

## Gabarito dos Exercícios Programados 1

1. Um eletroscópio de folha está carregado com uma carga elétrica  $q$ . Na figura 1 ele foi representado apenas pela sua parte condutora. Um aluno de Introdução às Ciências Físicas utiliza um bastão eletrizado positivamente para descobrir qual é a carga elétrica do eletroscópio. Ele o aproxima do eletroscópio *sem tocá-lo*. Na presença do bastão, as folhas do eletroscópio se juntam (figura 1b).

- a. Explique o fenômeno físico ocorrido dizendo quais os tipos de eletrização (atrito, contato ou indução) ocorridos no eletroscópio. Ilustre com desenhos.
- b. Qual o tipo de carga elétrica (positiva ou negativa) do eletroscópio?

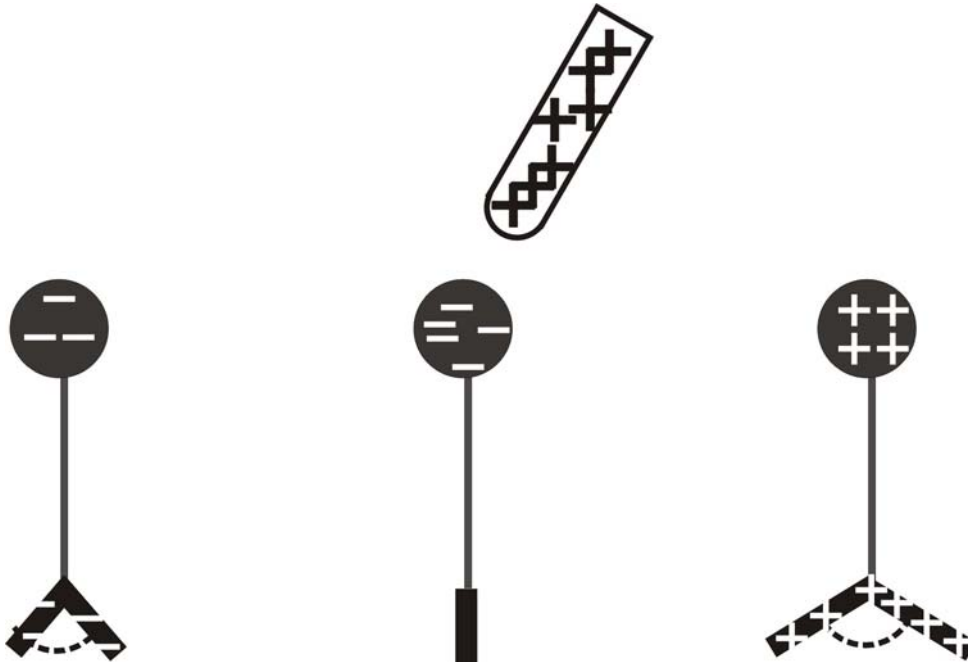


Figura 1-a

Figura 1-b

Figura 1-c

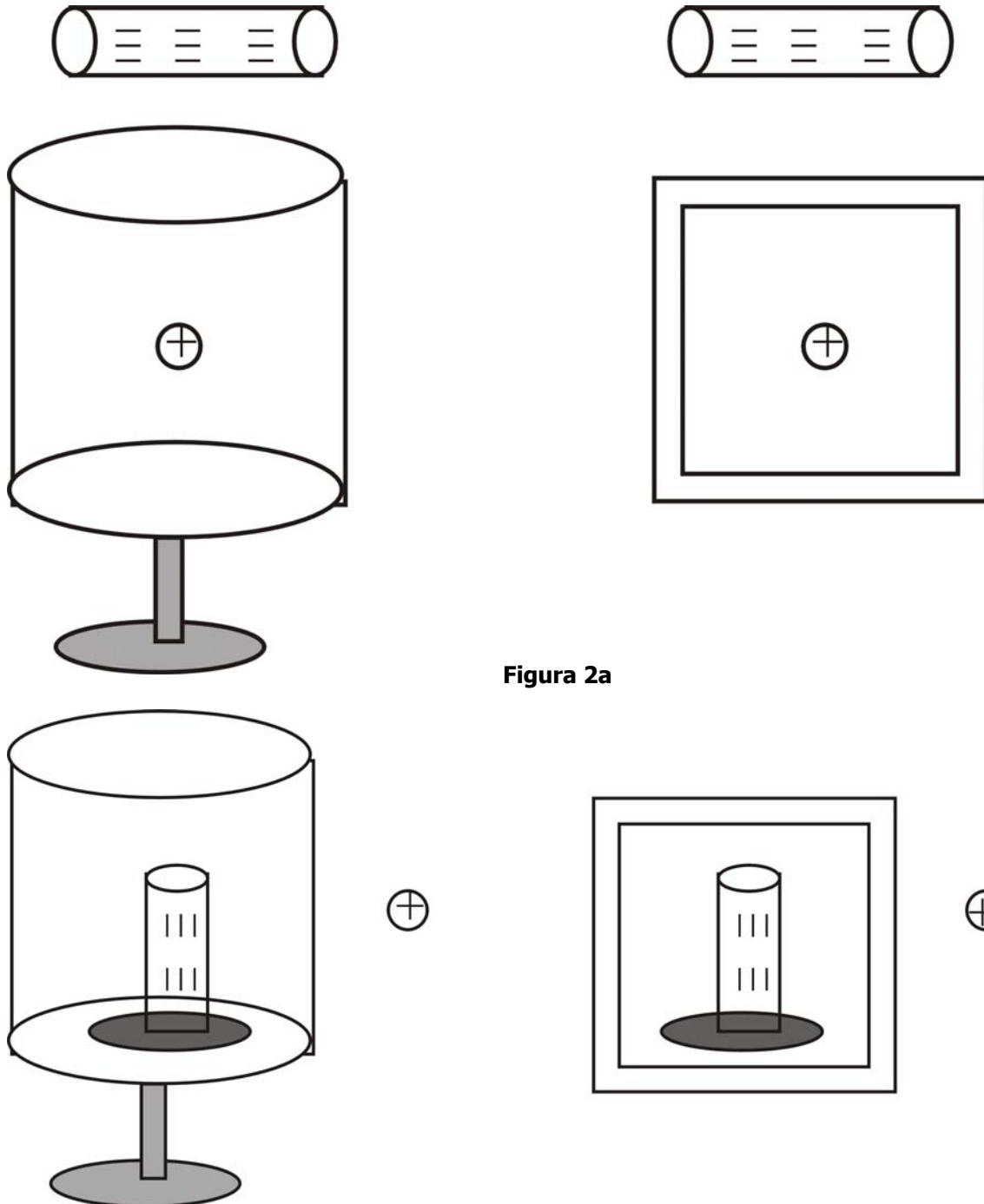
*O eletroscópio estava eletrizado com carga elétrica negativa, uma vez que o bastão positivo induziu uma nova distribuição de cargas elétricas no eletroscópio onde as cargas elétricas que estavam nas folhas de alumínio foram atraídas para a esfera. (figura 1-b).*

O aluno *toca* a esfera do eletroscópio com o bastão e, em seguida, o *afasta* do eletroscópio. Ele observa que o ângulo final  $\alpha_2$  entre as folhas de alumínio é maior do que ângulo  $\alpha_1$  ( $\alpha_2 > \alpha_1$ ) que existia antes do bastão ser aproximado (figura 1c).

- c. Explique o fenômeno físico ocorrido dizendo quais os tipos de eletrização (atrito, contato ou indução) ocorridos no eletroscópio. Ilustre com desenhos.
- d. Qual o tipo de carga elétrica final (positiva ou negativa) do eletroscópio (figura 1c) ?

