

TEMA IX

LAS FUERZAS Y LAS MÁQUINAS SIMPLES

1. ¿QUÉ ES EL TRABAJO?

La fuerza de la gravedad mantiene unida la atmósfera a la Tierra haciendo posible la vida. Pero, a la vez, la fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos (su peso) siempre ha necesitado una lucha constante contra ella a lo largo de la historia. Para sacar agua de un pozo, para levantar piedras, y hasta para subir la compra a tu casa.

Para llevar a cabo cada una de estas acciones realizamos un trabajo.

El trabajo es una magnitud física que depende de la fuerza ejercida pero también de la distancia que se desplaza el objeto. Cuanto mayores son la fuerza y el desplazamiento mayor es el trabajo realizado.

Se define el trabajo (W) como el producto de la fuerza ejercida y la distancia recorrida cuando ambas coincidan en la misma dirección. En el S.I. el trabajo se mide en julios. Un julio es el trabajo realizado al hacer una fuerza de 1 N cuando se desplaza 1 m.

Actividades:

- 1) Calcula el trabajo realizado para subir cinco libros a una estantería de 0,5 m de altura y diez libros a una altura de 1m. Masa de un libro= 400 g.
- 2) Para que haya trabajo hace falta:
 - a) Solo una fuerza.
 - b) Solo un desplazamiento.
 - c) Una fuerza y un desplazamiento en la misma dirección.
 - d) Ninguna de las anteriores.
- 3) Calcula el trabajo que realizas al subir a tu casa desde la calle.

2. LAS MÁQUINAS NOS AYUDAN

Los primeros ingenieros y físicos de la historia diseñaron artilugios primitivos para llevar a cabo el trabajo de una manera más cómoda y eficaz: las máquinas simples.

- Inventaron la rueda para hacer tornos de alfareros y después la aplicaron para el transporte en los carros y para la guerra.
- Para subir las esculturas y los ladrillos, además de los carros, rodillos y palancas usaban una máquina muy curiosa: la rampa, copiada muchos años después por los egipcios para construir las pirámides.
- Para sacar agua de un río usaban una palanca con un contrapeso en un extremo.
- Para sacar el agua de un pozo usaban una polea. La fuerza que se hace es la misma que el peso del agua que se quiere subir pero es más cómodo tirar de la cuerda hacia abajo que hacia arriba.

Las máquinas transmiten y transforman el movimiento:

- Con los engranajes se aumenta o disminuye la velocidad de giro y el sentido del giro de estos.
- Al subir una persiana tiramos de la correa hacia abajo, el tambor gira y la persiana sube.
- En un tren cremallera el giro del engranaje hace avanzar el tren salvando grandes pendientes.
- En las catapultas el brazo es muy largo para ganar velocidad.

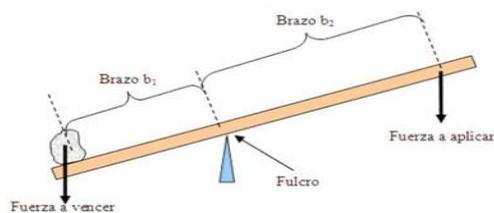
3. LA PALANCA.

La palanca es una máquina simple muy conocida. Todos los días usamos algunas palancas aunque no nos demos cuenta de ello.

Arquímedes descubrió la ley de la palanca: “ El producto de la fuerza por su brazo es igual al producto de la resistencia por el suyo”

$$F \cdot b_f = R \cdot b_r$$

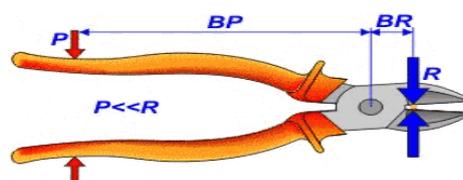
El brazo es la distancia del punto de aplicación de las fuerzas al punto de apoyo



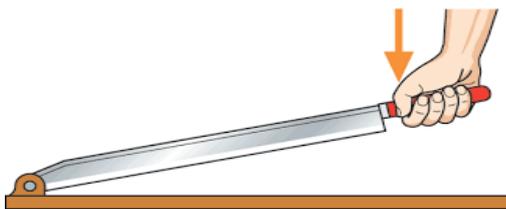
Tipos de palancas:

Aparentemente la cizalla, la guillotina y las pinzas tienen un funcionamiento similar. Sin embargo si nos fijamos, veremos que la posición del punto de apoyo y de las fuerzas varía en cada caso.. Según donde se encuentren situadas existen tres tipos de palancas:

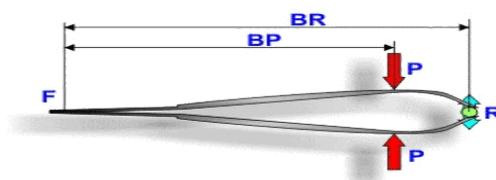
- a) De primer género: El punto de apoyo está entre la fuerza y la resistencia. Pueden multiplicar, dividir o conservar constante la fuerza. P.e. unos alicates.



