



# ESTRUCTURAS Y MECANISMOS

TECNOLOGÍA Y  
DIGITALIZACIÓN

1º ESO



Este obra cuyo autor es Pedro Landín ha sido publicada bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

## I. ESTRUCTURAS

Al igual que tu propio cuerpo posee un esqueleto, todos los productos tecnológicos, por sencillo que sean, han de disponer de un armazón que soporte su propio peso, lo proteja frente a fuerzas externas y, además, mantenga unidos todos sus elementos. Dicho de otro modo, todo objeto debe poseer una estructura que soporte las fuerzas a las que se ve sometido.

**Estructura:** conjunto de elementos unidos entre sí, que permiten, mantener su tamaño y su forma (sin deformarse en exceso) cuando sobre él actúa fuerzas externas.



Las estructuras están presentes en todo lo que nos rodea pudiéndolas encontrar tanto en los seres vivos como en los objetos: caparazón de un caracol, tronco de un árbol, máquinas, muebles, edificios, etc.. De ahí que las estructuras suelen clasificarse atendiendo a su origen en:

- **ESTRUCTURAS NATURALES:** de origen **animal** (un huevo, nidos de aves, presas de los castores, colonias de corales, túneles de los topes y ratones, huevos de aves, panales de abejas, caparazones....); **vegetal** (troncos, ramas de árboles y arbustos, tallos de plantas....); y **geológico** (cuevas, arcos naturales, montañas.....)



Ejemplos de estructuras naturales

- **ESTRUCTURAS ARTIFICIALES:** Son las creadas por el hombre. Desde la antiguedad el ser humano ha tratado de imitar a la naturaleza para construir objetos que cubran sus necesidades, los cuales, lógicamente han de poseer su propia estructura. Seguro que se te ocurren muchos ejemplos: puentes, barcos, edificios, torres, carcasa... Estudiaremos éstas en un apartado posterior.



Stonehenge,  
Salisbury, Reino Unido.



Sydney Harbour Bridge,  
Sydney, Australia.



Figura 4: Burj Khalifa,  
Dubai, Emiratos Árabes Unidos

### FUNCIONES DE UNA ESTRUCTURA

Pueden ser muchas y variadas, entre las que destacamos:

- **Soportar el peso** de los elementos sobre la estructura y de la propia estructura. Ejemplos: las patas de una mesa o silla, los pilares de un puente, la estructura de un edificio...
- **Resistir fuerzas externas**, como en el caso de la pared de una presa o dique que soporta la fuerza del agua contenida, los rompeolas...
- **Salvar obstáculos**: puentes, viales, túneles...
- **Almacenar materiales**: como por ejemplo, las bombonas de gases licuados, botellas de plástico, latas de refrescos, estanterías...

- **Mantener y proporcionar la forma:** Las estructuras deben de ser capaces de soportar pesos y resistir fuerzas sin llegar a deformarse en exceso. Algunos ejemplos incluyen nuestro esqueleto, los tirantes de un puente, las varillas de un paraguas, de una tienda de campaña ...
- **Servir de protección:** el chasis de un automóvil protege a los pasajeros, la carcasa de un móvil protege los elementos electrónicos de su interior...
- **Cerrar espacios vacíos:** cúpulas, bóvedas...

## 2. CARGAS Y ESFUERZOS

### 2.1. DEFINICIONES

Si aplastamos una lata de refresco estamos aplicando una fuerza capaz de deformarla. Si empujamos el lápiz con un dedo, la fuerza provoca el desplazamiento del lápiz. La Tierra nos atrae con una fuerza (la de la gravedad) proporcional a la cantidad de materia (masa) de nuestro cuerpo... En el mundo existen innumerables ejemplos de lo que llamamos fuerza, pero: ¿qué es realmente una fuerza?

**Fuerza:** es todo aquello capaz de deformar un cuerpo o de modificar su estado de movimiento o reposo.

Las estructuras se ven sometidas a fuerzas externas, tales como pesos de objetos situados sobre ellas, su propio peso, la fuerza del viento, del oleaje...etc. Así, las patas de la silla sobre la que estás sentado, además de soportar el peso de la silla, soporta tu propio peso; la estructura de un edificio habrá de soportar el peso de todos los elementos del edificio (vigas, pilares, ladrillos...), el peso de las personas, los muebles, la fuerza del viento....