*Quando o bastão toca o eletroscópio ele é eletrizado por contato. Saem elétrons do eletroscópio para neutralizar as cargas elétricas positivas do bastão. Dessa forma, a carga elétrica final do eletroscópio tem que aumentar (ele está perdendo cargas negativas). A quantidade de elétrons que passa para a esfera depende da quantidade de carga elétrica positiva no bastão. Como as folhas de alumínio ficaram com o ângulo maior do que o inicial, podemos concluir que a carga elétrica final do eletroscópio é positiva. Se elas fossem negativas, a carga elétrica final do eletroscópio seria menor que a inicial, o que estaria em desacordo com a perda de elétrons por parte do eletroscópio.*

## 2. Blindagem e aterramento.



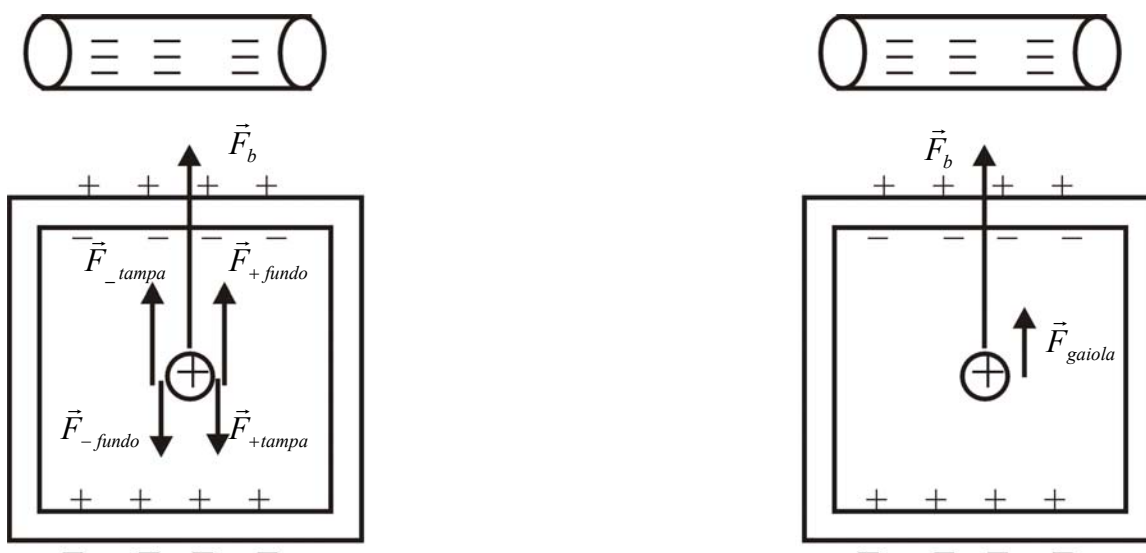
**Figura 2a**

**Figura 2b**

Esse exercício tem como finalidade ajudar a compreensão qualitativa da blindagem eletrostática do aterramento que são discutidos no vídeo blindagem eletrostática.

As cargas positivas e negativas localizadas no interior e exterior da gaiola pertencem a um corpo neutro. Por isso, a polarização da gaiola produzida por elas pode ser desprezada. Só será levada em consideração a polarização da gaiola produzida pelo bastão. As distribuições de cargas apresentadas nas figuras estão simplificadas, uma vez que representamos as cargas elétricas induzidas na gaiola apenas nas regiões onde a concentração de cargas elétricas é maior. As distribuições de cargas desenhadas não retratam também as densidades superficiais de cargas reais.

a) e b) Gaiola isolante com as cargas elétricas **positivas** e **negativas** no seu interior.



**Figura A**

O bastão eletrizado negativamente separa as cargas elétricas positivas e negativas de uma gaiola isolante neutra. Dizemos que o bastão polariza a gaiola. A polarização da gaiola isolante produzida pelo bastão é pequena, porque em um meio isolante as cargas elétricas têm dificuldades de se deslocar.