- b) De segundo género: La resistencia está entre el punto de apoyo y la fuerza. Siempre multiplican la fuerza. P.e. Una guillotina para cortar papel.



- c) De tercer género: La fuerza está entre la resistencia y el punto de apoyo. Disminuyen la fuerza, pero amplían el movimiento y la precisión, P.E unas pinzas.



Si queremos levantar un peso la palanca puede ser útil. Sin embargo cuando el brazo de la fuerza llega al suelo no podemos seguir subiendo la carga. Una buena solución es el torno “una palanca redonda” con la que al girar la manivela podemos hacer que actúe la fuerza todo el tiempo que queramos sin chocar con el suelo. El volante de un coche, el destornillador y el pomo de la puerta son una especie de torno.

Actividades:

- 4) Muchas herramientas que puedes encontrar en tu entorno son palancas. Estudia de qué clase son una carretilla, un abridor y una caña de pescar. Haz un esquema de cada una de ellas.
- 5) Calcula la fuerza que hay que ejercer en el extremo de una palanca de 2 m de longitud con un punto de apoyo situado a 0,5 m de un extremo para levantar un peso de 300 N.
- 6) Ponte de puntillas y siente qué4 músculos levantan tu cuerpo. ¿La fuerza que tienen que hacer para elevarte es mayor, menor o igual que tu peso? ¿Qué tipo de palanca es? Ayúdate de un esquema para justificar tu respuesta.
- 7) Busca información sobre Arquímedes y Leonardo da Vinci y sobre algunas de las máquinas que diseñaron.

4. EL PLANO INCLINADO Y LOS TORNILLOS.

En la mitología griega, uno de sus personajes, Sísifo, fue condenado por los dioses a subir una enorme piedra por una ladera hasta la cima de una montaña, desde donde la piedra caía de nuevo hasta la base. Sísifo tenía que volver a subirla una y otra vez, eternamente...

El trabajo era extenuante , pero al menos Sísifo sabía física porque, en vez de llevar la piedra a cuevas, se ayudaba de una máquina maravillosa, el plano inclinado, y subía la piedra empujándola por la ladera.

El plano inclinado:

Al igual que la palanca, la rampa o plano inclinado es una máquina que nos permite vencer la fuerza peso usando una fuerza menor. Pero ¿a cambio de qué?. Cuanto más largo sea el plano inclinado menos fuerza hay que realizar pero, a cambio, la distancia que hay que recorrer es cada vez mayor. Disminuye la fuerza pero aumenta la distancia.



Uniendo planos: la cuña

Si juntamos dos planos inclinados obtenemos una nueva máquina, la cuña, que es muy útil para romper y separar cuerpos. La fuerza ejercida sobre la cuña produce dos fuerzas mucho mayores en las caras de los planos por lo que estos van separando el objeto. Cuanto más fina sea la cuña, más eficaz resultará, ya que la fuerza que hay que hacer será menor.

El hacha y el cincel y el cuchillo son buenos ejemplos de cuñas.

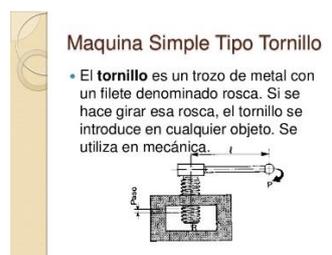


Enrollando el plano inclinado: el tornillo:

El plano inclinado es muy útil, pero también tiene un problema. Para vencer una fuerza muy grande, la rampa tendría que ser muy larga, y no es cómodo transportar objetos sobre planos inclinados muy largos.

La solución a este problema es genial: “enrollar” EL PLANO INCLINADO. Así el plano puede ser todo lo largo que queramos pero apenas ocupará espacio. Es el tornillo.

