

# TORQUE O TORSIÓN

## Torque:

La capacidad de giro que tiene una fuerza aplicada sobre un objeto.

El concepto de torque nace de un vocablo de la lengua inglesa y aún no ha sido contemplado por el diccionario de la Real Academia Española (RAE), aun así, puede ser traducido como “esfuerzo de torsión”.

El torque puede entenderse como el momento de fuerza o momento dinámico. Se trata de una magnitud vectorial que se obtiene a partir del punto de aplicación de la fuerza. En este sentido, el torque hace que se produzca un giro sobre el cuerpo que lo recibe. La magnitud resulta propia de aquellos elementos donde se aplica torsión o flexión, como una viga o el eje de una máquina.

El momento de torsión es una **cantidad vectorial** que tiene tanto dirección como magnitud. Girar el mango de un destornillador en sentido de las manecillas del reloj y luego en sentido contrario avanzará el tornillo primero hacia adentro y luego hacia afuera.

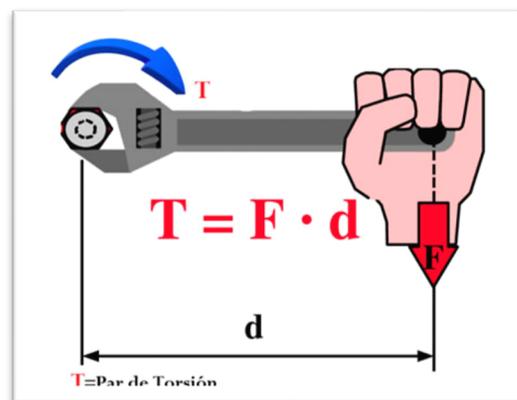


Figura 6. Momento de Torsión.

Al torque de una fuerza también se le llama **momento**. Además, su valor numérico es el producto de la fuerza por la distancia del punto de aplicación al eje.

A dicha distancia se le llama brazo. El torque (o momento) se representa con la letra griega tau ( $\tau$ ) y su fórmula es:

$$\tau = Fd \quad \text{Ec. 1}$$

- $\tau$  = momento de una fuerza en newton-metro (Nm)
- $F$  = fuerza en newtons (N)
- $d$  = distancia o brazo de palanca en metros (m)

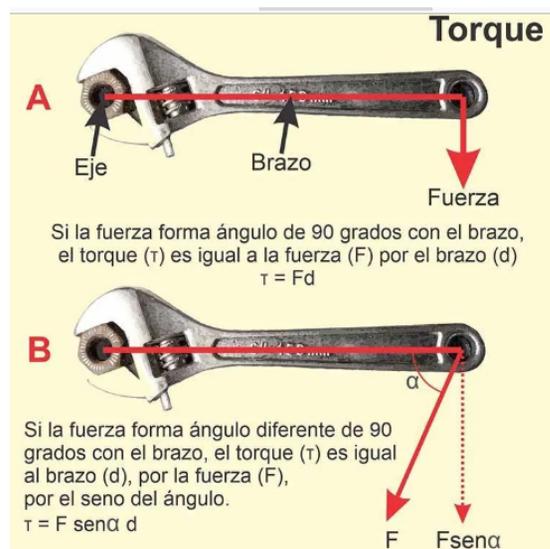
Es importante tener en cuenta que la fórmula de torque solo es aplicable si la dirección de la fuerza es perpendicular al brazo. De lo contrario, es necesario descomponer la fuerza, resultando la siguiente fórmula:

$$\tau = F \cdot \text{sen}\alpha \cdot d \quad \text{Ec. 2}$$

Donde  $\alpha$ , es el valor del ángulo en grados.

De las dos ecuaciones anteriores se pueden concluir dos cosas:

1. Si se aplica una fuerza cerca del eje, el torque es menor que si se aplica la misma fuerza lejos de él. Por esta razón, es más fácil, por ejemplo, soltar una tuerca con una llave de mango largo.
2. Si se aplica la fuerza formando ángulo recto con el brazo, el valor del torque es máximo.



*Torque producido por varias fuerzas*

Un torque puede ser producido por más de una fuerza. Además, dichas fuerzas pueden aplicarse en diferentes puntos del brazo y tener diferentes direcciones. De cualquier manera, el torque resultante ( $\tau_R$ ) es la suma algebraica de los torques producidos por cada fuerza individual. Si la sumatoria de los torques es cero, se dice que el cuerpo está en **equilibrio de rotación**.

Para establecer el sentido del giro del torque resultante es necesario establecer un sistema de referencia. Por lo general, se toma como positivo aquel cuyo giro es contrario a las manecillas del reloj. Es decir, como soltando un tornillo.