Uma carga elétrica positiva localizada no interior da gaiola é atraída pelas cargas negativas da gaiola ( $\vec{F}_{-tampa}$  e  $\vec{F}_{-fundo}$ ) e repelida pelas positivas ( $\vec{F}_{+tampa}$  e  $\vec{F}_{+fundo}$ ). Observe que a força  $\vec{F}_{+tampa}$  exercida pelas cargas elétricas positivas da tampa da gaiola sobre a carga positiva

do interior da gaiola foi desenhada menor do que a força  $\vec{F}_{+fundo}$  que as cargas elétricas positivas do fundo da gaiola exercem sobre a carga elétrica positiva, uma vez que as cargas elétricas positivas do fundo da gaiola estão mais próximas da carga elétrica positiva do interior da gaiola do que as cargas elétricas positivas da tampa. Raciocínio análogo explica os tamanhos das setas que representam no desenho as forças exercidas pelas cargas elétricas negativas da gaiola sobre a carga elétrica positiva localizada no seu interior.

A força que a gaiola polarizada exerce sobre a carga elétrica positiva, localizada no seu interior, é bem menor do que a exercida pelo bastão.

A gaiola polarizada também exerce uma força elétrica sobre uma carga elétrica negativa localizada no seu interior bem menor do que a força exercida pelo bastão.

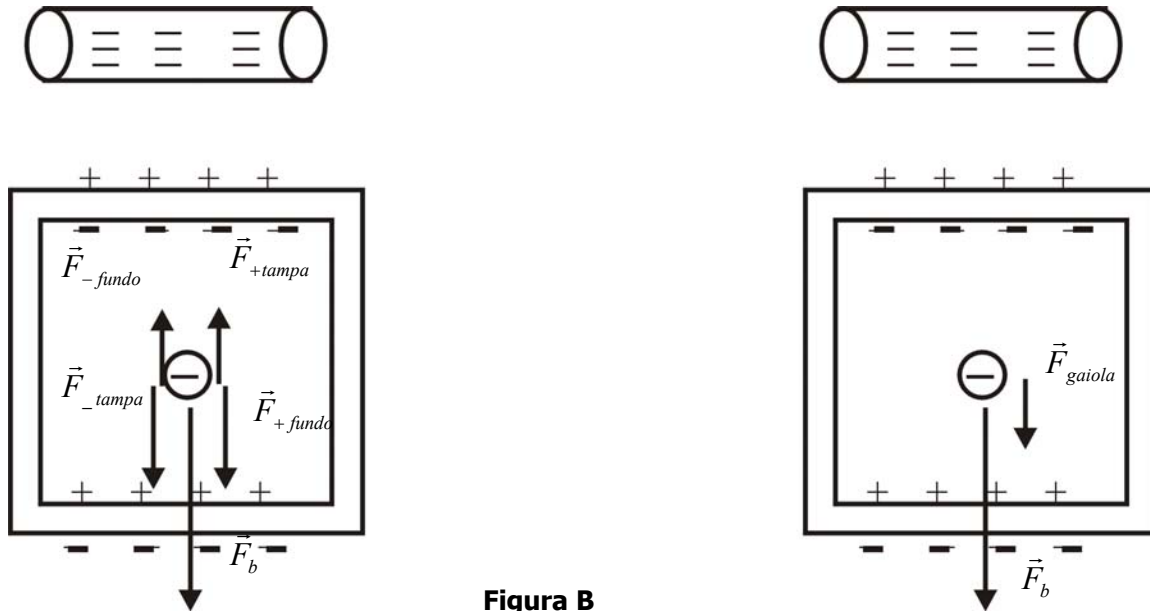


Figura B

c) Gaiola condutora com as cargas elétricas positivas e negativas no seu interior.

