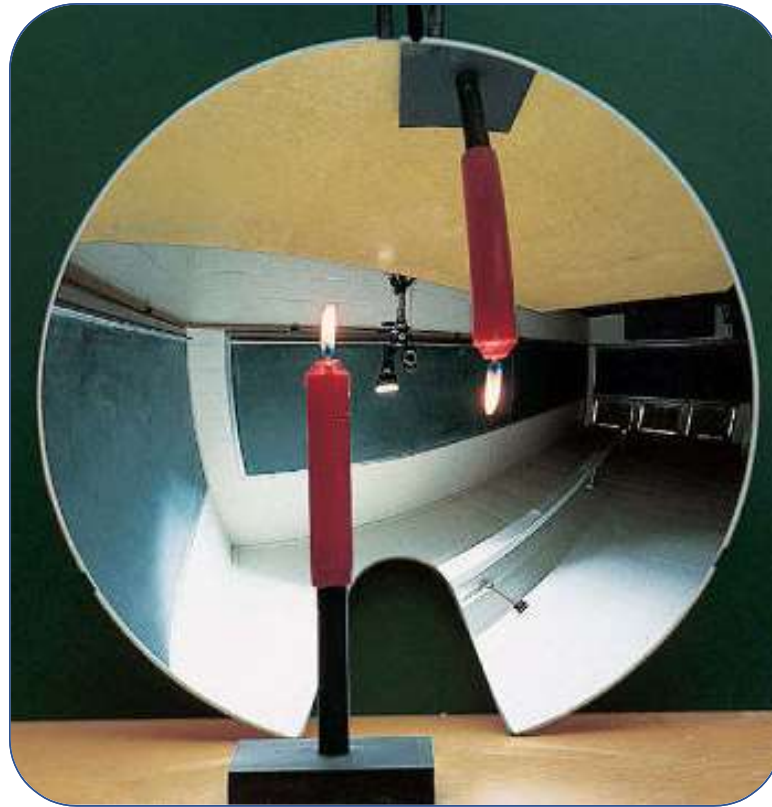
## 2. espelho côncavo e objeto real sobre C → Imagem

- Real (na frente do espelho)
- Invertida
- Do mesmo tamanho
- Sobre C



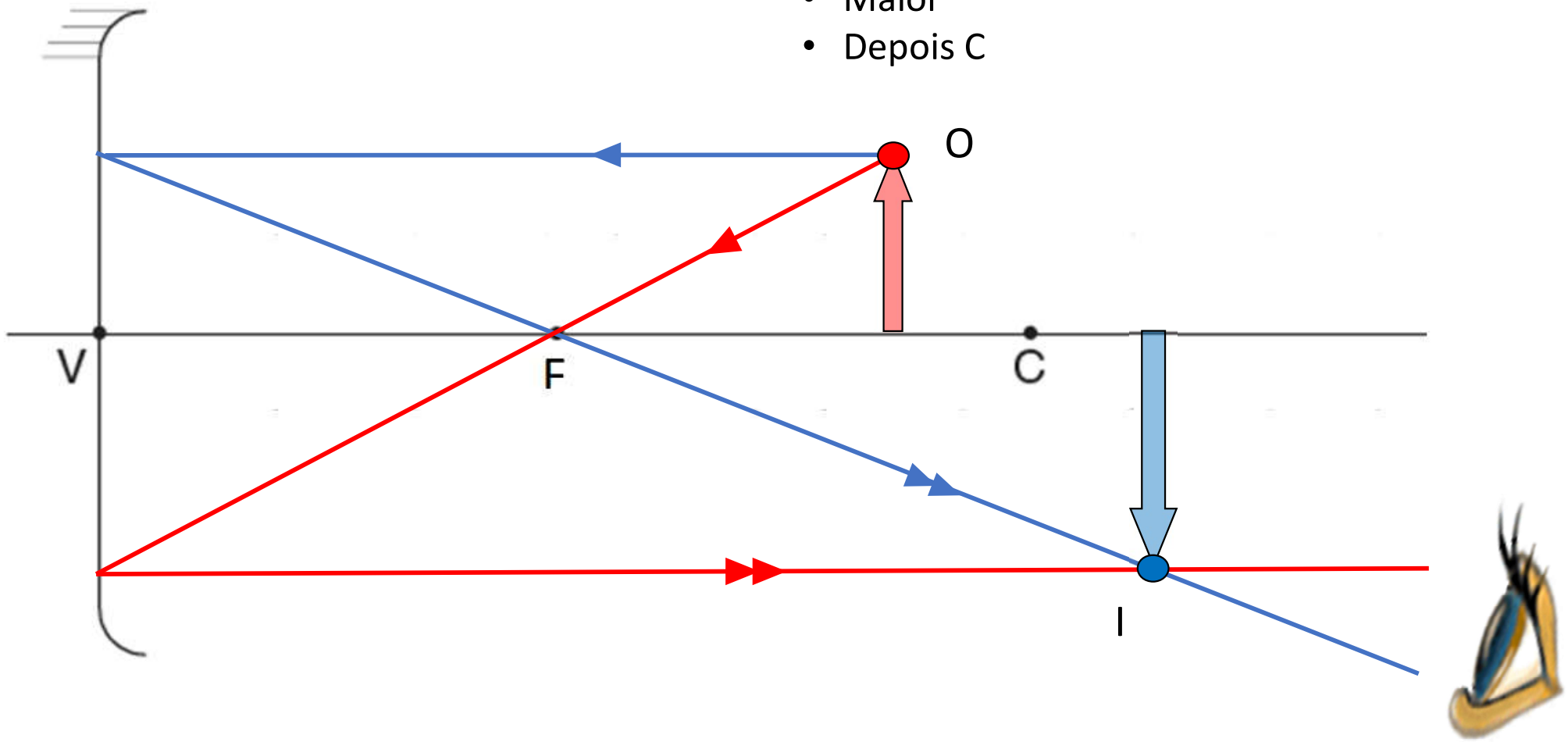
## 2. espelho côncavo e objeto real sobre C → Imagem