A estas fuerzas externas, ya sean fijas o permanentes (el peso del objeto) o variables (fuerza del viento, del oleaje, peso de la nieve, de las personas o vehículos en su interior...), aplicadas sobre las estructuras se les denominan cargas.

**Cargas:** fuerzas externas que actúan sobre una estructura.

Las cargas que soportan las estructuras generan fuerzas internas en la propia estructura (tensiones), que tienden a deformarlas y/o romperlas. A estas fuerzas internas producidas por las cargas se las llaman esfuerzos.

**Esfuerzo:** tensión interna que experimentan todos los cuerpos sometidos a la acción de una o varias fuerzas.



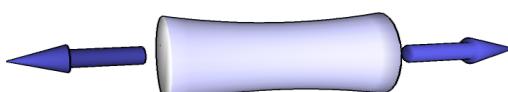
Imagínate que tu compañero te tira de un dedo de la mano. Los huesos de tu mano conformarían la estructura, mientras que la fuerza externa que hace tu compañero sería la carga. El esfuerzo sería la tensión que notas en el dedo, que te causa cierta molestia. Si tu compañero hiciese mucha fuerza, el esfuerzo que sufrirías podría llegar a doblarte, luxarte o romperse el dedo. Por otro lado, no sientes lo mismo cuando intentas estirar tu dedo que cuando intentas aplastarlo o retorcerlo. Esta sensación es diferente en cada caso, dependiendo de la cantidad de fuerza que realices y de como apliques la carga.

A la hora de diseñar un objeto, nos interesa conocer tanto las fuerzas que actúan sobre dicho objeto como el efecto que dichas fuerzas producen sobre éste; es decir, los esfuerzos que soportan.

### 2.2. TIPOS DE ESFUERZO

Los tipos de esfuerzo más importantes son: tracción, compresión, flexión, torsión, y cizalla.

- **TRACCIÓN:** la fuerza tiende a **alargar** el objeto. Es el esfuerzo que aparece cuando las cargas actúan en la misma dirección y sentidos opuestos hacia el exterior del objeto.



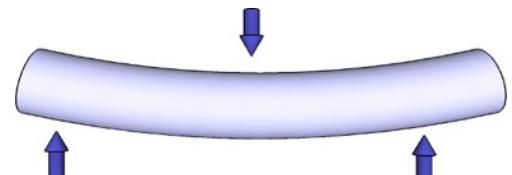
**Ejemplos:** cable del que cuelga un peso, tirantes y tensores de un puente, cadenas de un columpio, cable de una tirolina o de una grúa, barra de la que cuelga el proyector del aula....

- **COMPRESIÓN:** la fuerza tiende a **acortar** el objeto. Este esfuerzo aparece cuando las cargas actúan en la misma dirección y sentidos opuestos hacia el interior de un cuerpo.



**Ejemplos:** tus piernas al estar de pie, patas de una mesa o silla, pilares de un puente, una columna, dovelas de un arco...

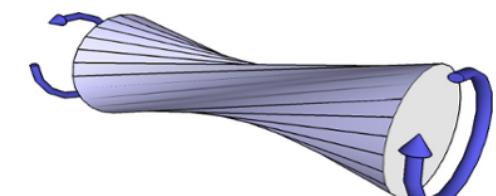
- **FLEXIÓN:** la fuerza tiende a curvar o **doblar** el objeto. Es el esfuerzo al que se ve sometido un elemento de una estructura cuando sobre él actúan dos fuerzas separadas cierta distancia la una de la otra, y a una tercera fuerza entre ellas de sentido contrario. Es por lo tanto una combinación del esfuerzo de compresión y tracción, ya que, al doblarse, una parte de la estructura estará sometida a compresión y otra a tracción.



**Ejemplos:** los estantes de una estantería al colocar libros sobre él, una caña de pescar, el larguero de una portería de fútbol, el tablero de un puente, vigas y dinteles de un edificio...