O bastão eletrizado negativamente também polariza a gaiola condutora neutra. A polarização da gaiola condutora produzida pelo bastão é diferente e bem maior do que a da gaiola isolante, porque em um meio condutor, as cargas se deslocam com facilidade. Nelas os elétrons repelidos pelas cargas elétricas negativas do bastão se depositam preferencialmente na superfície externa do fundo da gaiola. É possível provar teoricamente com as Leis do Eletromagnetismo, que as cargas elétricas de um condutor fechado sempre se localizam na sua superfície externa. As cargas elétricas positivas da gaiola polarizada repelem a carga elétrica positiva localizada no seu interior e as negativas atraem. A força elétrica exercida pela gaiola polarizada enfraquece a ação do bastão sobre ela.

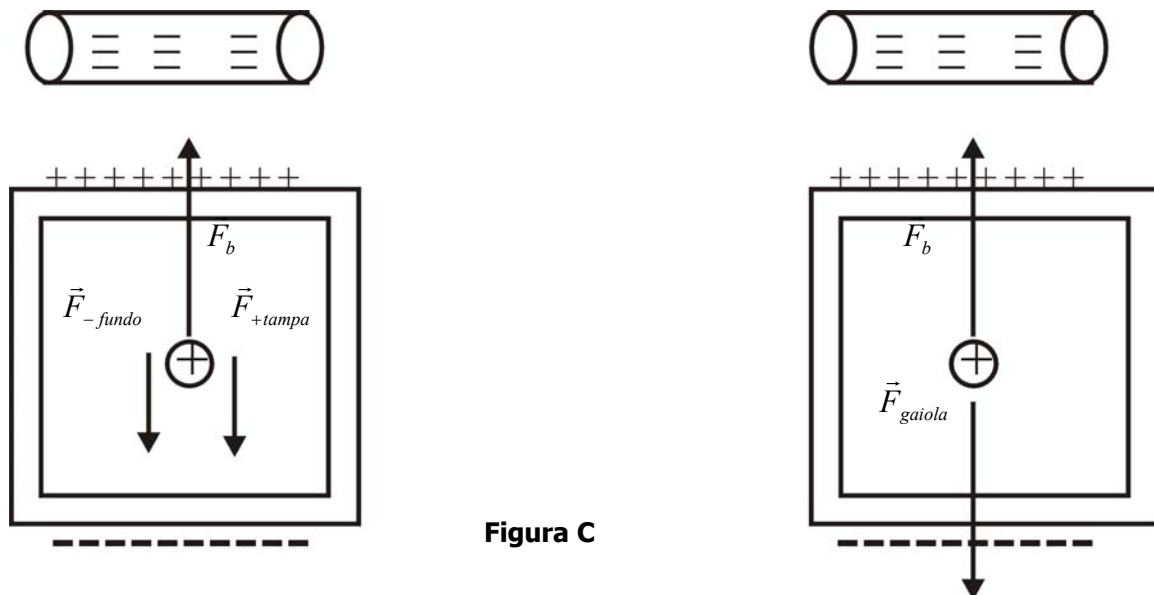
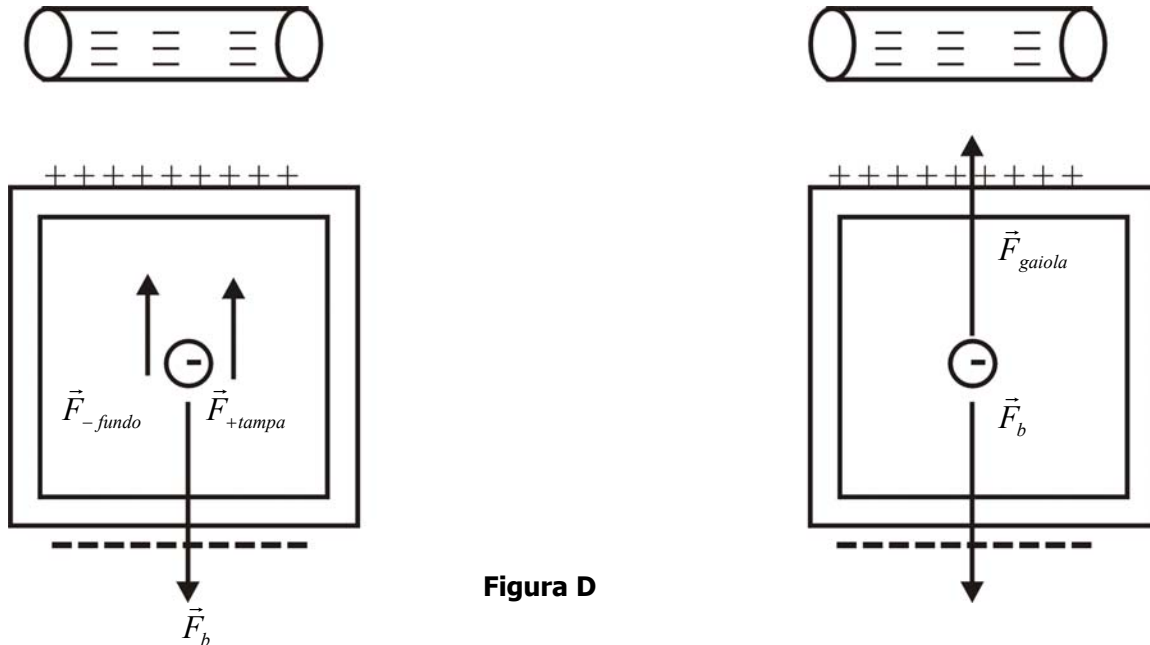