- Real
- Invertida
- Do mesmo tamanho
- Sobre C

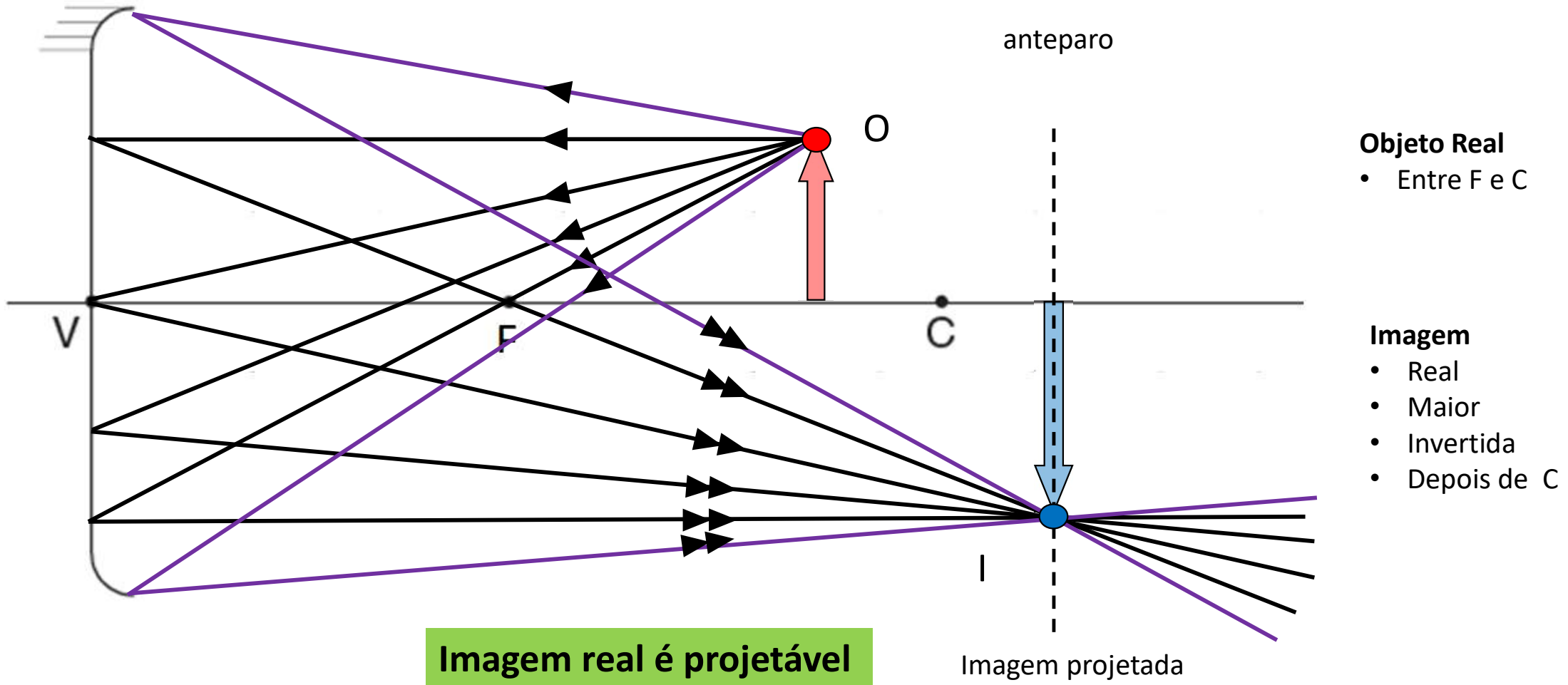


### 3. espelho côncavo e objeto real entre F e C → Imagem

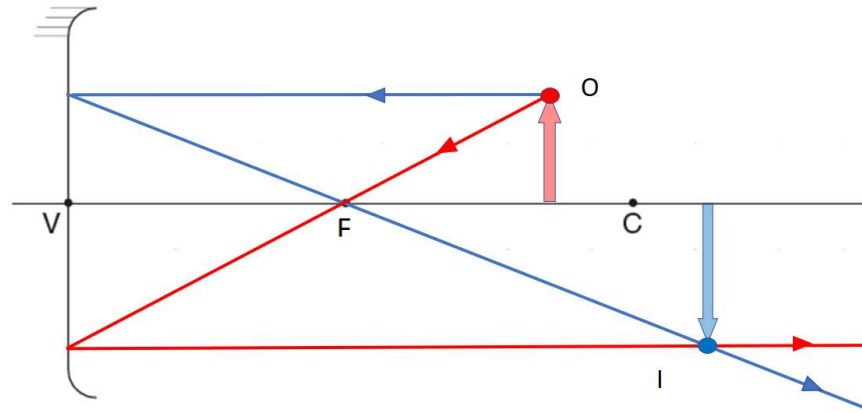
- Real (na frente do espelho)
- Invertida
- Maior
- Depois C