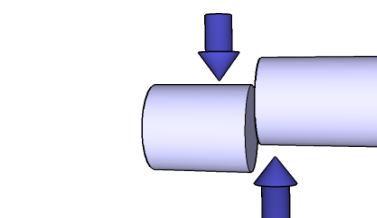
- **TORSIÓN:** la fuerza tiende a **retorcer** el objeto, de manera que las secciones contiguas del objeto se deslizan unas sobre otras.

**Ejemplos:** ejes de un motor, de una rueda, llave al girar la cerradura, punta del destornillador al girarlo, manivela...



- **CIZALLA o CORTADURA:** la fuerza tiende a **cortar** el objeto. Se produce cuando, en puntos muy próximo uno del otro, se aplican fuerzas perpendiculares al elemento y en sentido contrario. De esa manera una parte de la estructura tiende a deslizarse sobre la otra.

**Ejemplos:** las tijeras al cortar, puntos de unión de vigas con pilares, mina del lápiz al escribir, dientes de una sierra al cortar madera, clavo o alcayata del que cuelga un peso...



### 3. PROPIEDADES BÁSICAS DE LAS ESTRUCTURAS

Para que una estructura realice correctamente sus funciones ha de ser: **Resistente, rígida y estable**

#### 3.1. RESISTENCIA MECÁNICA

**Resistencia mecánica:** es la capacidad de una estructura de soportar las cargas a las que se ve sometida sin romperse.

Dicha resistencia de la estructura depende de

- **Tipo de material:** acero, piedra, hormigón, madera, papel...
- **Cantidad de material**
- **Forma de la estructura**

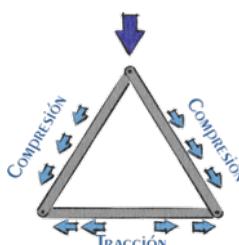


#### 3.2. RIGIDEZ

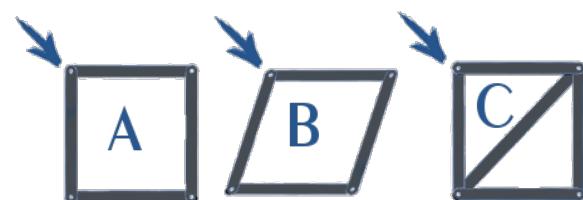
**Rigidez:** es la capacidad de una estructura de soportar las cargas a las que se ve sometida sin deformarse, es decir, sin cambiar de forma.

Está íntimamente relacionada con la **forma** de la estructura. Así, por ejemplo, cuanto más canto tenga una viga mayor será su rigidez.

¿Te has fijado alguna vez en la forma en que se disponen las barras de una grúa, de una torre de alta tensión..? Una estructura con forma de polígono distinta al triángulo (por ejemplo un cuadrado, **figura A**) se deformará al aplicarle una fuerza (**figura B**) sobre sus vértices. ¿Pasará lo mismo en la **figura C**?



El triángulo es el único polígono que no se deforma cuando se le aplica una fuerza en sus vértices. Por consiguiente, se puede obtener estructuras rígidas haciendo que los elementos estructurales formen triángulos indeformables (figura C), constituyendo estructuras planas o reticulares.



Esta técnica, denominada **triangulación**, está asociada a aquellas estructuras de barras o perfiles tales como cerchas o armaduras.



Ejemplos de estructuras trianguladas

### 3.3. ESTABILIDAD

**Estabilidad:** capacidad de una estructura de, al verse sometida a cargas, mantenerse en su posición original sin desmoronarse o caerse; es decir, de no variar su posición.

Hay varios modos de asegurar la estabilidad de una estructura, dos de los cuales parecen obvios: **anclar la estructura a un elemento fijo** (por ejemplo el suelo o una pared) o **colocarle tirantes**. Además, la estabilidad está relacionada claramente con el **centro de gravedad** (o punto virtual en el que podemos representar todo el peso del objeto).

**Centro de gravedad:** punto teórico en el que consideramos que está concentrada toda la masa de un objeto para poder estudiarlo, de forma simplificada, como un objeto sin dimensiones (un punto).

Por ejemplo, seguro que alguna vez has intentado mantener una escoba en equilibrio sobre los dedos o la palma de la mano. Para conseguirlo, debes ir realizando ligeros movimientos de modo que el centro de gravedad, siempre esté perpendicular de tu mano, de modo que la escoba no caiga. Igual ocurre con una carpeta, una hoja, la regla graduada, un lápiz... etc.