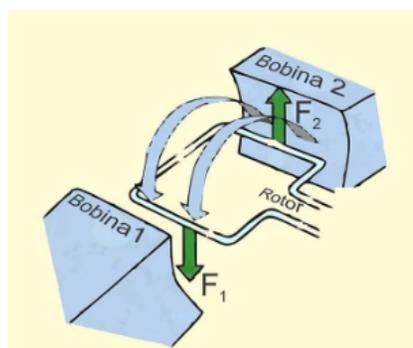
De la misma forma que en la aplicación de fuerzas, para los momentos hay una conversión de signos: si la fuerza produce un giro en el sentido contrario a las manecillas del reloj con respecto al eje, el momento será positivo; en el caso de que la fuerza genere un giro en el sentido de las manecillas del reloj, se considera como momento negativo.

### ***Usos y aplicaciones del concepto de torque***

Este concepto físico se usa constantemente en la vida diaria. Por ejemplo, al abrir una puerta, usar las tijeras, pedalear la bicicleta, utilizar una llave inglesa para soltar o apretar tuercas, etcétera. Adicionalmente, se presenta en las máquinas simples y en sistemas más complejos para transmitir movimiento.

#### ○ **Cupla o par**

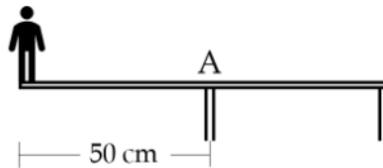
Una cupla es un sistema formado por dos fuerzas paralelas que tienen la misma intensidad, pero sentidos opuestos. Además, una cupla genera torsión o rotación del cuerpo sobre el cual se aplica. Por ejemplo, cuando se habla del par de un motor, se está haciendo referencia al torque de este.



**Figura 7.** Esquema de un motor eléctrico. Las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  forman la cupla o par, que determina el torque del motor.

### Ejemplo 1.

Determina el momento que produce un niño situado en la orilla de una tabla, si el apoyo se encuentra a 50 cm del pequeño. La masa es de 45 kg.



Solución:

Paso 1. Se debe encontrar el peso del niño como resultado de su masa por la fuerza de gravedad:

$$W = mg$$

$$W = (45 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2) \rightarrow W = 441.45 \text{ N}$$

Paso 2. Para obtener el torque o momento se convierte la distancia de centímetros a metros.

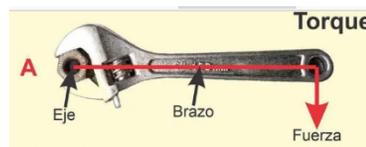
$$MA = Fd$$

$$MA = (441.45) (0.5) \rightarrow MA = 220.725 \text{ Nm}$$

Paso 3. El signo indica el sentido del giro, en este caso es en contra de las manecillas del reloj.

### Ejemplo 2.

Para retirar un tornillo de una máquina se usa una llave inglesa y se aplica una fuerza de 2,3 Newton. Dicha fuerza se aplica a 15 cm del eje y es perpendicular al brazo. ¿Cuál es el valor del torque?



Solución:

En este caso, simplemente se aplica la Ec. 1

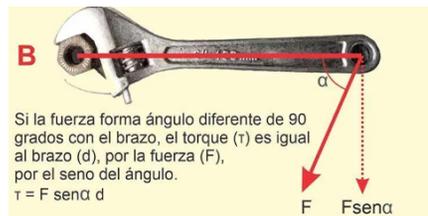
$$\tau = F \cdot d$$

$$\tau = 2,3\text{N} \cdot 0,15\text{m} = 0,345\text{Nm}$$

El brazo o distancia debe ser convertido a metros. Por tal razón, se multiplica por 0,15 m en lugar de 15 cm. Entonces, el torque equivale a 0,345 Newton por metro.

### Ejemplo 3.

Para apretar un tornillo se usa una llave inglesa y se aplica una fuerza de 3,5 Newton a 13 centímetros del eje. Además, la fuerza forma un ángulo de  $60^\circ$  con respecto a la línea del brazo. ¿Cuál es el valor del torque?



Solución:

Este ejercicio es tan simple como el anterior. Sin embargo, se usa la fórmula Ec. 2.

Al apretar el tornillo el cuerpo gira en sentido de las manecillas del reloj. Por lo tanto, el torque es negativo  $-0,394\text{Nm}$ .

$$\tau = F \cdot \text{sen} \alpha \cdot d$$

$$\tau = 3,5\text{N} \cdot \text{sen}60^\circ \cdot 0,13\text{m}$$

$$\tau = -0,394\text{Nm}$$

### Ejemplo 4.

Una barra está en equilibrio de rotación sobre un punto de apoyo. Se aplica una fuerza  $F_1$  de 10N perpendicular a la barra a 12cm del punto de apoyo. En el otro extremo, se aplica una fuerza  $F_2$ , también perpendicular a 21cm del mismo punto. ¿Cuál es el valor de  $F_2$ ?

