

## Espelhos esféricos: método gráfico

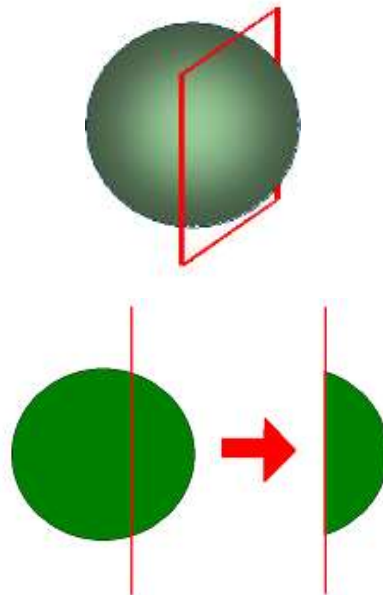
### Resumo

---

#### Espelhos Esféricos

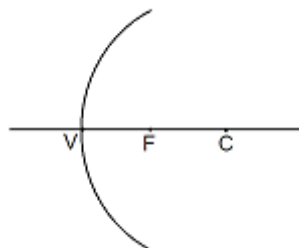
São calotas esféricas polidas.

Pense em uma esfera polida por dentro e por fora. Faça agora um corte transversal.



Essa calota esférica será o espelho esférico. Sua parte externa é chamada convexa e sua parte interna é côncava.

#### Representação e características



V = vértice

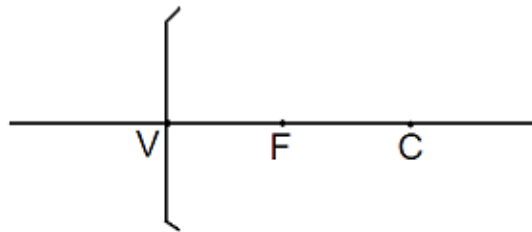
F = foco

C = centro de curvatura

Raio da curvatura =  $2F$

$$FC = FV$$

**Obs.:** Para facilitar os desenhos o espelho esférico é representado por uma linha reta dobrada nas extremidades.

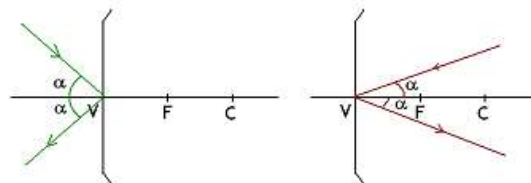


Dessa forma o desenho obedece às condições de Gauss (e os espelhos esféricos estudados, quase sempre, obedecem às condições de Gauss).

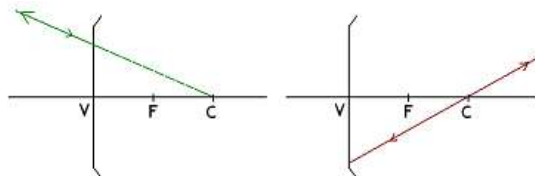
- Pouca esfericidade;
- Raios luminosos próximos ao eixo principal.

Para poder fazer os desenhos e representar as imagens corretamente usamos os raios principais que incidem nos espelhos esféricos:

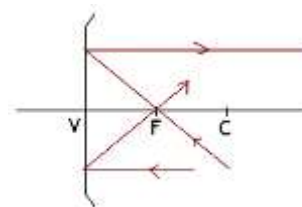
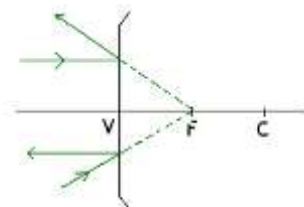
\* O raio luminoso que incide no vértice possui ângulo de incidência igual ao de reflexão.



\* O raio luminoso que passando pelo centro de curvatura é refletido pelo centro de curvatura.