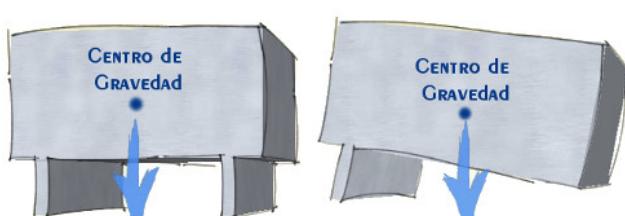
En general se cumplen las siguientes normas:

- Cuanto mayor sea la base sobre la que se apoya, mayor será la estabilidad de la estructura.
- Cuanto más abajo se sitúe el centro de gravedad más estable será la estructura.
- El centro de gravedad debe situarse dentro de la base.



EXPERIMENTANDO  
CON EL CENTRO  
DE GRAVEDAD





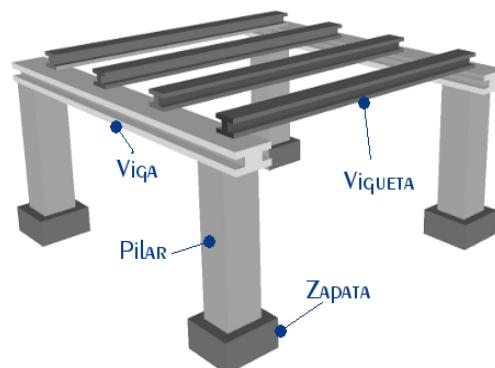
Resumiendo, podremos aumentar la estabilidad de los objetos de diferentes formas:

- **Anclándola a un elemento fijo**
- **Colocándole tirantes**
- **Bajando su centro de gravedad.**
- **Ampliando su base.**

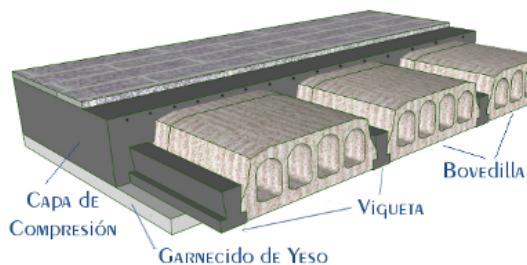
## 4. ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS

Como ya hemos visto, la misión que ha de cumplir cualquier estructura es la de soportar las cargas a las que está sometida, sin romperse, volcarse ni deformarse en exceso. Para ello existen una serie de elementos que forman parte de la mayoría de las estructuras y que son los encargados de darle la suficiente resistencia, rigidez y estabilidad. Estudiamos algunos de ellos:

- **Cimentación:** Conjunto de elementos encargados de soportar y repartir en el suelo todo el peso de la estructura, impidiendo que ésta sufra movimientos importantes. Los cimientos proporcionan una superficie a la que se anclan todos los demás elementos de la estructura de los edificios.
- **Zapata:** Prismática de hormigón que aumenta la superficie de apoyo de un pilar. Se emplea en cimentaciones cerca de la superficie del suelo, cuando el terreno es resistente (capaz de soportar pesos elevados).
- **Pilar:** Elemento constructivo en forma de barra que se apoya verticalmente, cuya función es la de soportar el peso de otras partes de la estructura y transmitirla a la cimentación. Los pilares, tienen sección poligonal (cuadrada, rectangular...). Cuando la sección es más o menos circular recibe el nombre de **columna**.
- **Viga:** Elemento estructural con forma de barra que se coloca horizontalmente y se apoya sobre columnas y pilares. Al igual que en el caso de **dinteles**, y **viguetas**, en las vigas los principales esfuerzos (flexión) se dan en su parte central.
- **Vigueta:** Elemento constructivo con forma de barra que se coloca horizontalmente y se apoya sobre las vigas.
- **Forjado:** Elemento constructivo que forma parte de la estructura horizontal de las diferentes plantas de un edificio y cuya función es transmitir las cargas hacia otros elementos estructurales (viguetas, vigas, pilares...) que, a su vez, las transmitirán hacia el suelo. Generalmente están formados por vigas y viguetas de hormigón armado, bovedillas y una capa de compresión de hormigón ligeramente armada.
- **Dintel:** Elemento estructural horizontal, con forma de viga maciza que se apoya horizontalmente sobre dos soportes verticales (jambas) y que cierra huecos tales como ventanas y puertas.
- **Tirantes:** Elemento constructivo, generalmente cables o barras de acero, que está sometido principalmente a esfuerzos de tracción.
- **Perfiles:** Barras, normalmente metálicas, de distintas secciones que se emplean para conseguir estructuras más ligeras que soportan grandes pesos con poca cantidad de material, como las patas de tu pupitre, en grúas, torres de comunicaciones o de alta tensión, andamios...
- **Arco:** Elemento estructural de forma curvada, que salva el espacio entre dos pilares o muros. Es muy útil para salvar espacios relativamente grandes con piezas pequeñas en forma de cuña llamadas **dovelas**. El arco, **trabaja siempre a compresión**, transmitiendo las cargas que recibe a los puntos de apoyo perpendicularmente y hacia el exterior.



