

Material teórico – Óptica Geométrica II

Raios particulares e formação de imagens

Segundo Ano do Ensino Médio

Autor: Thales Azevedo

Revisor: Lucas Lima



**Portal
da Física
OBMEP**

1. Introdução

Neste texto, começaremos a estudar as **imagens formadas por espelhos esféricos**. Faremos uma abordagem mais qualitativa, deixando a análise quantitativa para um texto futuro. Fazendo uso dos **raios particulares** estudados anteriormente, determinaremos as **características da imagem** formada pelos espelhos convexo e côncavo quando um objeto luminoso é colocado perpendicularmente sobre seu eixo principal. No caso do espelho côncavo, veremos que a posição do objeto influencia bastante no tipo de imagem formada.

2. Formação da imagem em um espelho convexo

Considere um objeto extenso posicionado de maneira perpendicular ao eixo principal de um espelho esférico, de frente para o mesmo. Para estudar a imagem formada pelo espelho, é suficiente considerar dois raios luminosos particulares emitidos pela extremidade do objeto. De fato, a imagem daquele ponto do objeto será formada na posição em que aqueles dois raios (ou seus prolongamentos) interceptarem-se. É claro que esse ponto é o mesmo para todos os raios emitidos pela extremidade do objeto, mas dois raios já são o bastante para determiná-lo.

Nas deduções que se seguem, consideraremos o raio que incide no espelho paralelamente ao seu eixo principal (que é refletido na direção do foco principal, como vimos no texto anterior) e o raio que incide no vértice (que é refletido numa direção que faz o mesmo ângulo com o eixo principal do espelho). Em particular, nesta seção investigaremos a formação da imagem pelo espelho convexo, como ilustra a figura 1.

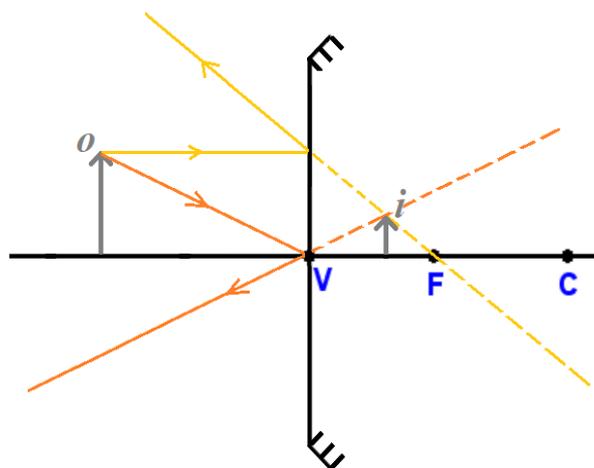


Figura 1: Formação da imagem em um espelho convexo. Note que a posição da imagem é determinada pelos prolongamentos dos raios particulares refletidos.

A partir da figura acima, podemos facilmente identificar as três principais **características da imagem** formada pelo espelho convexo. De fato, uma vez que ela é formada pelos prolongamentos dos raios refletidos, trata-se de uma imagem **virtual**. Além disso, vemos que a imagem possui a mesma orientação que o objeto e, portanto, dizemos que ela é **direita** (ou seja, não é invertida). Por fim, nota-se claramente que a imagem é **menor** que o objeto.

As características da imagem formada pelo espelho convexo o tornam ideal para aplicações em que se deseja um campo visual maior que o do espelho plano. Os exemplos mais comuns são retrovisores de automóveis e espelhos localizados em cruzamentos para evitar acidentes. Também são usados em alguns tipos de telescópios.

Na próxima seção, passaremos à investigação das imagens formadas por espelhos côncavos.

3. Formação da imagem em um espelho côncavo

Diferente do que acontece com os espelhos convexos, as características da imagem formada pelo espelho côncavo dependem fortemente da posição do objeto em relação ao vértice do espelho. A seguir, estudaremos cada caso separadamente.