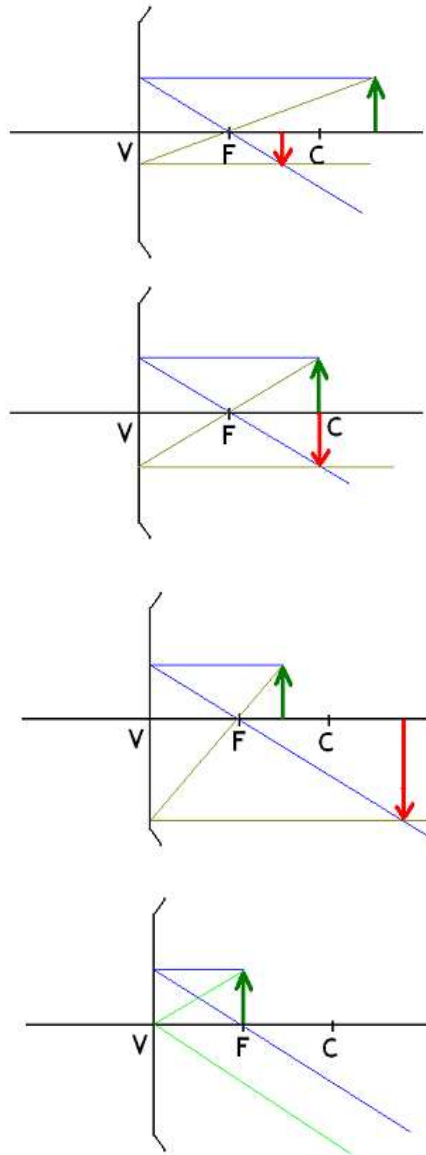


\* O raio luminoso que incide paralelamente ao eixo principal é refletido pelo foco (vice-versa = reversibilidade).

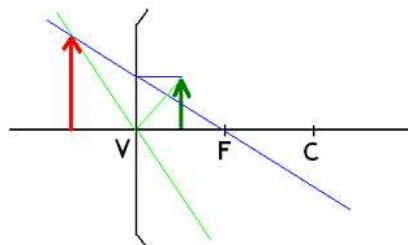


## Formação de imagens

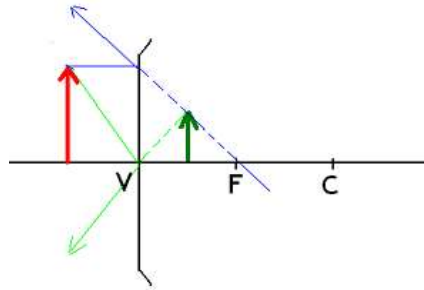
**Côncavo:** objeto na parte interna da concavidade (real). A imagem é invertida e real. O tamanho da imagem depende da posição do objeto. Observe que à medida que o objeto se aproxima do espelho, a imagem se afasta do espelho ficando maior.



**Côncavo:** objeto na parte interna da concavidade (real), mas colocado entre o foco e o vértice. A imagem se forma na parte de trás do espelho. É chamada **virtual, direita** e sempre é **maior** do que o objeto.



**Convexo:** objeto na parte externa da concavidade (agora chamada de real). A imagem se forma na parte interna do espelho entre o foco e o vértice. É chamada **virtual, direita** e sempre é **menor** do que o objeto.

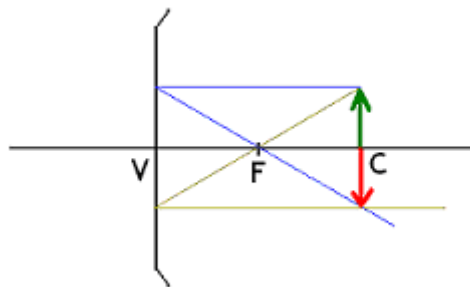
**Exercício resolvido**

Um objeto real se encontra sobre o eixo principal de um espelho côncavo, de distância focal 20cm, e a 40cm do vértice do espelho. Sendo obedecidas as condições de Gauss, sua imagem é:

- a) real e direta.
- b) real e invertida.
- c) virtual e direta.
- d) virtual e invertida.
- e) imprópria, localizada no infinito.

