

# El Equilibrio de los Cuerpos

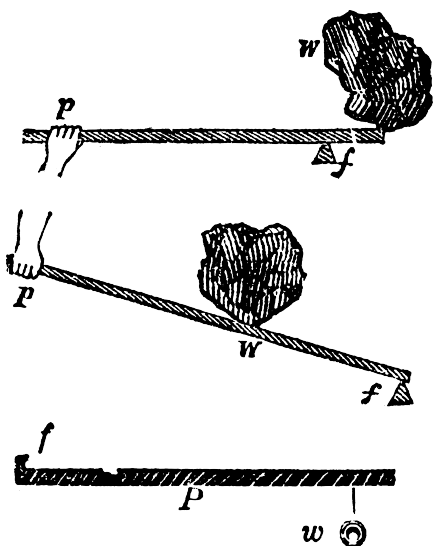
En ocasiones, cuando aplicamos una fuerza a un cuerpo logramos que se traslade, aunque la fuerza produce un movimiento en el cuerpo. Algunas fuerzas provocan el efecto de rotación alrededor de un eje, como por ejemplo cuando abrimos una puerta; para abrirla aplicamos una fuerza pero la puerta no se traslada sino que gira en un eje, que en este caso es el punto de giro.

Otro ejemplo es cuando queremos equilibrar sobre uno de nuestros dedos una vara o el palo de una escoba, ¿lo has intentado? Si lo has hecho, podrás notar que es difícil mantenerlo en equilibrio porque tiende a girar naturalmente, ya sea a la derecha o a la izquierda. El tipo de movimiento es de rotación.

Más sencillo aún, toma un lápiz o una pluma y trata de sostenerlo de forma horizontal sobre uno de tus dedos. Es complicado lograr el equilibrio porque el cuerpo tiende a rotar, digamos, naturalmente.



“Toda fuerza aplicada perpendicularmente o que forma un ángulo de inclinación con respecto a un eje o centro de rotación, provoca en el cuerpo un efecto rotacional” (Alvarenga Alvares Beatriz, 1991).



# El Equilibrio de los Cuerpos

La capacidad que tiene una fuerza de producir un giro en un cuerpo es lo que conocemos como momento de una fuerza o torque.

“El momento de una fuerza, torca con respecto a un eje, es una medida de la efectividad de la fuerza para producir una rotación alrededor de dicho eje. Su valor numérico es el producto del módulo de la fuerza por la distancia del eje de rotación a la línea de acción de aquella” (Bueche, 2007).

El modelo matemático del momento queda determinado de la siguiente manera, con respecto al modelo teórico anterior:

**Momento (L)** = módulo de la fuerza x distancia del eje de rotación a la línea de acción de la fuerza, conocido como brazo de palanca.

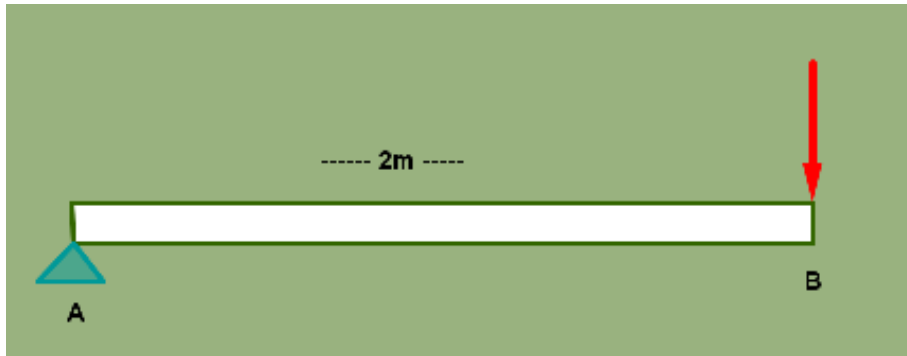
La distancia es perpendicular a la fuerza.

$$L = F \times d$$

En la lección dos, definimos equilibrio. “Un cuerpo está en equilibrio respecto a la traslación cuando está en reposo o cuando se encuentra animado de un movimiento rectilíneo y uniforme. Análogamente, el equilibrio respecto a la rotación corresponde al de un cuerpo desprovisto de rotación o animado de una rotación uniforme alrededor de un eje” (Bueche, 2007).

# El Equilibrio de los Cuerpos

Supongamos el caso de una barra AB que está sobre un fulcro A (eje de rotación) y en el extremo B se encuentra aplicada una fuerza de 4 kp como indica la sig. Figura.



Para calcular el momento que produce esta fuerza con respecto al punto A, la distancia sí es perpendicular a la fuerza.

De tal manera que tendríamos  $L_A = F \cdot d$

$L_A = (4kp) (2m) = 8 \text{ mkp}$ , pero falta asignarle un signo al resultado, pues el giro que produce la fuerza aplicada, le produce una rotación a la barra.