### 3. espelho côncavo e objeto real entre F e C



### 3. espelho côncavo e objeto real entre F e C



#### Objeto Real

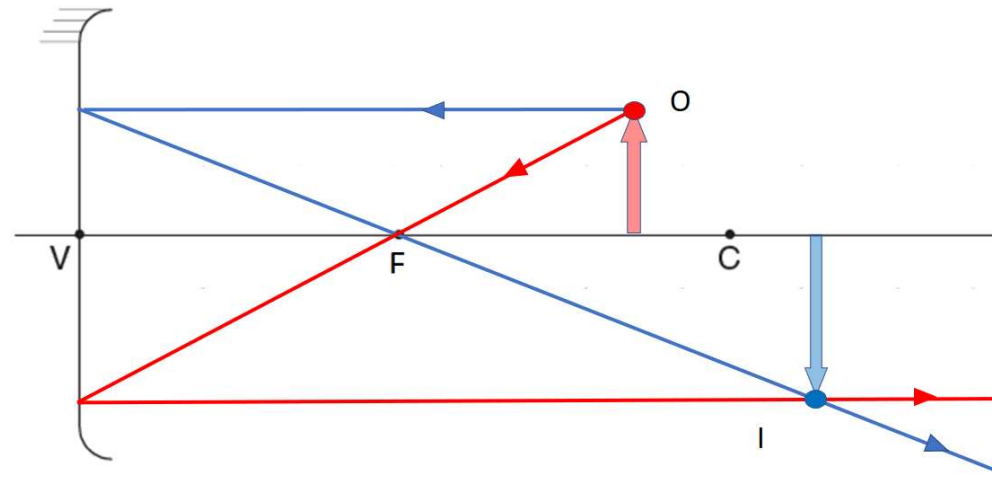
- Entre F e C

#### Imagem

- Real
- Maior
- Invertida
- Depois de C



## Espelho côncavo – caso 3

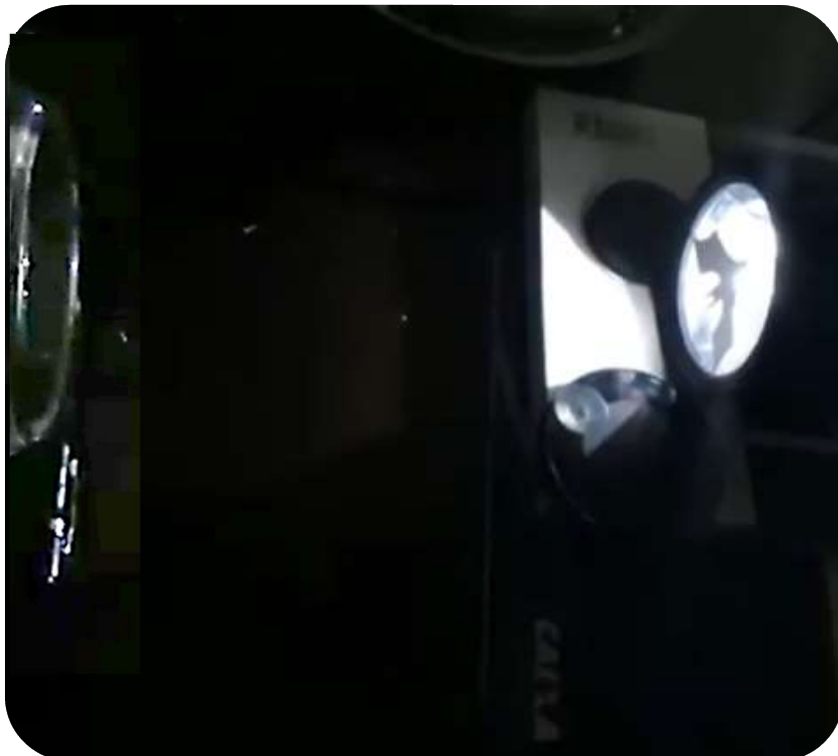


### Objeto Real

- Entre F e C

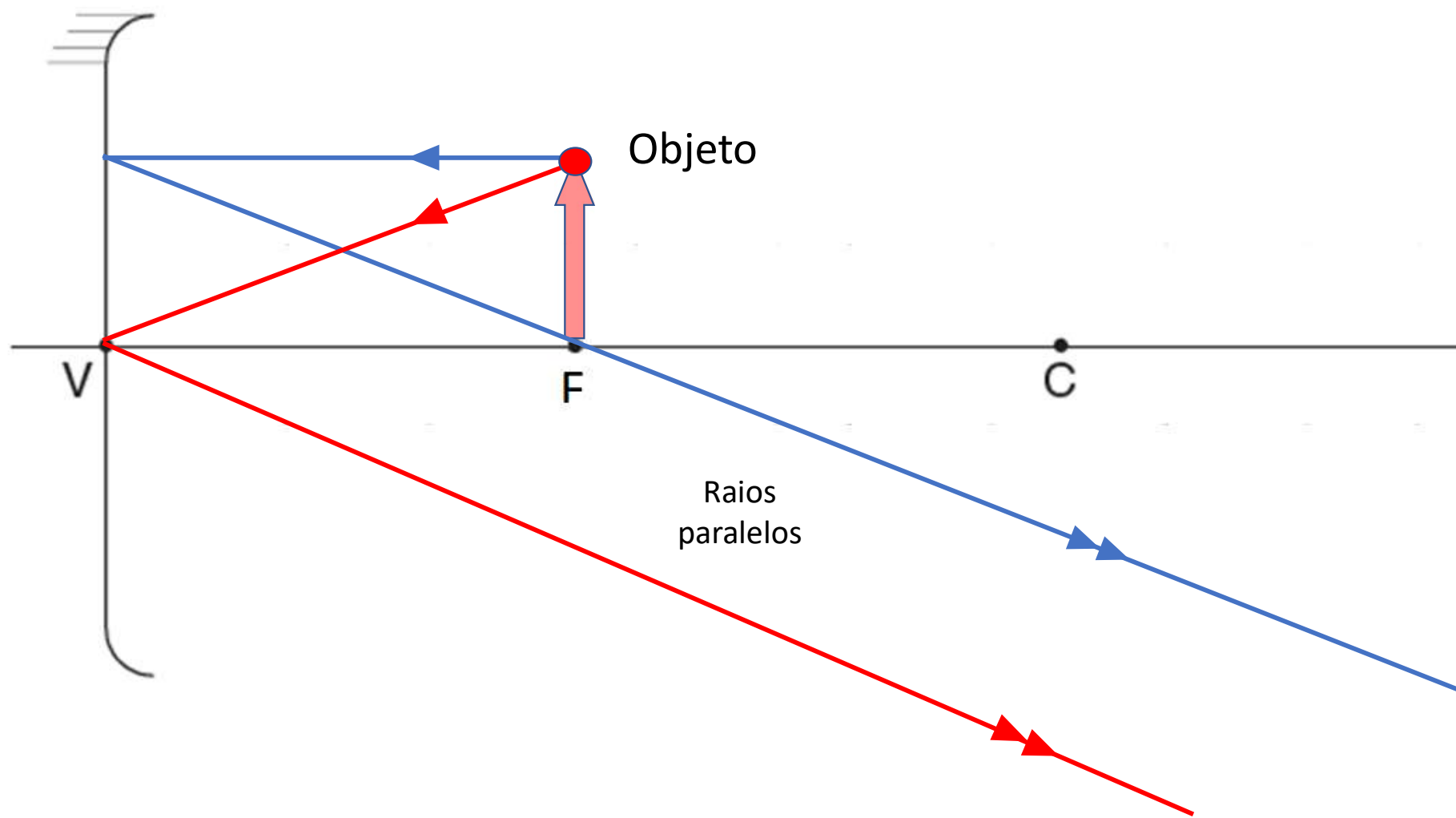
### Imagem

- Real
- Maior
- Invertida
- Depois de C





4. espelho côncavo e objeto real sobre F → imagem no infinito ou imagem imprópria