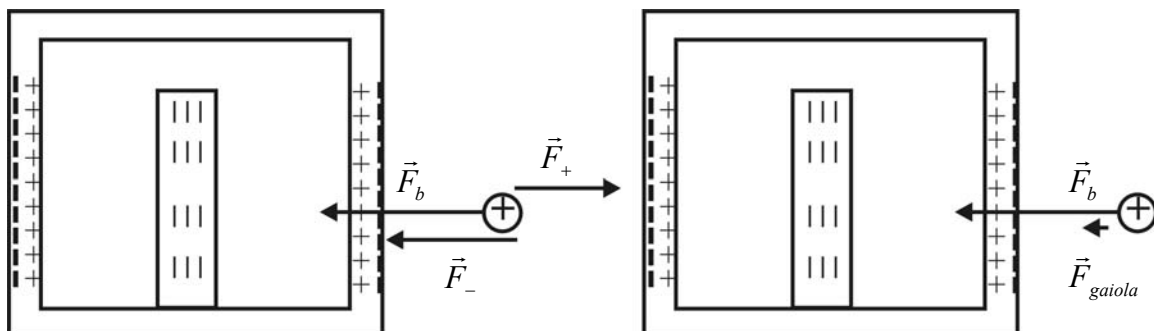
Figura C

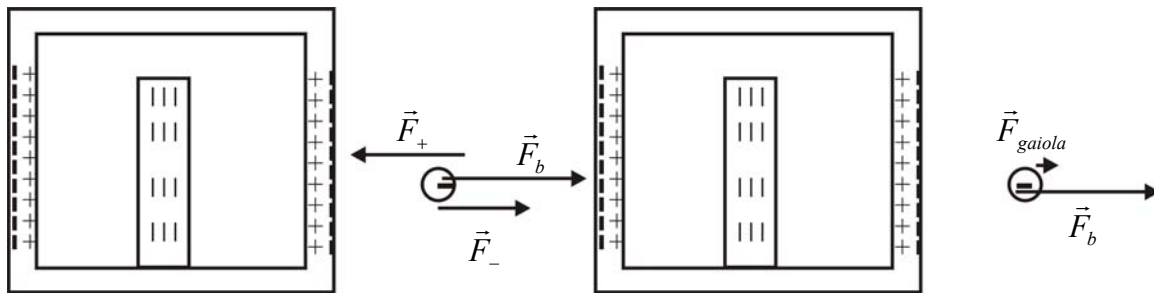
É possível demonstrar com as Leis do Eletromagnetismo que essa força tem o mesmo módulo, a mesma direção e o sentido contrário da força exercida pelo bastão sobre ela. Por isso, a gaiola polarizada elimina a ação do bastão sobre a carga elétrica positiva. A carga elétrica localizada no interior da gaiola não "percebe" a presença do bastão eletrizado negativamente.