Cuando la fuerza aplicada en la barra produce en esta un giro en el sentido contrario al de las manecillas del reloj, el signo del momento es positivo.

“Si una fuerza hace girar a un cuerpo en el sentido del movimiento de las agujas del reloj el momento es negativo” (Alvarenga Alvares Beatriz, 1991), es decir, cuando la fuerza aplicada en la barra produce en esta un giro en el mismo sentido al de las manecillas del reloj, el momento provocado es negativo.

Por lo anterior, podemos concluir que el signo del momento de la fuerza aplicada en el ejemplo anterior es **NEGATIVO**.

# El Equilibrio de los Cuerpos

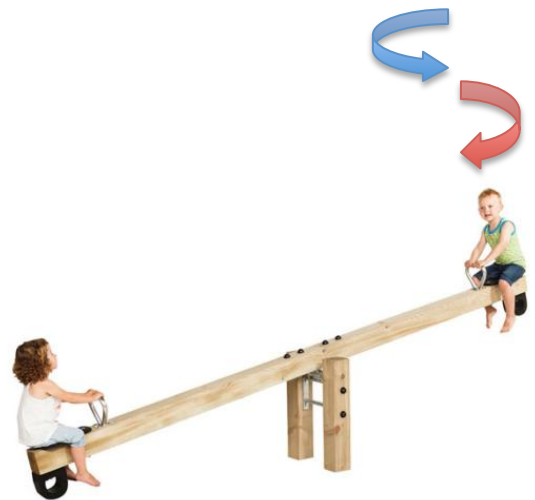
Por lo que el resultado correcto es  $L_A = - 8mkp$

Un ejemplo más claro es recordando tus tiempos de infancia, en los que jugabas en el parque con tus amigos en el subibaja, ¿recuerdas?, analiza ahora las siguientes situaciones:

En la primera fotografía se muestra a unos niños divirtiéndose en el subibaja, en este caso como estudiante de física, analiza:

¿Cuál es el fulcro o punto de apoyo del juego?

¿Cuál de los dos pesos (fuerzas) aplicadas en la barra es mayor de acuerdo a la imagen, la del niño con camisa azul o la del niño con camisa roja ( de acuerdo a la figura)?



¿Qué signo tiene el momento que produce la fuerza aplicada por el peso del niño de camisa azul, de acuerdo al fulcro?

En la fotografía 2: ¿Cómo podrás describir el movimiento? ¿Se aprecia movimiento de rotación o se podrá decir que la barra se encuentra en equilibrio? ¿Tendrá signo el momento?



# El Equilibrio de los Cuerpos

Las condiciones para que exista el equilibrio de un cuerpo rígido bajo la acción de fuerzas coplanarias son:

1ª Fuerzas: La suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo debe ser cero, es decir:  $\Sigma F_x = 0$  y  $\Sigma F_y = 0$  Analizado en la lección 2.

2ª. Momentos: “La suma algebraica de los momentos de todas las fuerzas, con respecto a un eje cualquiera perpendicular al plano de las mismas debe ser cero (es decir  $\Sigma L = 0$ ), esto equivale a decir que la suma de los momentos en el sentido de las agujas del reloj, con respecto a un eje cualquiera, debe ser igual a la suma de los momentos en sentido contrario con respecto a un mismo eje” (Bueche, 2007, p. 17). Recuerda que al momento también se le denomina torca.

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto en el cual se puede considerar que está concentrado todo su peso; esto es la línea de acción del peso pasa por el centro de gravedad. Una sola fuerza vertical y dirigida hacia arriba, igual a la magnitud del peso del objeto y aplicada en el centro de gravedad.

“El poder de giro de una fuerza no solamente depende de la magnitud de esta, sino también de la distancia que hay entre el eje o punto de rotación y el punto de aplicación de dicha fuerza, a dicha distancia se le denomina brazo de la fuerza o brazo de palanca” (Alvarenga Alvares Beatriz, 1991).

Recordemos algunos ejemplos en los que de seguro has observado este fenómeno físico.

# El Equilibrio de los Cuerpos

En alguna ocasión te han pedido que quites una rosca de un tornillo, si lo intentas hacer con las manos, más bien los dedos de tu mano y la rosca está muy ajustada tardarás mucho tiempo o tal vez no lo logres.