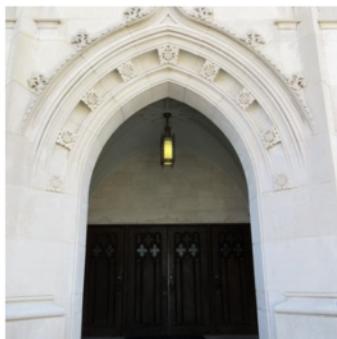
Zapata, pilar, viga y vigueta



Forjado



Puente atirantado de Brooklyn, Nueva York, EEUU

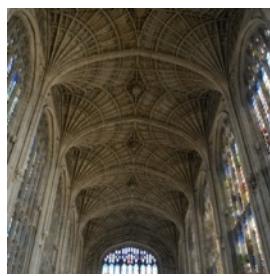


Ejemplos de arcos

- **Bóveda:** elemento arquitectónico de forma curva, que sirve para cubrir el espacio comprendido entre dos muros o una serie de pilares alineados. Puede formarse por la rotación de un arco (cúpula), por su desplazamiento a lo largo de un eje o por la intersección de varios arcos.
- **Cúpula:** elemento arquitectónico que se utiliza para cubrir un espacio de planta circular, cuadrada, poligonal o elíptica.



Bóveda de la Catedral de Canterbury, Reino Unido.



Bóveda de la King's College Chapel, Cambridge, Reino Unido.



Cúpula del Reichstag, Berlín, Alemania



Cúpula de la Roca, Jerusalén, Israel

## 5. TIPOS DE ESTRUCTURAS ARTIFICIALES

A lo largo de la historia se han empleado diferentes tipos de estructuras para las edificaciones, desde las chozas de pieles, madera y piedras, hasta los castillos hinchables y cúpulas geodésicas, pasando por los acueductos, castillos, grandes catedrales, puentes colgantes...

### 5.1. ESTRUCTURAS MASIVAS Y ADINTELADAS

Son estructuras muy pesadas y macizas, construidas con elementos muy gruesos, anchos y resistentes. Las primeras construcciones realizadas por el hombre se obtuvieron excavando en la roca o acumulando materiales sin dejar apenas huecos. En ellas se emplearon dinteles de piedra o madera para las ventanas o pasos libres. Es el caso de las pirámides mayas y egipcias, dólmenes, templos griegos, iglesias excavadas en la roca, presas ...



Templo maya de Kukulkán, en Chichén Itzá, México



Partenón, Atenas, Grecia



Pirámides de Giza, Egipto



Crómlech de Stonehenge, Salisbury, Reino Unido.

### 5.2. ESTRUCTURAS ABOVEADADAS

El descubrimiento posterior del arco y la bóveda permitió cubrir cada vez espacios mayores, aumentando los huecos de las estructuras y su altura. Algunos ejemplos de estructuras abovedadas incluyen iglesias, acueductos, túneles, anfiteatros romanos, panteones, mezquitas...