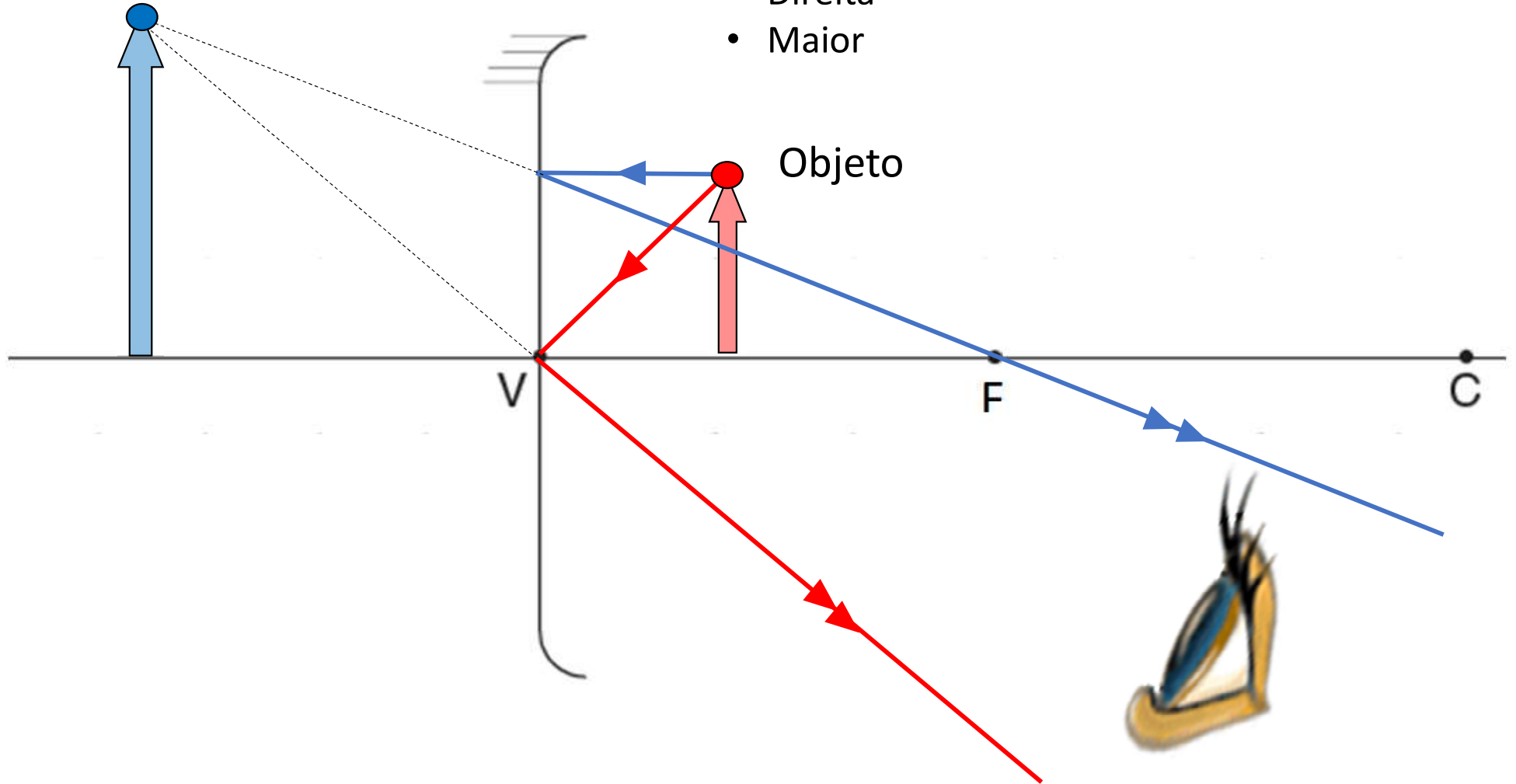


5. espelho côncavo e objeto real entre V e F →

Imagem

- Virtual (atrás do espelho)
- Direita
- Maior

Imagem



Objeto

V

