

## Momento de uma força

Miguel Ferreira

Ferreira, M. (2013), Revista de Ciência Elementar, 1(01):0013

O momento de uma força mede o efeito rotativo da força aplicada a um corpo, em torno de um ponto, um fulcro ou um eixo.

### Efeito rotativo de uma força aplicada a um sólido com um ponto fixo e momento polar de uma força

Considere-se uma vara fina que pode rodar livremente em torno de um dos seus extremos, que se mantém fixo através de um pivô ou fulcro. Suponhamos que se aplica uma força  $F$  na vara, cujas características intensidade e direção se mantêm inalteradas.

Uma vez que o ponto extremo da vara é fixo, a vara não se translada sob a ação da força aplicada. Note-se que o pivô garante, nas condições impostas pela resistência do material, a força necessária para que a resultante das forças aplicadas na vara seja nula. Contudo, sob a ação da força aplicada, a vara roda em torno da extremidade fixa. A experiência mostra que o efeito rotativo da força depende:

- Da direção da força relativamente à direção longitudinal da vara;
- Da distância entre a extremidade fixa e o ponto onde se aplica a força;
- Da intensidade da força.

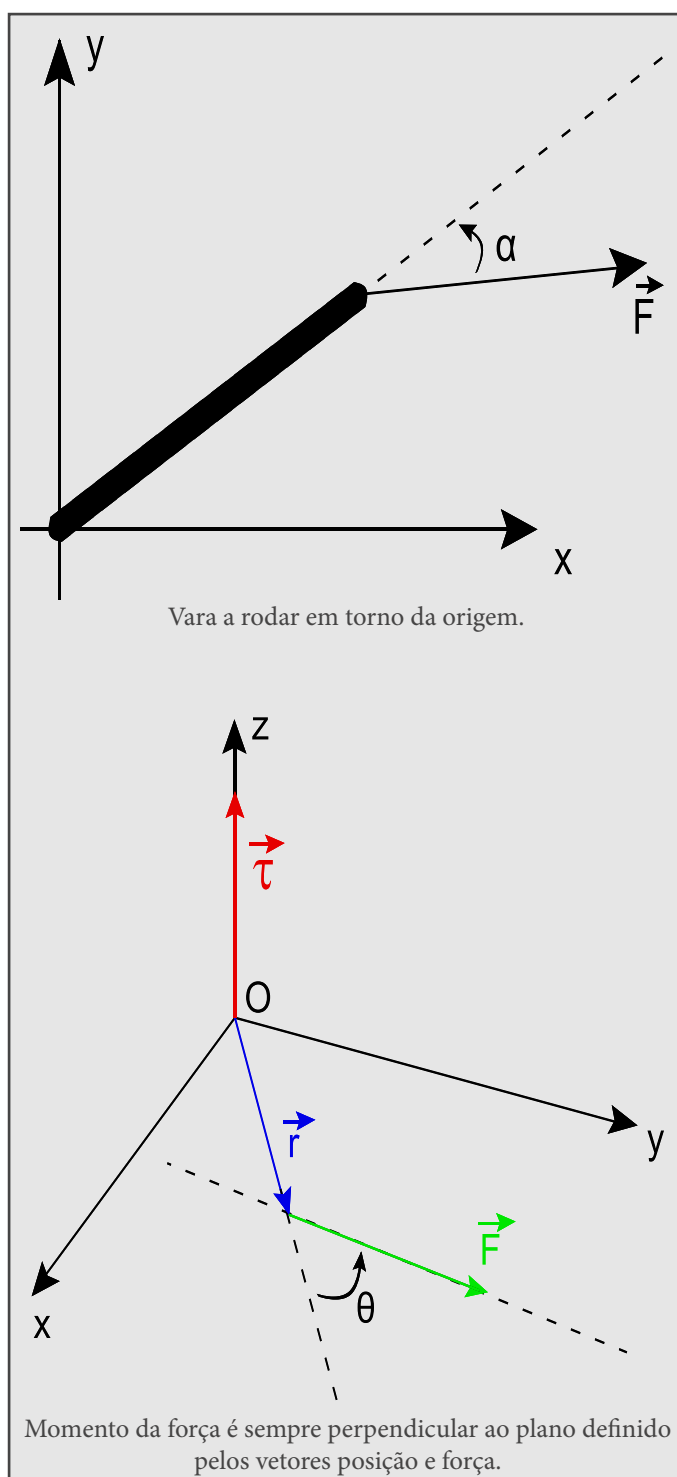
Em particular, a força não tem qualquer efeito rotativo sobre a vara se:

- a distância entre a extremidade fixa e o ponto onde se aplica a força é nula;
- a direção da força for paralela à vara.

O efeito rotativo da força em relação a um ponto fixo  $O$  é dado pelo momento polar da força relativamente ao ponto  $O$ , definido matematicamente pela expressão:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

sendo  $\vec{r}$  o vetor de posição do ponto de aplicação da



força  $\vec{F}$  em relação ao ponto fixo O. Note-se que o momento polar da força é perpendicular ao plano definido pelos vetores  $\vec{r}$  e  $\vec{F}$ , e o seu efeito é máximo quando a força for perpendicular ao vetor  $\vec{r}$ .