Mezquita de Sheikh Zayed, Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos



Catedral de Florencia, Italia



Pont du Gard, Remoulins, Francia

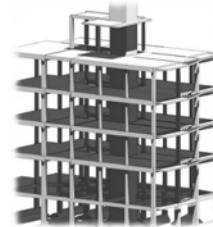


Coliseo de Roma, Italia.

### 5.3. ESTRUCTURAS ENTRAMADAS

Estructuras constituidas por barras unidas de manera rígida formando un emparrillado, donde cada elemento de la estructura tiene un cometido diferente. En ellas se emplean pilares, vigas, viguetas... como principales elementos de sostén.

Su empleo permitió una gran disminución de peso respecto a las estructuras masivas o abovedadas, lo que se tradujo en la posibilidad de aumentar la altura de las construcciones. Son las estructuras empleadas en los edificios de bloques de pisos de hoy en día.



Casas entramadas, Heppenheim, Alemania



Casas entramadas, Idstein, Alemania.



Templo budista de Byodo-in, Uji, Japón.

### 5.4. ESTRUCTURAS TRIANGULADAS

Son estructuras planas o reticulares formadas por perfiles, mediante la repetición de formas triangulares. Se caracterizan por su gran rigidez y ligereza. Habitualmente están hechas de acero, por su gran resistencia a la compresión y a la tracción, y gran variedad de barras y perfiles. Son ejemplos de estructuras trianguladas: las cerchas, vigas trianguladas, grúas, andamios, norias, ciertos puentes, torretas de alta tensión y de telefonía...



Ejemplos de estructuras trianguladas

### 5.5. ESTRUCTURAS COLGANTES Y ATIRANTADAS

En este caso las estructuras emplean cables, llamados tirantes (cuando se pueden regular estirándolos o acortándolos se llaman tensores) de los que cuelgan gran parte de la estructura. Algunos ejemplos de este tipo de estructuras incluyen carpas, puentes colgantes o atirantados, cubiertas de pabellones, torres...



Viaducto de Millau, Francia



The O2 Arena, Londres, Reino Unido

### 5.6. ESTRUCTURAS LAMINARES

Están constituidas por láminas finas de metal, plástico o materiales compuestos que se emplean como carcasa en todo tipo de objetos y en cubiertas onduladas que envuelven y protegen. A pesar de su poco espesor ofrecen una gran resistencia debido a su curvatura (actúan como bóvedas).



Algunos ejemplos de estructuras laminares

La carrocería del coche o avión, las carcchas de equipos electrónicos, las latas de refresco o de conservas, las cubiertas de ciertos edificios, los cascos de embarcaciones, juguetes de playa como las palas, y cubos son ejemplos de estructuras laminadas.

## 5.7. ESTRUCTURAS NEUMÁTICAS



Consisten en una delgada pared de material compuesto, llamada membrana, que contienen aire a presión en su interior. Este aire es el que sujeta la propia estructura sometiendo a la membrana a esfuerzos de tracción. Este tipo de estructuras poseen un peso estructural extremadamente bajo y el tiempo de montaje/desmontaje es muy corto, lo que las hace fácil de trasladar y de almacenar después de su uso.

Así se emplean en embarcaciones neumáticas, ruedas de vehículos, atracciones infantiles, colchones de aire, carpas, cubiertas de escenarios...

## 6. MÁQUINAS Y MECANISMOS

### 6.1. MÁQUINAS

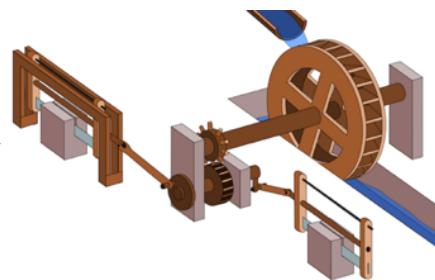
El hombre a lo largo de la historia ha inventado una serie de dispositivos o artilugios llamados máquinas que le facilitan y, en muchos casos, posibilitan la realización de una tarea.

**Máquina:** conjunto de elementos fijos y/o móviles, utilizados por el hombre, y que permiten reducir el esfuerzo para realizar un trabajo, hacerlo más cómodo, o más rápido.