Los tornillos son muy útiles sobre todo para unir piezas. P.e. solo con la fuerza de la mano podemos introducirlos en la madera o en la pared, aunque, eso sí, tengamos que dar muchas vueltas con el destornillador.



El plano inclinado, la cuña y el tornillo son máquinas que, con poca fuerza, vencen fuerzas mayores, a cambio de aumentar el recorrido.

Actividades:

8) Explica qué máquina facilita el trabajo en las siguientes situaciones:

- Subiendo una rampa helicoidal para salir de un aparcamiento subterráneo.
- Subiendo el carrito de la compra lleno desde el súper hasta la calle.
- Cortando rebanadas de pan con el cuchillo.
- Abriendo una botella de cerveza.

5. LAS RUEDAS Y LAS POLEAS

Otra máquina simple universalmente conocida es la rueda.. Desde muy antiguo ya se usaban troncos para arrastrar cuerpos pesados más fácilmente. Con la invención del eje aparecieron las ruedas de los carros (4000 a.C.) y los tornos de los alfareros.

Una variante de la rueda es la polea, otra máquina simple.

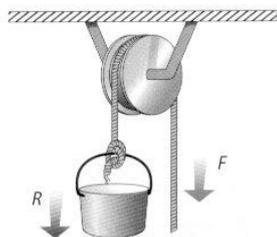
La polea, una palanca redonda:

Si a una rueda le hacemos una hendidura en el borde por la que pueda pasar una cuerda, y la colgamos de un eje, obtenemos una nueva máquina: la polea.

La polea en realidad es una palanca redonda con los dos brazos iguales (los radios) por lo que la fuerza que tenemos que hacer para subir la carga es igual el peso. Se cumple la ley de la palanca:

$$F_1 * r_1 = F_2 * r_2$$

La ventaja de la polea es que permite cambiar la dirección o el sentido de la fuerza, y es más cómodo tirar hacia abajo que hacia arriba.



Actividades:

9) En una obra, un palé con ladrillos (200 kg) está colgando de una polea a la altura del primer piso. Un obrero desata el nudo para subir el palé hasta el segundo piso. ¿Qué ocurre?

- Puede subirlo, porque la polea es una máquina y amplía su fuerza.
- Haciendo mucha fuerza solo puede sujetarlo porque los ladrillos pesan mucho.
- El palé baja al suelo y levanta al obrero hasta el primer piso.
- Suben y bajan alternativamente como un balancín.

Sumando poleas: el polipasto:

Para aumentar nuestra fuerza usando poleas, tenemos que utilizar dos o más combinaciones entre sí. Ese conjunto de poleas se denomina polipasto. P.e. Si conectamos cuatro poleas podemos subir la carga haciendo una fuerza cuatro veces menor, pero... como siempre habría que subir cuatro metros de cuerda para que la carga suba solo 1 m.

La polea es una máquina simple que sirve para transmitir una fuerza sin ampliarla. El polipasto es un conjunto de poleas encadenadas que amplían la fuerza ejercida, pero a costa de un mayor recorrido.



Actividades:

10) Señala si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones.

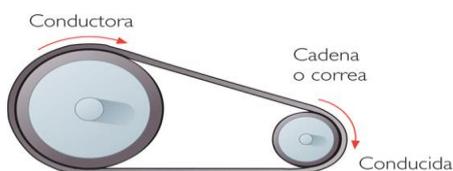
- a) La polea simple aumenta la fuerza.
- b) Con los polipastos se aumenta la fuerza y la velocidad
- c) Con poleas se puede aumentar la velocidad de giro.
- d) La polea no reduce la fuerza aplicada para levantar un peso, pero es más cómodo tirar hacia abajo.

6. TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO.

En las máquinas es muy útil poder modificar la velocidad de sus componentes o el sentido de giro. Básicamente lo logramos con poleas y engranajes.

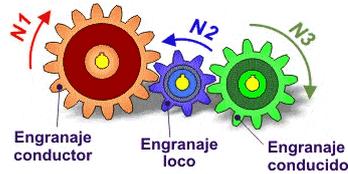
Poleas y correa:

- Con la palanca y la polea simple la transmisión del movimiento es lineal, sin embargo si unimos dos poleas por una correa, podemos transmitir el movimiento circular de una a otra y también variar su velocidad.
- También podemos invertir el sentido de giro si unimos las poleas con una correa cruzada.