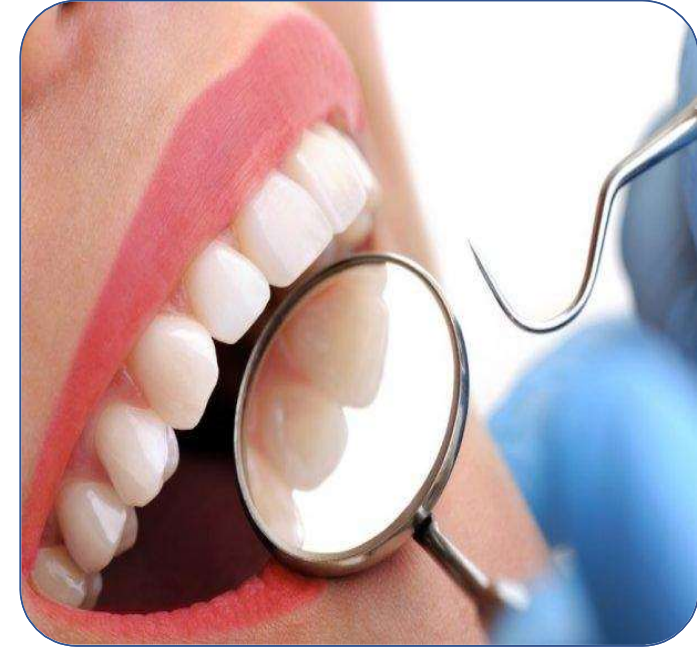
F

C

## Caso 5: espelho côncavo e objeto real entre V e F

### Imagem

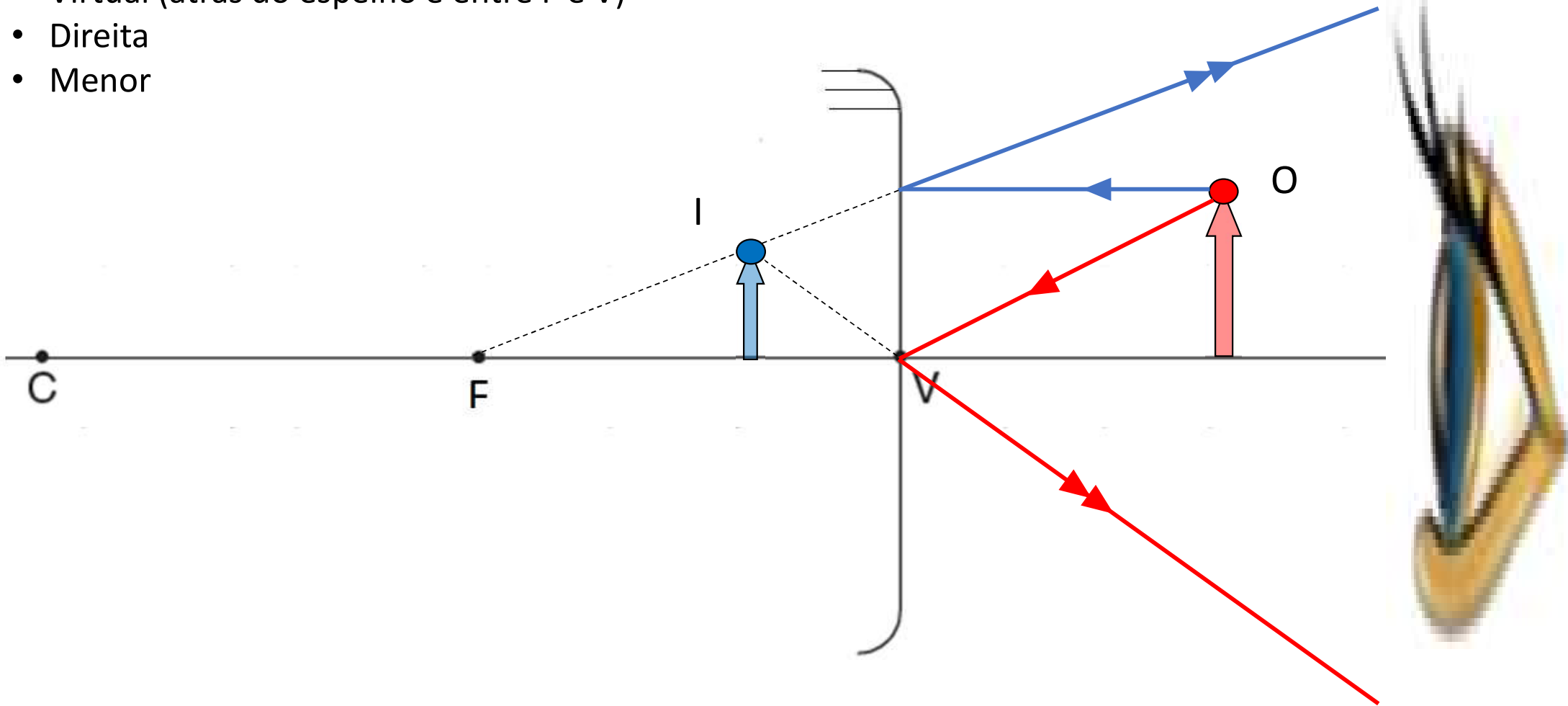
- Virtual
- Direita
- Maior
- Atrás do espelho