Prácticamente cualquier objeto puede llegar a convertirse en una máquina, sólo hay que usarlo convenientemente. Así, una rampa natural no es, en principio, una máquina, pero se convierte en ella cuando se emplea para elevar objetos con un menor esfuerzo (es más fácil subir objetos por una cuesta que elevarlos a pulso). Lo mismo sucede con un simple palo que nos encontramos tirado en el suelo; si lo usamos para mover algún objeto a modo de palanca ya lo hemos convertido en una máquina.

En toda máquina resulta indispensable un **elemento de entrada o motriz** que origine el movimiento (que puede ser un muelle, una corriente de agua, nuestros músculos, un motor eléctrico...). El movimiento originado por el motor se transforma y/o transmite a través de los **mecanismos** a los **elementos receptores o elementos de salida** (ruedas, brazos mecánicos...) realizando, así, el trabajo para el que fueron construidos.

Las máquinas nos ayudan a realizar trabajos con mayor facilidad, ya sea incrementando la fuerza aplicada en el elemento de entrada o cambiando la dirección de una fuerza.



Elementos de una máquina

### 6.2. VENTAJA MECÁNICA

Para medir la eficacia de una máquina, se suele emplear una magnitud llamada **ventaja mecánica**.

**Ventaja mecánica (VM):** el cociente entre las magnitudes de la resistencia a vencer (R) y de la fuerza a aplicar (F).

$$VM = \frac{R}{F}$$

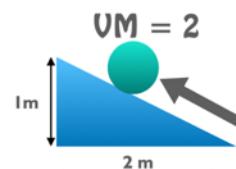
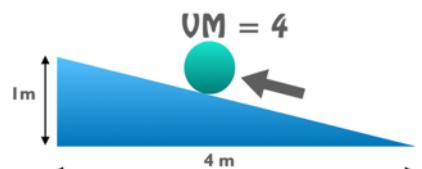
De aquí podemos sacar varias conclusiones:

- Si  $VM = 1$ ,  $F=R$ ; es decir la fuerza a aplicar será igual que la resistencia a vencer.
- Si  $VM < 1$ , entonces  $F > R$ , o lo que significa que es necesario aplicar una fuerza mayor que la resistencia a vencer. La máquina, en cuestión no permite reducir la fuerza a aplicar y podríamos decir que es no eficaz.
- Si  $VM > 1$ ,  $F < R$ , por lo que la fuerza a aplicar será menor que la resistencia a vencer; es decir, lograremos hacer un trabajo con menos esfuerzo. Así, por ejemplo una ventaja mecánica igual a 4, significa que para realizar un determinado trabajo, podremos hacerlo aplicando 4 veces menos fuerza.

### 6.3. MÁQUINAS SIMPLES

Una primera clasificación de las máquinas, según su complejidad, nos permite clasificarlas en **máquinas simples** (realizan su trabajo en un sólo paso o etapa) o **compuestas** (realizan el trabajo encadenando distintos pasos o etapas, formadas por varias máquinas simples).

Normalmente se distinguen seis **máquinas simples** (rueda, plano inclinado, cuña, tornillo y palanca, poleas), si bien, en ocasiones sólo se consideran 3, ya que las poleas derivan de la rueda y de la palanca, y el tornillo y la cuña no son más que planos inclinados (dos en el caso de la cuña).



➤ **Rueda-eje:** disco circular con un orificio central por el que penetra un eje o barra que le guía en el movimiento giratorio. Siempre se usa acompañada de un eje y de un soporte, el cual controla la posición del eje y le sirve de elemento circular y mecánico que gira alrededor de un eje. Su funcionamiento como máquina consiste en que el eje realiza un movimiento lineal mientras que la rueda hace un movimiento circular.

➤ **Polea:** rueda ranurada que gira alrededor de un eje que se encuentra sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda o cable que permite vencer de forma cómoda una resistencia ( $R$ ) aplicando una fuerza ( $F$ ). Las estudiaremos más adelante en este mismo tema.