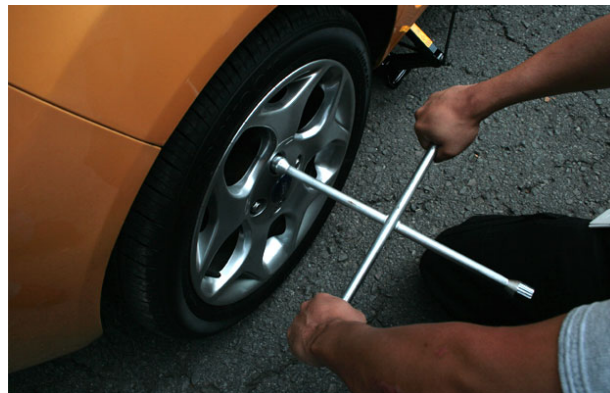
¿Qué haces comúnmente? Pues vas y buscas una llave como esta:



Y el esfuerzo que tú realizas es menor a si lo hicieras sin la llave. ¿Por qué?

Ahora analiza: ¿Has cambiado una llanta de un vehículo, o al menos lo has visto?

¿Cuál es la herramienta indispensable para quitarle los birlos o tornillos a la llanta?



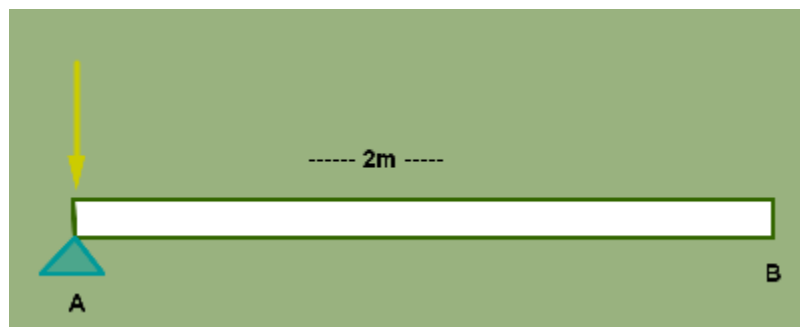
# El Equilibrio de los Cuerpos

Su efectividad es debida al brazo de palanca, ¿has visto, cuando cambian las llantas de los camiones o los tráileres, el tamaño de las crucetas? Todo está en el brazo de palanca. Claro, en la actualidad y ayudados de la ingeniería, tenemos aparatos eléctricos que en un abrir y cerrar de ojos quitan las tuercas.



Tú has utilizado el brazo de palanca intuitivamente para hacer algunas cosas de la vida cotidiana más fáciles, prácticas. Piensa en algunas de ellas.

Pero el momento en ocasiones es nulo, esto será "si la línea de acción de una fuerza pasa por el eje, respecto al cual se calcula, su momento será nulo". Por lo tanto, la fuerza no produce giro o rotación.



# El Equilibrio de los Cuerpos

Si calculamos, de acuerdo a la figura, el momento de la fuerza aplicada en el punto A, se obtiene:

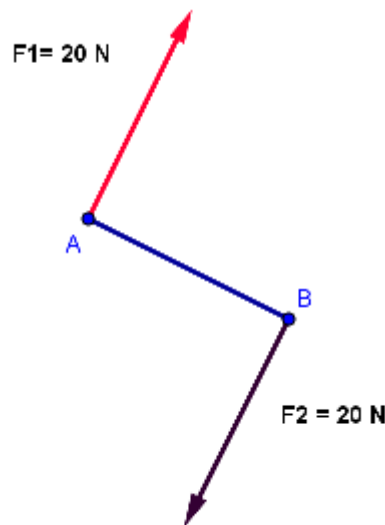
$$L_A = F \times d$$

$L_A = 4 \text{ kp} \times 0 \text{ cm}$  ya que no existe distancia o brazo de palanca.

$$L_A = 0$$

## Par de fuerzas:

“Todo sistema formado por dos fuerzas paralelas de la misma intensidad pero de sentido contrario se llaman par de fuerzas” (Alvarenga Alvares Beatriz, 1991).



El efecto de un par es producir la rotación del cuerpo.

El valor numérico del momento de un par de fuerzas es igual al producto del módulo de una de ellas por la distancia entre las líneas de acción (brazo de palanca). Un par se puede equilibrar por medio de otro par del mismo momento, pero que tienda a producir una rotación en sentido opuesto (Bueche, 2007, p. 10).



# El Equilibrio de los Cuerpos

Las dimensiones de un momento como  $mKp$  o  $mN$  no se deben confundir con las unidades de trabajo y energía. En el cálculo del trabajo, la fuerza y la distancia se miden en la misma dirección, mientras que en el par las dos se miden en ángulo recto (White, 1975, p. 157).

Nuestro maravilloso cuerpo humano realiza en muchas de las articulaciones el efecto del par o momento, haciendo uso del brazo de palanca para que nuestros músculos realicen menores esfuerzos. Un ejemplo elemental de la mecánica anatómica se encuentra en el análisis del movimiento del pie, como al ponerse de puntillas, es un ejemplo de acción de un par motor con un eje fijo que estaría situado en las puntas del pie (White, 1975).