3.1 Objeto mais distante que o centro de curvatura

A figura 2, abaixo, representa o caso em que a distância entre a base do objeto e o vértice do espelho é maior que o raio de curvatura do mesmo.

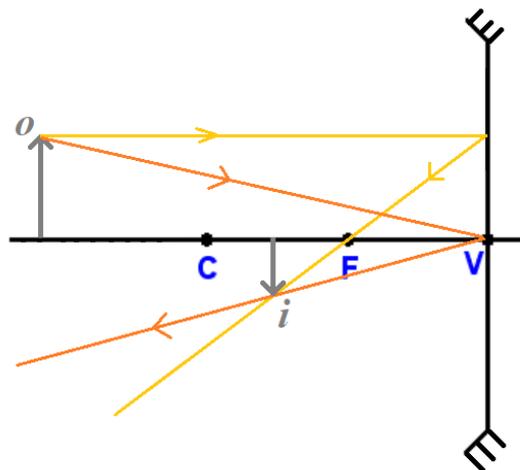


Figura 2: Formação da imagem (*i*) em um espelho côncavo quando o objeto (*o*) é colocado a uma distância de *V* maior que o raio de curvatura.

Nesse caso, fica evidente que a imagem formada é **real** (formada pelo encontro dos próprios raios refletidos, e não de seus prolongamentos), **invertida** e **menor** que o objeto. Note que, quanto mais distante o objeto, mais perto do foco a imagem se forma, e menor ela é. No limite em que o objeto está infinitamente distante do espelho, a imagem torna-se um ponto luminoso localizado no foco principal.

3.2 Objeto sobre o centro de curvatura

Vejam agora o que acontece quando o objeto é posto exatamente sobre o centro de curvatura do espelho côncavo, como representado na figura 3.

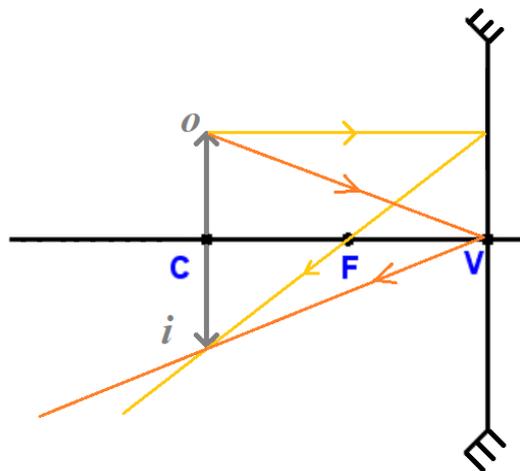


Figura 3: Formação da imagem (i) em um espelho côncavo quando o objeto (o) é colocado exatamente sobre o centro de curvatura (C).

Aqui vemos que a imagem formada é **real**, **invertida** e **normal**, ou seja, do mesmo tamanho do objeto, como pode ser deduzido por simetria.

3.3 Objeto entre o centro de curvatura e o foco principal

Prosseguindo com nosso estudo, o próximo passo natural é avaliar o caso em que o objeto é posto entre o centro de curvatura e o foco principal do espelho côncavo, como representado na figura 4, abaixo. Basta olhar para a figura para concluir que, nesse caso, a imagem formada é **real**, **invertida** e **maior** que o objeto.

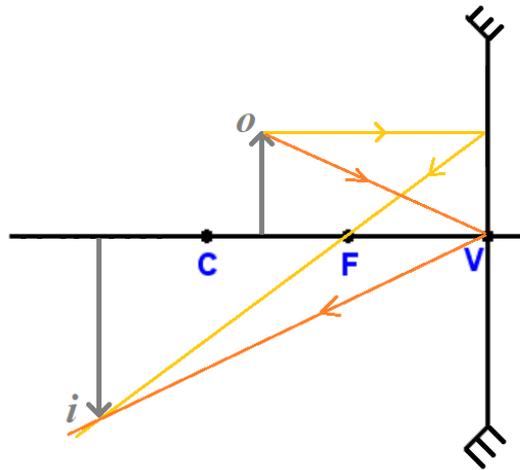


Figura 4: Formação da imagem (**i**) em um espelho côncavo quando o objeto (**o**) é colocado entre o centro de curvatura (**C**) e o foco principal (**F**).