Solução:

O objeto está no centro de curvatura do espelho, pois o foco vale 20 cm e o objeto está a 40 cm.



A imagem é real (está do mesmo lado do objeto), invertida (em relação ao objeto) e possui a mesma dimensão (pela simetria dos raios traçados).

Letra B

## Exercícios

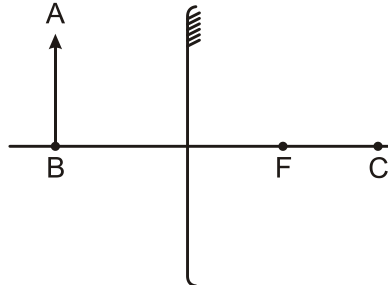
1. A figura mostra um objeto e sua imagem produzida por um espelho esférico.



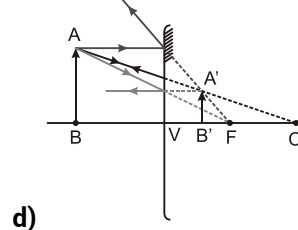
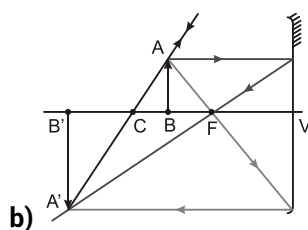
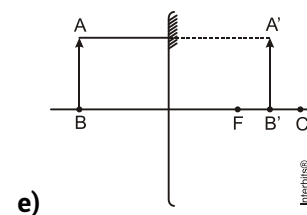
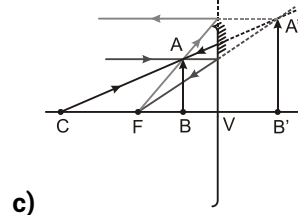
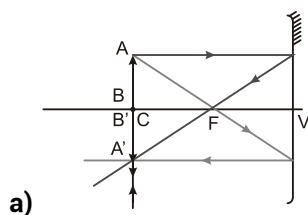
Escolha a opção que identifica corretamente o tipo do espelho que produziu a imagem e a posição do objeto em relação a esse espelho.

- O espelho é convexo e o objeto está a uma distância maior que o raio do espelho.
- O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o foco e o vértice do espelho.
- O espelho é côncavo e o objeto está posicionado a uma distância maior que o raio do espelho.
- O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o centro e o foco do espelho.
- O espelho é convexo e o objeto está posicionado a uma distância menor que o raio do espelho.

2. Considere a figura a seguir.



Com base no esquema da figura, assinale a alternativa que representa corretamente o gráfico da imagem do objeto AB, colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico convexo.

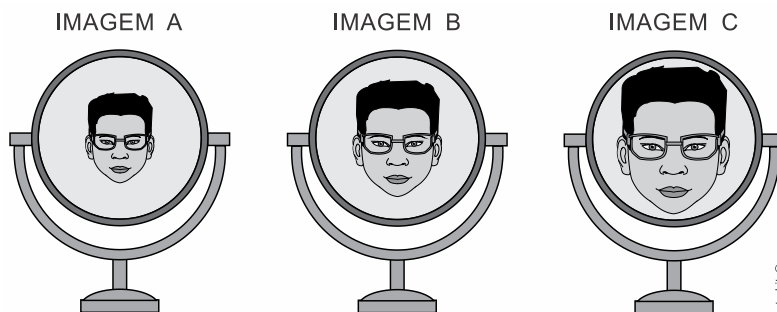


3. Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real. Este 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 mais 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 estar 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.
4. Quando entrou em uma ótica para comprar novos óculos, um rapaz deparou-se com três espelhos sobre o balcão: um plano, um esférico côncavo e um esférico convexo, todos capazes de formar imagens nítidas de objetos reais colocados à sua frente. Notou ainda que, ao se posicionar sempre a mesma distância desses espelhos, via três diferentes imagens de seu rosto, representadas na figura a seguir.