## 6. espelho convexo e objeto real em qualquer posição

### Imagem

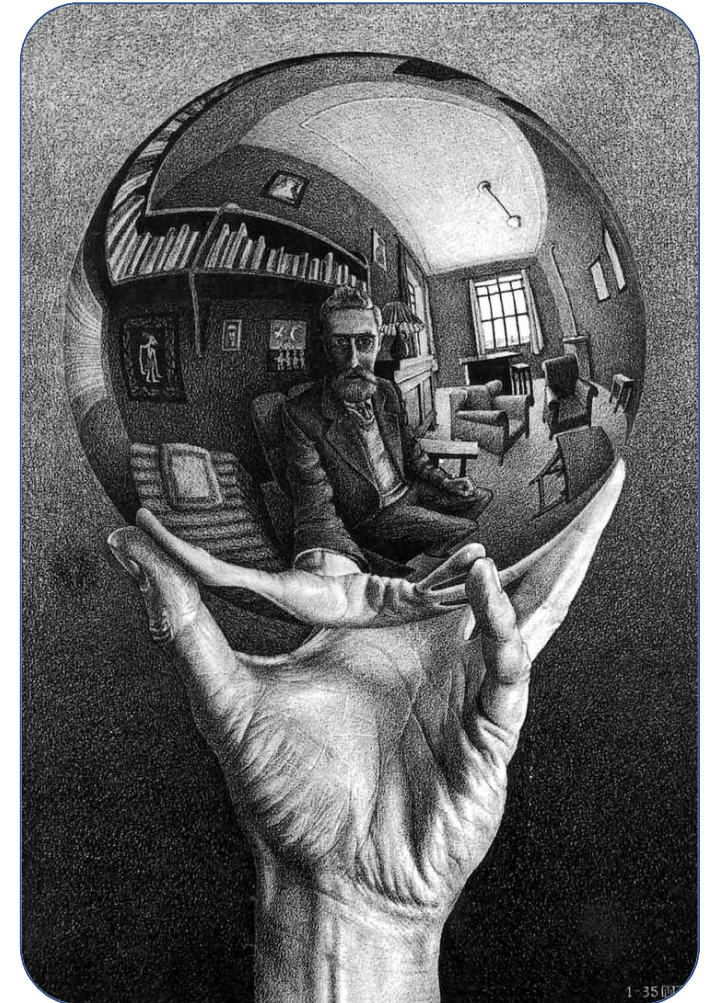
- Virtual (atrás do espelho e entre F e V)
- Direita
- Menor



## Caso único: espelho convexo

### Imagem

- Virtual
- Direita
- Menor
- Atrás do espelho



M. C. Escher (1898 – 1972)



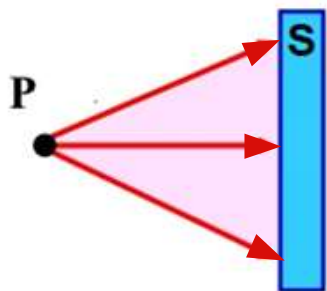
**Caso único: espelho convexo → Imagem**

- Virtual
- Direita
- Menor
- Atrás do espelho



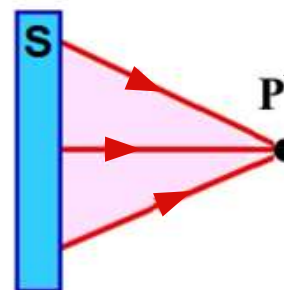
# **Classificação: objeto, imagem e suas naturezas**

## Ponto objeto, ponto imagem e suas naturezas



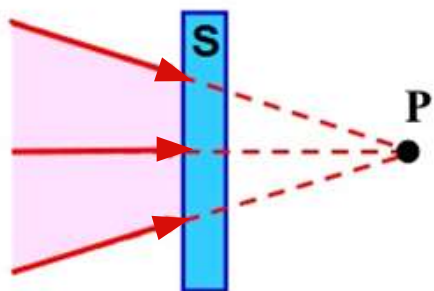
P é vértice de um feixe divergente que incide no sistema (entra abrindo).

Ponto Objeto Real



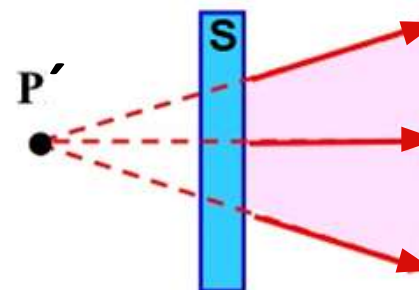
P' é vértice de um feixe convergente que emerge do sistema (sai fechando).

Ponto Imagem Real



P é vértice de um feixe convergente que incide no sistema (entra fechando).

Ponto Objeto Virtual



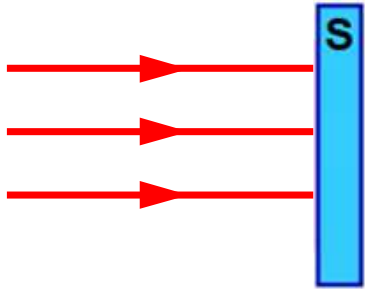
P' é vértice de um feixe divergente que emerge do sistema (sai abrindo).