3.4 Objeto sobre o foco principal

A figura 5 representa a situação em que um objeto luminoso é colocado exatamente sobre o foco principal de um espelho côncavo.

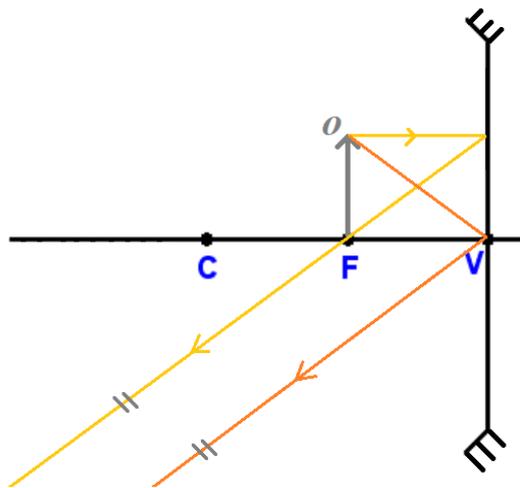


Figura 5: Representação da situação em que um objeto (**o**) é colocado exatamente sobre o foco principal (**F**) de um espelho côncavo.

Neste caso particular, vemos que os raios refletidos são paralelos um ao outro, de modo que nem eles nem seus prolongamentos interceptam-se. Portanto, não há formação de imagem nessas circunstâncias, ou, em outras palavras, diz-se que a imagem é **imprópria**.

3.5 Objeto entre o foco principal e o vértice

Finalmente, o último caso que falta investigar é aquele em que o objeto está localizado entre o foco principal e o vértice do espelho côncavo. Mais uma vez, a construção de uma figura é de grande ajuda. De fato, podemos ver na figura 6 que, neste caso, a imagem é **virtual, direita e maior** que o objeto.

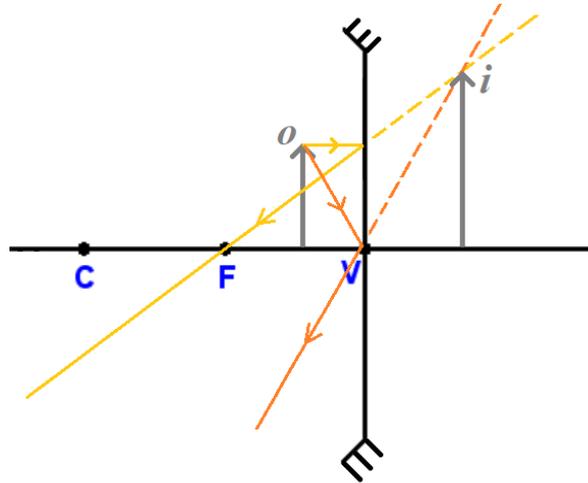


Figura 6: Formação da imagem (**i**) em um espelho côncavo quando o objeto (**o**) é colocado entre o foco principal (F) e o vértice (V).

De fato, por serem capazes de produzir imagens ampliadas, os espelhos côncavos possuem muitas aplicações, como, por exemplo, na construção de telescópios, nos consultórios de dentistas e até mesmo em estojos de maquiagem.

Por fim, cabe ressaltar, revendo os casos estudados, que em geral a distância do objeto até o espelho não é igual à distância da imagem até o espelho, ao contrário do que acontece para espelhos planos, como vimos. Será que temos como determinar a relação entre essas distâncias? Esse será o assunto do nosso próximo texto, em que faremos um estudo analítico dos espelhos esféricos.