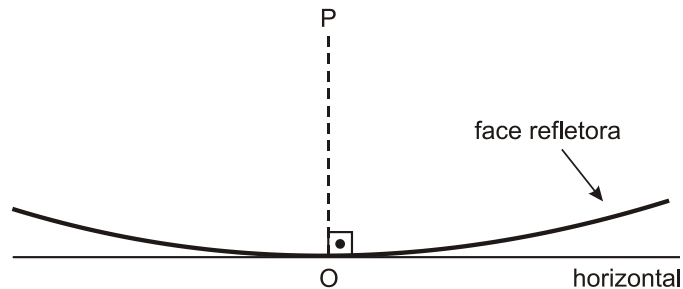


Em seguida, associou cada imagem vista por ele a um tipo de espelho e classificou-as quanto às suas naturezas.

Uma associação correta feita pelo rapaz está indicada na alternativa:

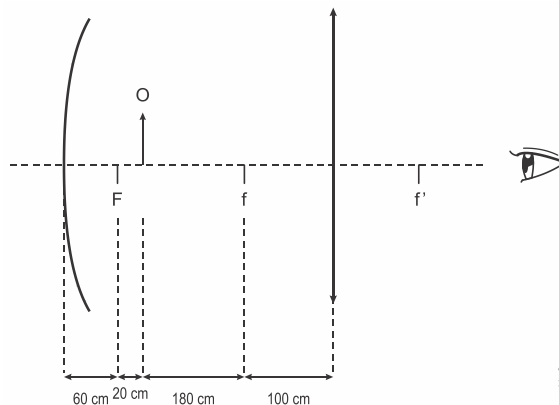
- a) o espelho A é o côncavo e a imagem conjugada por ele é real.
- b) o espelho B é o plano e a imagem conjugada por ele é real.
- c) o espelho C é o côncavo e a imagem conjugada por ele é virtual.
- d) o espelho A é o plano e a imagem conjugada por ele é virtual.
- e) o espelho C é o convexo e a imagem conjugada por ele é virtual.

5. A figura ao lado mostra um espelho esférico côncavo de raio de curvatura  $R$ , apoiado sobre a horizontal, com a face refletora voltada para cima. A reta tracejada vertical  $\overline{OP}$  passa sobre o ponto correspondente ao centro do espelho esférico. Determine a distância  $y$ , acima do ponto  $O$  e ao longo da reta  $\overline{OP}$ , para a qual ocorrerá maior incidência de luz solar refletida no espelho, suposta de incidência vertical. Considere o espelho esférico com pequeno ângulo de abertura, de modo que os raios incidentes são paralelos e próximos ao seu eixo principal.



Assinale a alternativa que apresenta corretamente essa distância.

- a)  $R/2$
  - b)  $3R/4$
  - c)  $R$
  - d)  $3R/2$
  - e)  $2R$
6. Um estudante dispunha de um espelho côncavo e de uma lente biconvexa de vidro para montar um dispositivo que amplia a imagem de um objeto. Ele então montou o dispositivo, conforme mostrado no diagrama. O foco do espelho é  $F$  e os das lentes são  $f$  e  $f'$ . O objeto  $O$  é representado pela seta.



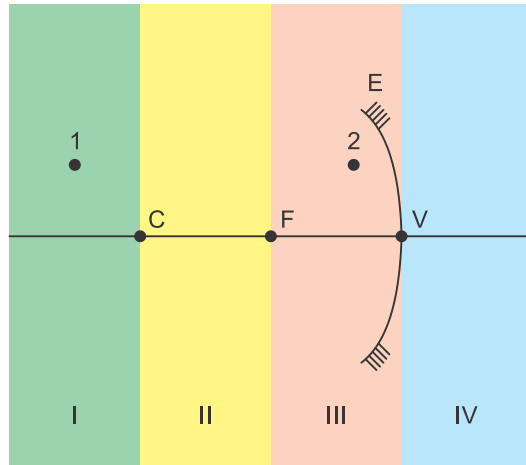
Após a montagem, o estudante observou que era possível visualizar duas imagens. As características dessas imagens são:

- a) Imagem 1: real, invertida e maior.  
Imagem 2: real, invertida e menor.
- b) Imagem 1: real, direta e maior.  
Imagem 2: real, invertida e menor.
- c) Imagem 1: virtual, direta e maior.  
Imagem 2: real, invertida e menor.
- d) Imagem 1: virtual, direta e menor.  
Imagem 2: real, invertida e maior.