Engranajes y cadena:

- Otra forma de transmisión circular son los engranajes uniéndolos de forma que sus dientes “engranen” entre sí.
- Al unir dos engranajes podemos cambiar la velocidad y se cambia el sentido de giro. Si queremos mantener el mismo sentido podemos intercalar otro engranaje o unirlos con una cadena como hacemos con el “plato” y el “piñón” de una bicicleta.



Los poleas y engranajes permiten las transmisiones circulares, los cambios de sentido de giro y aumentar o disminuir la velocidad.

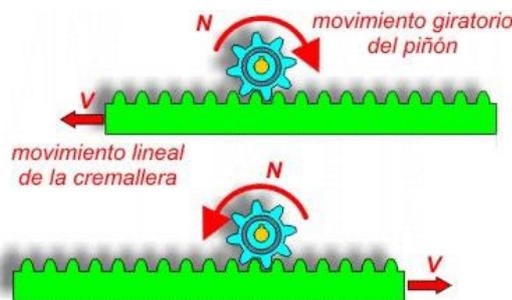
Actividades:

- 11) En una lavadora el eje del motor gira a 1800 rpm (revoluciones por minuto) y queremos que el tambor donde se mete la ropa gire a 360 rpm. Dibuja el montaje de poleas para conseguirlo. ¿Cuál tiene que ser la proporción entre los radios de las poleas?

7. TRANSFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO

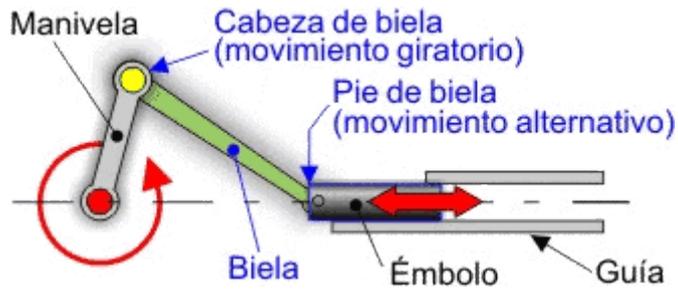
Los mecanismos más importantes que hacen posible transformar el movimiento circular en lineal (o viceversa) son el sistema piñón-cremallera y el sistema biela-manivela.

El sistema piñón-cremallera consta de un engranaje (piñón) sobre una barra con dientes (cremallera). Transforma el giro del piñón en un movimiento lineal de la barra y a la inversa si es la barra la que se mueve, esta hace girar al piñón.



Se usa en puertas correderas de garajes, trenes cremallera, sacacorchos, etc.

El sistema biela-manivela consta de dos palancas articuladas conectadas a través de un pistón que tiene un movimiento de vaivén. Al avanzar el pistón con la biela hace girar media vuelta a la manivela. Al retroceder el pistón se completa el giro.



Se utiliza en el motor de los coches, trenes antiguos de vapor, máquinas térmicas,...

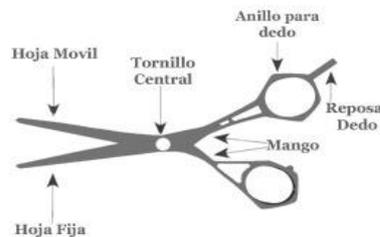
8. SUMANDO MÁQUINAS.

Si una máquina simple nos facilita el trabajo, normalmente ampliando la fuerza ejercida, es lógico que a los ingenieros del antiguo Egipto y sobre todo a los griegos, se les ocurriese combinar varias máquinas simples para mejorar su eficacia o aumentar mucho más la fuerza.

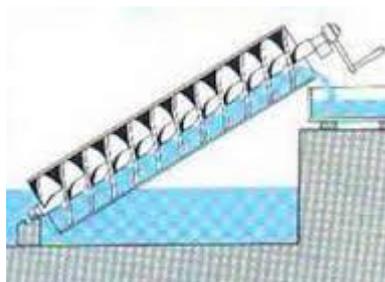
Una máquina compuesta está formada por dos o más máquinas simples, de forma que la salida de cada una de ellas está conectada a la entrada de la siguiente.

Algunos ejemplos de máquinas compuestas son las tijeras y el tornillo de Arquímedes.

En las tijeras se combinan dos máquinas simples. Una palanca de primer género y dos planos inclinados en sus hojas afiladas.