**Efeito rotativo de uma força aplicada a um corpo móvel em torno de um eixo fixo**

Todas as pessoas passaram pela experiência de abrir uma porta e têm a noção de que para a abrir é preciso aplicar uma força do puxador da mesma. A força que se aplica para abrir ou fechar a porta é perpendicular à porta. Mas pensemos o que se passa quando se aplica uma força paralela à porta com a mesma intensidade: a porta não abre nem fecha! Pensemos agora (e é uma experiência que o leitor pode fazer em casa... basta ter uma porta!) que se pretende fechar uma porta aplicando uma força perpendicular à porta, mas em pontos cada vez mais próximos ao eixo em torno do qual a porta se move. A experiência mostrará que à medida que o ponto onde se aplica a força se aproxima do eixo, mais “difícil” é fechar a porta; por outras palavras, são necessárias forças de amplitude crescente para acelerar a porta e fechá-la.

Esta experiência permite-nos concluir que para pôr uma porta em rotação em torno do seu eixo (ou seja abrir ou fechar) é preciso ter em consideração o ponto de aplicação da força e a força.

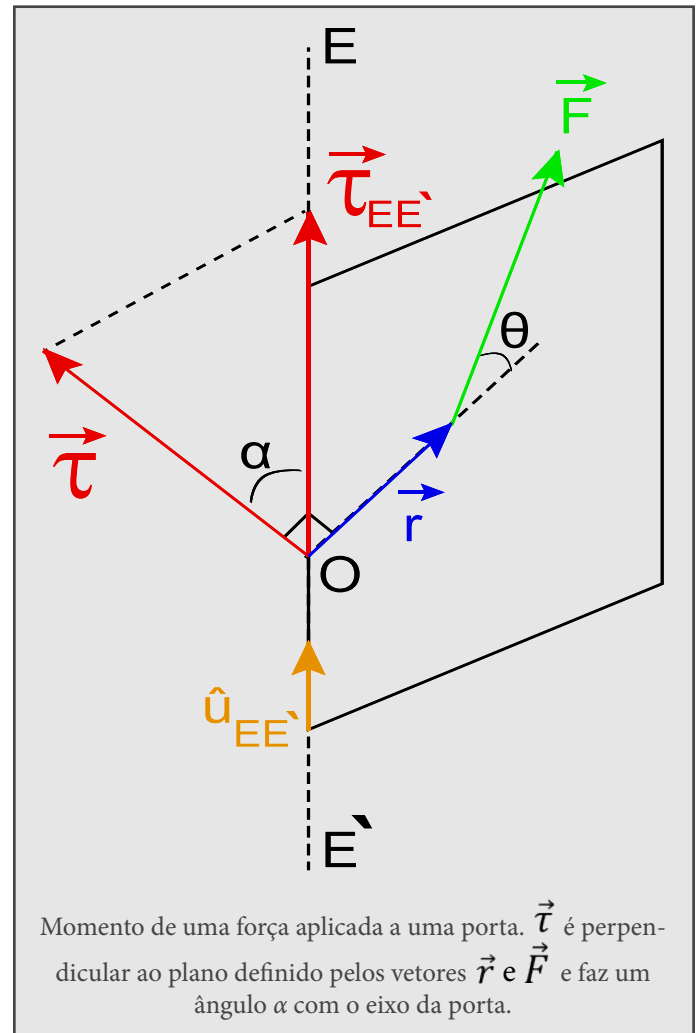
Analisemos com mais detalhe o que se passa. Em primeiro lugar consideremos que a força se aplica perpendicularmente ao plano definido pela porta, ou seja, perpendicularmente ao eixo de rotação da porta, que designaremos por EE'. Escolhamos um ponto O sobre o eixo da porta. O momento polar da força em relação ao ponto O é paralelo ao eixo de rotação e a porta roda.

Se a direção da força for paralela à porta, o momento da força em relação ao ponto O é perpendicular ao eixo de rotação EE' e a porta não roda. Pelo que

acabamos de ver, o efeito rotativo de uma força em relação a um eixo depende da projeção do momento polar da força, na direção do eixo EE'. A essa projeção chamamos momento axial da força, e é dada formalmente pela expressão:

$$\vec{\tau}_{EE'} = (\vec{r} \times \vec{F})\hat{u}_{EE'} = [|\vec{r}||\vec{F}|\sin \alpha]\cos \theta \hat{u}_{EE'}$$

em que  $\alpha$  é o ângulo entre o vetor  $\vec{r}$  e o vetor força e  $\theta$  é o ângulo entre o vetor momento  $\vec{\tau}$  e o eixo de rotação definido pelo vetor unitário  $\hat{u}_{EE'}$ .



**Autor**

Miguel Ferreira

Licenciatura em Física na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

**Editor**

Joaquim Agostinho Moreira

Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