Ponto Imagem Virtual

*S: sistema óptico. Pode ser um espelho ou uma lente, por exemplo*

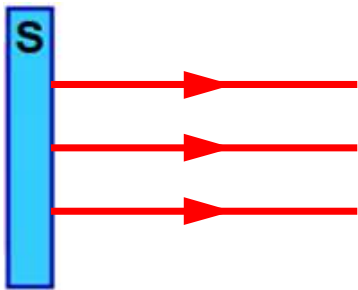


## Ponto objeto, ponto imagem e suas naturezas



Feixe de raios  
paralelos que incide  
no sistema

Objeto impróprio



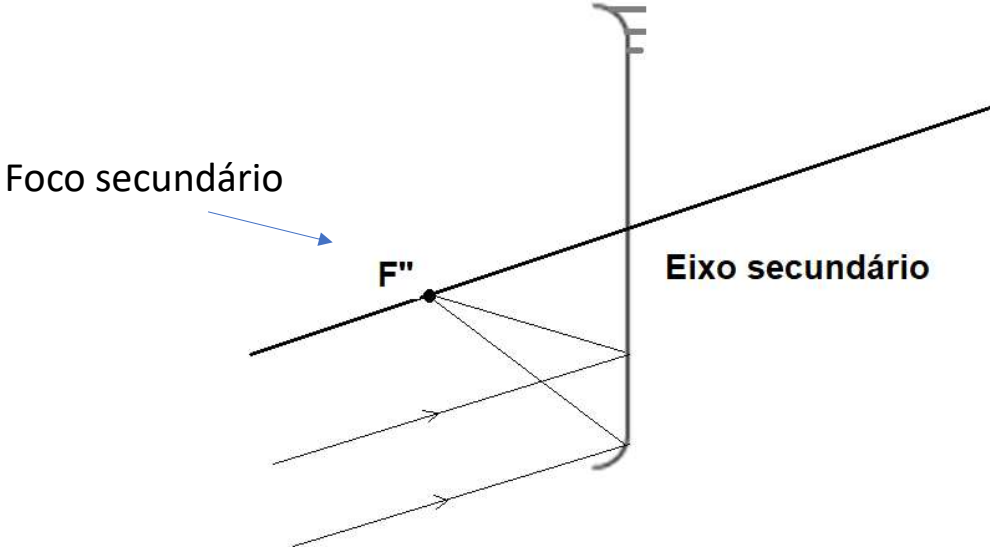
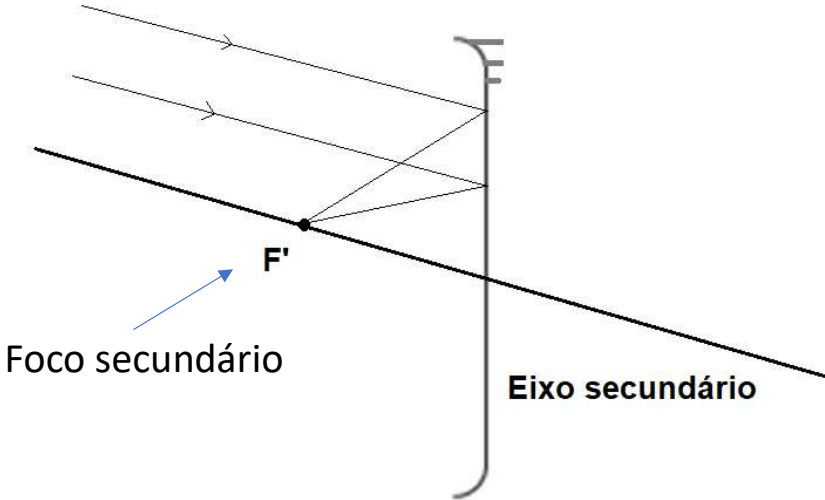
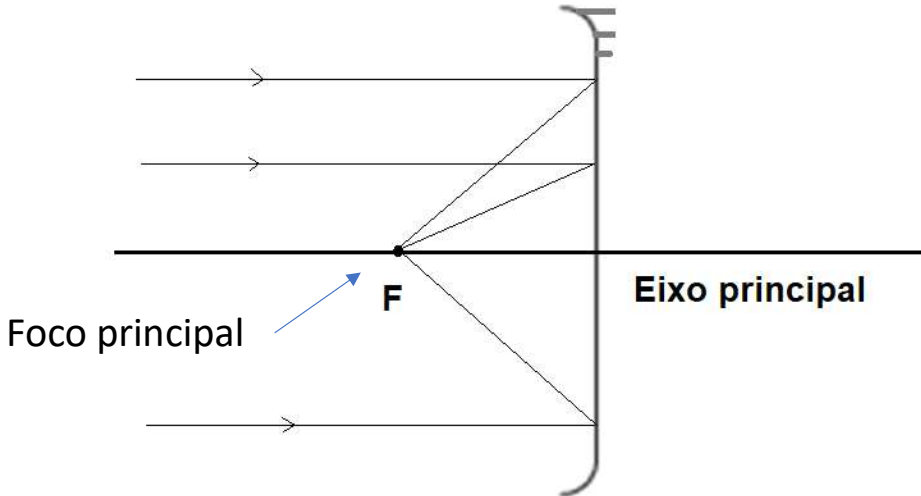
Feixe de raios  
paralelos que emerge  
do sistema