Arquímedes, además de enunciar la ley de la palanca, no cesó de inventar máquinas compuestas como su famoso tornillo. Al girar la manivela del torno la hélice gira y en cada vuelta sube el agua al siguiente nivel. La fuerza que tenemos que hacer para subir el agua es mucho menor que su peso. A cambio tenemos que girar muchas veces la manivela. Todavía hoy se sigue usando.



9. LA FUERZA DE ROZAMIENTO.

Una consecuencia de la fuerza gravitatoria es que, debido al peso de los cuerpos, estos se “aprietan” contra la superficie en que se apoyan. Por eso cuando queremos desplazar un cuerpo aparece una fuerza que se opone al deslizamiento. Dicha fuerza se conoce como fuerza de rozamiento.

El rozamiento requiere ejercer más fuerza para mover los cuerpos, reduce la velocidad de estos cuando se mueven, y hace que se pierda mucha energía en forma de calor.

Cómo vencer el rozamiento:

Rueda: al hacer rodar un cuerpo el rozamiento es mucho menor que cuando se arrastra. El sistema primitivo era ir colocando troncos debajo del cuerpo. Luego se inventaron el eje y la rueda.

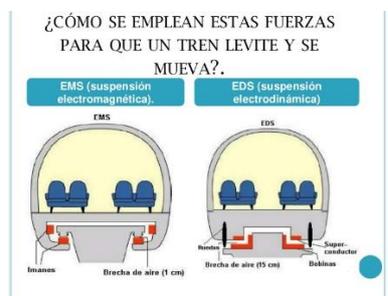
Rodamientos: Consisten en dos cilindros concéntricos con bolas en su interior, por lo que pueden girar libremente y disminuir el rozamiento. Puedes encontrarlos en unos patines.



Lubricantes: El aceite disminuye el rozamiento. Su aplicación en los motores de los coches es muy importantes porque las piezas del motor se mueven a velocidades muy altas, se calientan mucho y, sin aceite se estropearían.



Intercalar aire: El aire intercalado entre la máquina y la superficie hace que no haya contacto y, de este modo, el cuerpo solo roza con el aire. Es el caso de los trenes de levitación magnética que gracias a la repulsión de electroimanes “flotan” sin tocar los railes.



Actividades:

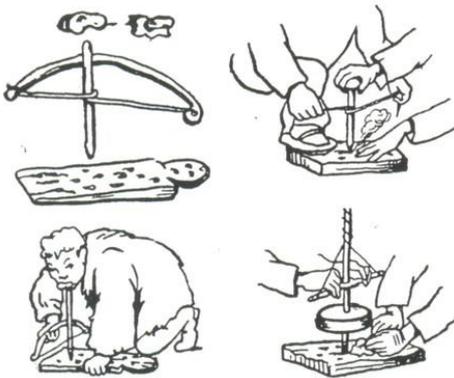
12) Si el rozamiento de las ruedas de un coche contra el asfalto supone un 20% del consumo de gasolina y un coche consume 5 por cada 100 kms ¿cuántos litros se han consumido debido al rozamiento en un viaje de 600 kms?

13) ¿Qué ocurriría si reducimos demasiado el rozamiento de las ruedas de un coche con el asfalto?

14) Investiga que es el Hiperloop

Las ventajas del rozamiento:

Hace 1 300 000 años el Homo erectus, antes de aprender a hablar, descubrió cómo hacer fuego. Para ello se sirvió del rozamiento entre los cuerpos. Como hacer girar el palito con las manos no era muy eficaz usaba un sistema parecido al siguiente dibujo.



El rozamiento del palo vertical con la madera de la base produce calor que acaba prendiendo la hierba seca.

Las rocas y la nieve que se acumulan en las laderas se sostienen gracias al rozamiento. Por eso cuando llueve y se infiltra agua, disminuye la fuerza de rozamiento y hay más peligro de desprendimientos.

En las carreteras con mucha pendiente a veces los frenos se calientan mucho por el rozamiento y fallan. Por eso hay pistas de frenado con grava que aumenta el rozamiento con las ruedas y hacen que el vehículo se detenga antes.

Si hay una placa de hielo el rozamiento de las ruedas casi desaparece y se pierde el control del vehículo.

Actividades:

15) ¿Por qué en la acera de los pasos de cebra se utilizan baldosas con la superficie rugosa?

16) ¿Qué es el aquaplaning? Busca información sobre este fenómeno físico y relaciónalo con el dibujo de las ruedas de los automóviles y otros vehículos.