A gaiola condutora polarizada também exerce uma força elétrica sobre uma carga elétrica negativa localizada no seu interior. Ela é igual e oposta à criada pelo bastão, eliminando a ação do bastão sobre a carga negativa.



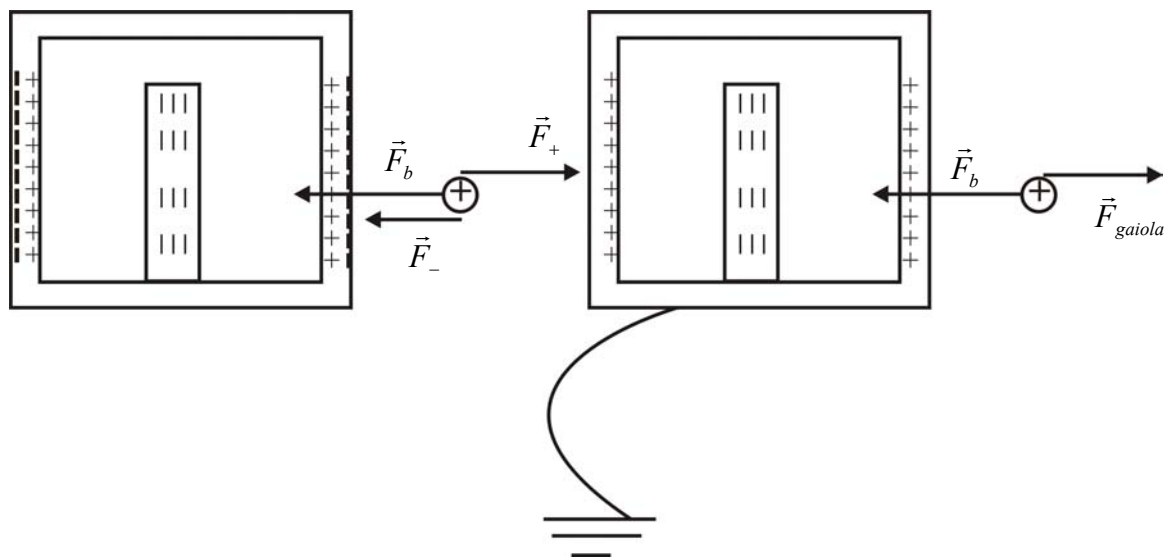
**d) e e)** As cargas elétricas negativas do bastão separam as cargas elétricas da gaiola neutra. O bastão negativo atrai as cargas positivas externas à gaiola e repele as negativas. As cargas negativas da gaiola intensificam as forças exercidas pelo bastão sobre as cargas externas, e as positivas enfraquecem. A gaiola e o bastão atraem as cargas positivas externas e repelem as negativas.



**Figura F**

f) Ligando-se a gaiola a um condutor maior, isto é, aterrando-se a gaiola, as cargas elétricas negativas localizadas na superfície externa da gaiola fluem para o condutor maior. Dessa forma, a força que a gaiola polarizada exerce sobre o bastão enfraquece a força que o bastão eletrizado exerce nas cargas elétricas externas à gaiola.

É possível demonstrar com a teoria eletromagnética que as forças elétricas que cargas elétricas localizadas no interior de um condutor aterrado exercem sobre as cargas elétricas externas são anuladas pelas forças elétricas criadas pelas cargas elétricas de sinal oposto que é induzida na superfície interna do condutor.

**Figura G**

2. Assista ao vídeo Blindagem Eletrostática.
  3. Faça os exercícios 2 e 3 da Aula 1 do Módulo 4.
- Veja o gabarito do Módulo 4.*