Solución:

El brazo a, es de 0,12m y el brazo b, es de 0,21m. Para hallar F2, se usa la siguiente fórmula:

$$F_1 \cdot a = F_2 \cdot b$$

De aquí se obtiene que el valor de F2 es:

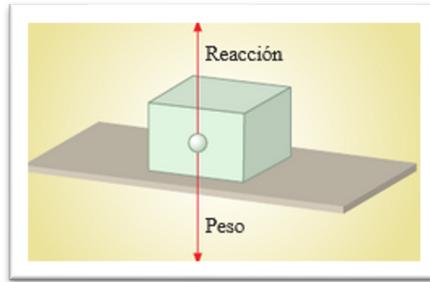
$$F_2 = \frac{F_1 \cdot a}{b}$$
$$F_2 = \frac{10N \cdot 0,12m}{0,21m}$$
$$F_2 = 5,71N$$

## CENTRO DE GRAVEDAD

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto donde se encuentra aplicada la resultante de la suma de todas las fuerzas gravitatorias que actúan sobre cada una de las partículas de este. Si el cuerpo es simétrico y homogéneo, la resultante de todas las fuerzas gravitatorias se localizará en el centro geométrico. Si se suspende un cuerpo de su centro de gravedad queda en completo equilibrio, tanto de traslación como de rotación.

Si un cuerpo no es simétrico, como es el caso de un bate de béisbol o el de una piedra, su centro de gravedad puede encontrarse fácilmente si se suspende el cuerpo en dos puntos diferentes. El cruce de las dos líneas que sucesivamente ocupan la posición vertical es el centro de gravedad.

Con base en su centro de gravedad un cuerpo puede tener un equilibrio estable, inestable o indiferente. Para que un cuerpo apoyado esté en equilibrio se requiere que la línea de acción de su peso, o sea, la vertical que pasa por su centro de gravedad, pase también por su base de apoyo como se observa en la siguiente figura.

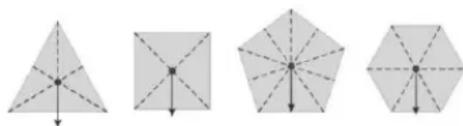


**Figura 8.** Figura geométrica con centro de gravedad.

Cuando la vertical del centro de gravedad no pasa por el apoyo, el peso y la reacción dejan de ser colineales y se transforman en un par de fuerzas con su correspondiente momento de rotación, ocasionando que el cuerpo gire o caiga.

Cuando se analizan problemas con cuerpos rígidos se debe considerar la fuerza de gravedad o el peso del cuerpo.

Debido a que un cuerpo es una distribución continua de masa, en cada una de sus partes actúa la fuerza de gravedad. El centro de gravedad es la posición donde se puede considerar actuando la fuerza de gravedad neta, es el punto ubicado en la posición promedio donde se concentra el peso total del cuerpo. Para un objeto simétrico homogéneo, el centro de gravedad se encuentra en el centro geométrico, pero no para un objeto irregular, como se ilustra a continuación.



**Centro de gravedad en cuerpo regular**



**Centro de gravedad en cuerpo irregular**

Un cuerpo está en equilibrio estable cuando al moverlo vuelve a ocupar la posición que tenía debido al efecto de la fuerza de gravedad. Cuando se mueve, su centro de gravedad sube, por ello trata de regresar a su posición inicial. Un cuerpo tiene equilibrio inestable cuando al moverlo baja su centro de gravedad, por lo que trata de alejarse de su posición inicial buscando tener un equilibrio estable.

El equilibrio de un cuerpo es indiferente cuando en cualquier posición su centro de gravedad se mantiene a la misma altura, por lo cual no trata de conservar su posición original ni alejarse de ella.

En general, la estabilidad de un cuerpo apoyado sobre su base aumenta a medida que es mayor la superficie de sustentación y disminuye al ser mayor la altura de su centro de gravedad. Por ello, los autos de carreras tienen su centro de gravedad lo más bajo posible para una mayor estabilidad.

Observa el siguiente video sobre el centro de gravedad:

<https://www.youtube.com/watch?v=jGMAoo4hMoo>

**Referencias:**

*Reyes Jiménez, José Alberto. (2019) Temas Selectos de Física 1. México. Editorial Nueva Imagen.*

*WissenSync. (2018) Física | Centro de gravedad. YouTube. Recuperado de:*

<https://www.youtube.com/watch?v=jGMAoo4hMoo>