7. Um objeto real é colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico convexo. Nota-se que, nesse caso, a altura da imagem virtual é  $i_1$ . Em seguida, o mesmo objeto é aproximado do espelho, formando uma nova imagem com altura  $i_2$ . Quando se traz para mais perto o objeto, a imagem se
- a) aproxima do espelho, sendo  $i_1 < i_2$ .
  - b) aproxima do espelho, sendo  $i_1 > i_2$ .
  - c) afasta do espelho sendo  $i_1 = i_2$ .
  - d) afasta do espelho sendo  $i_1 < i_2$ .
8. Um jovem odontólogo, desejando montar um consultório, sai em busca de bons equipamentos por um preço que caiba em seu bolso. Diante da diversidade de instrumentos, pede orientação a um colega físico sobre qual tipo de instrumento óptico comprar para visualizar com maiores detalhes os dentes dos seus futuros pacientes. Irá atender às necessidades do dentista
- a) um espelho plano, por ser um material de produção em grande escala, seu valor é mais barato e o mesmo é capaz de produzir aumentos superiores a três vezes.
  - b) um espelho convexo, pois funciona como uma lupa, produzindo imagens ampliadas de ótima qualidade independentemente da posição do dente do paciente.
  - c) uma lente divergente, já que a mesma produz o maior tipo de aumento. No entanto, a posição do dente deve estar entre o foco e o centro óptico da lente para conseguir uma ampliação satisfatória.
  - d) um espelho côncavo, pois uma vez que coloque o dente do paciente entre o foco e o vértice desse espelho, a imagem produzida será maior, virtual e direita.
  - e) uma lente multifocal. Assim, independentemente da posição em que se encontra o dente em relação ao espelho, a ampliação será satisfatória.



9. A figura representa um espelho esférico gaussiano (E), seu centro de curvatura (C), seu foco principal (F) e seu vértice (V). A figura também mostra quatro regiões (I, II, III e IV) identificadas por cores diferentes.



Se um objeto pontual for colocado sucessivamente nos pontos 1 e 2, as imagens conjugadas pelo espelho se formarão, respectivamente, nas regiões

- II e IV.
  - III e I.
  - III e IV.
  - II e III.
  - II e I.
10. O edifício *20 Fenchurch Street*, localizado em Londres e conhecido como *Walkie Talkie*, tem causado diversos problemas para a sua vizinhança. Moradores e funcionários da região têm argumentado que, desde a sua construção, os ventos estão mais intensos nas imediações do prédio. Além disso, houve registros de carros estacionados nas proximidades do prédio que tiveram suas pinturas danificadas e suas peças derretidas por conta da reflexão da luz solar ocasionada pelo arranha-céu.

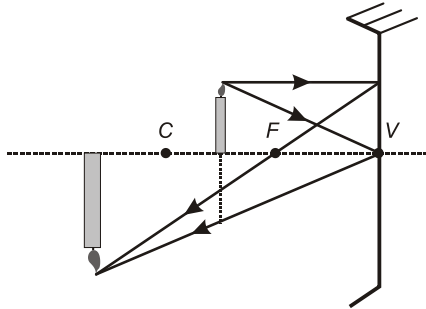
Os carros foram danificados porque pelo menos uma das faces do prédio tem formato semelhante a

- um espelho côncavo.
- um espelho convexo.
- uma lente divergente.
- uma lente convergente.