Imagem imprópria

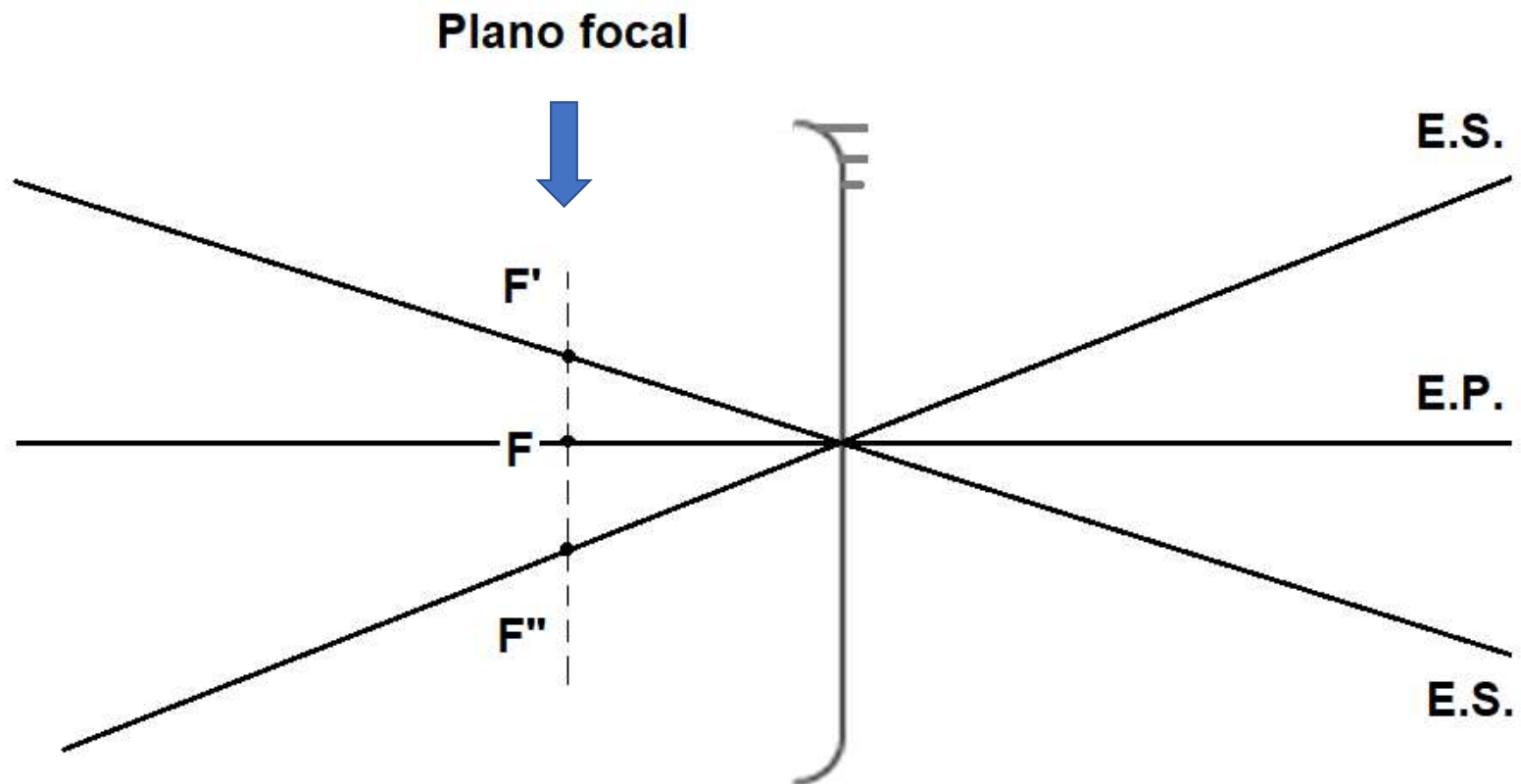
*S: sistema óptico. Pode ser um espelho ou uma lente, por exemplo*

## Plano focal de um espelho côncavo

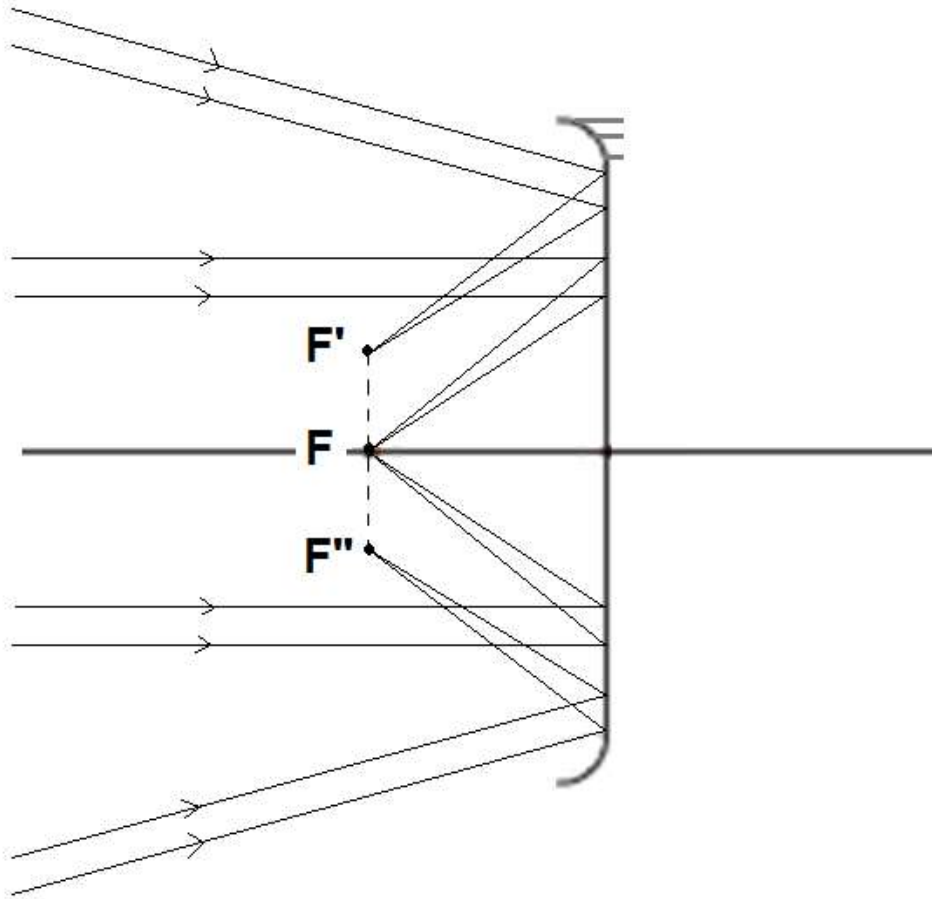
# Eixos secundários



O plano focal de um espelho côncavo



## O plano focal de um espelho côncavo



Para objetos extensos e distantes, a imagem se forma no plano focal.