## Gabarito

1. D

Analisando a figura dada, notamos que a imagem do objeto real está invertida e ampliada. Esse caso só acontece para um espelho esférico côncavo, quando o objeto está entre o centro de curvatura ( $C$ ) e o foco ( $F$ ), como ilustra a figura a seguir.



2. D

Todo raio que incide paralelo reflete pelo foco e todo raio que incide pelo centro de curvatura reflete sobre si mesmo.

Trata-se de um espelho convexo, então a imagem é sempre virtual direita e menor, entre o foco e o vértice.

3. C

Nossos olhos estão acostumados com imagens em espelhos planos, onde imagens de objetos mais distantes nos parecem cada vez menores.

Esse condicionamento é levado para o espelho convexo: o fato de a imagem ser menor que o objeto é interpretado pelo cérebro como se o objeto estivesse mais distante do que realmente está.

Essa falsa impressão é desfeita quando o motorista está, por exemplo, dando marcha a ré em uma garagem, vendo apenas a imagem dessa parede pelo espelho convexo. Ele para o carro quando percebe pela imagem do espelho convexo que está quase batendo na parede. Ao olhar para trás, por visão direta, ele percebe que não estava tão próximo assim da parede.

4. C

Para espelhos planos ou esféricos, a imagem de um objeto real é virtual e direita ou é real e invertida.

Essa imagem virtual é reduzida no convexo, de mesmo tamanho no plano e ampliada no côncavo.

Assim, tem-se:

Espelho A → **convexo**, pois a imagem é virtual direita e **menor**.

Espelho B → **plano**, pois a imagem é virtual direita e de **mesmo tamanho**.

Espelho C → **côncavo**, pois a imagem é virtual direita e **maior**.

5. A

Sabemos que os raios solares que atingem a Terra são praticamente paralelos. De acordo com o enunciado, esses raios solares são verticais, atingindo o espelho paralelamente ao eixo principal. Como o espelho é gaussiano, os raios refletidos passam pelo foco principal, que fica à distância  $R/2$  do vértice do espelho.

6. B

Para a imagem do objeto no espelho côncavo, através do desenho, nota-se que o mesmo se encontra entre o foco e o centro de curvatura do espelho, logo, a imagem é real, invertida e maior, mas a mesma só é vista a partir da lente fazendo novamente a construção para a lente, formando, finalmente a imagem 1, real, direta e maior, mostrada na figura mais abaixo.

Para a imagem 2 da lente biconvexa, observa-se que o objeto está além do ponto antiprincipal e, sendo assim, sua imagem é real, invertida e menor.

As construções das imagens estão indicadas nas figuras abaixo:

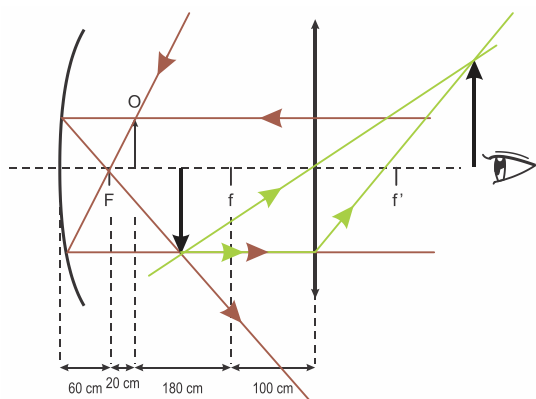


Imagem 1:  
real, direta e maior

Interbits®

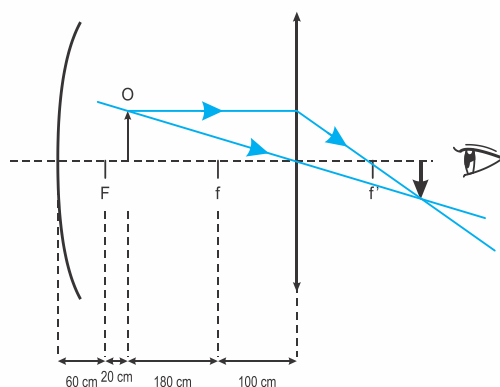
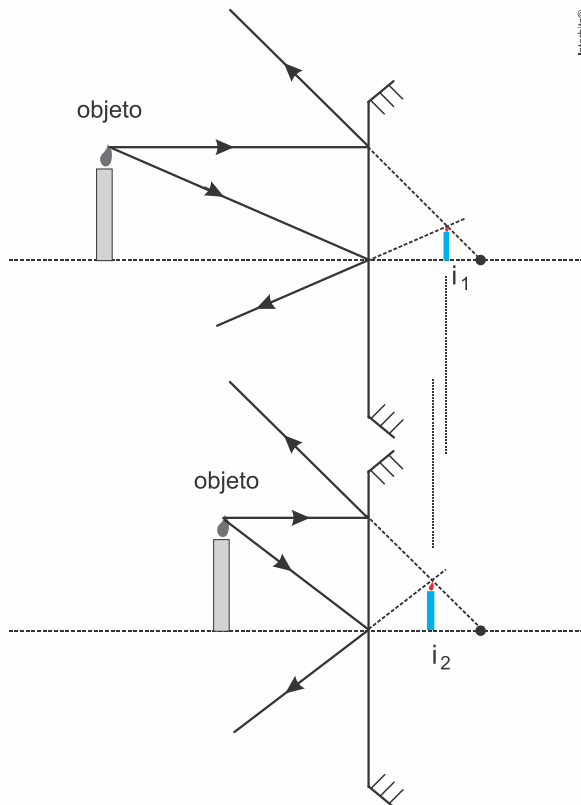


Imagem 2:  
real, invertida e menor

Interbits®

7. A

A figura ilustra a situação proposta.



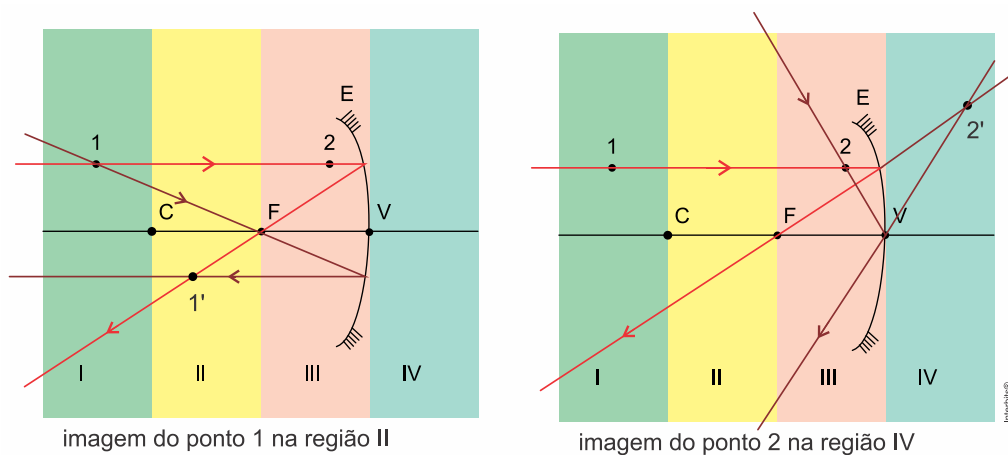
Essa figura mostra que quando um objeto real se aproxima do vértice de um espelho esférico convexo, sua imagem virtual também se **aproxima** do espelho e aumenta de tamanho ( $i_1 < i_2$ ).

8. D

Para ver melhor a imagem de um dente, essa imagem deve ser **ampliada e direita**. Isso se consegue com um espelho esférico côncavo, quando o objeto está entre o foco e o vértice.

9. A

As construções das imagens são realizadas nas figuras abaixo:



**10. A**

Uma das faces do prédio é curva, concentrando os raios solares refletidos, semelhante a um espelho côncavo.