➤ **Plano inclinado:** superficie plana que forma con otra un ángulo agudo menor de  $90^\circ$  y que permite elevar cargas de forma más cómoda que en vertical; aunque para ello tengamos que realizar un mayor recorrido. **Cuanto menor es el ángulo que forman sus planos mayor ventaja mecánica** se obtiene; es decir, menor fuerza deberemos hacer para vencer la resistencia. Al cumplirse el principio de conservación de la energía, para hacer menos fuerza debemos sacrificar (aumentar) la distancia a recorrer. Así, si movemos un objeto en vertical, al moverlo una distancia menor, empleamos mayor fuerza. En el plano inclinado, al desplazar un cuerpo mayor distancia, la fuerza a aplicar es menor.

➤ **Tornillo:** Elemento de fijación o de unión de materiales, normalmente metálico, formado por una cabeza y un cuerpo cilíndrico o cónico con una hélice helicoidal. Realmente es una aplicación del principio de funcionamiento del **plano inclinado**: Mediante el giro del tornillo con la herramienta adecuada podemos elevar material granulado o líquidos (tornillo de Arquímedes), levantar objetos o mantenerlos unidos.

➤ **Cuña:** Máquina simple con forma de prisma triangular con la punta afilada. Por consiguiente, cualquier elemento afilado puede actuar como cuña. Desde el punto de vista técnico, una cuña **consiste en un doble plano inclinado** que puede trasladarse de un lugar a otro. Al moverse en la dirección de su extremo afilado, la fuerza aplicada sobre la cabeza de la cuña se reparte en dos grandes fuerzas perpendiculares a los planos que forman el ángulo agudo. Por poner un ejemplo, cuando se utiliza un hacha para cortar madera la fuerza aplicada por ésta, se divide en dos fuerzas laterales que causan la separación de la madera. De este modo puede considerarse la cuña como un **mechanismo que permite distribuir la fuerza en distintas direcciones**. Estas fuerzas generadas se aprovechan para separar objetos (objetos cortantes

como el hacha, una cremallera, un cuchillo), para generar fricción o mantener la cuña fija a los objetos con los que está en contacto (tope de puerta o de ruedas, tenedor, clavo...). Al igual que en el plano inclinado, cuanto menor es el ángulo que forman sus planos (más afilada es la cuña), mayor **ventaja mecánica** se obtiene; es decir, menor fuerza deberemos hacer para vencer la resistencia.



Ejemplos de aplicaciones de la cuña

- **Palanca:** Consiste en una barra recta que puede moverse alrededor de un punto de apoyo llamado fulcro. Como estudiaremos más adelante, el objetivo de la palanca es incrementar el efecto de una fuerza o cambiar su dirección.

## 6.4. MECANISMOS

Mientras que las estructuras (partes fijas) de las máquinas soportan fuerzas de un modo estático (es decir, sin moverse), los mecanismos (partes móviles) permiten el movimiento de los objetos.

**Mecanismo:** elemento de una máquina o conjunto de ellos destinado a transmitir y/o transformar las fuerzas y movimientos desde un elemento motriz, llamado motor a un elemento receptor; permitiendo al ser humano realizar trabajos con mayor comodidad y/o, menor esfuerzo (o en menor tiempo).

Atendiendo a la función que realizan los mecanismos, podemos agruparlos en:

- **Mecanismos de transmisión del movimiento:** Reciben la energía del elemento motor y lo trasladan al elemento receptor. Dicho de otra forma, se encargan de transmitir el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz (motor) a otro punto (elemento conducido o de salida), sin transformarlo. Para su estudio distinguimos según transmitan un movimiento lineal o circular:
- **Mecanismos de transformación de movimiento:** Transforman el movimiento circular en un movimiento rectilíneo o viceversa.



Tabla 1: Clasificación de los mecanismos.

MECANISMOS DE TRANSMISIÓN		MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN
TRANSMISIÓN LINEAL	TRANSMISIÓN CIRCULAR	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ PALANCAS</li> <li>❖ POLEAS Y POLIPASTOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ RUEDAS DE FRICCIÓN</li> <li>❖ POLEAS CON CORREA</li> <li>❖ ENGRANAJES</li> <li>❖ ENGRANAJES CON CADENA</li> <li>❖ TORNILLO SIN FIN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ TORNILLO - TUERCA</li> <li>❖ TORNO - MANIVELA</li> <li>❖ PIÑÓN - CREMALLERA</li> <li>❖ BIELA - MANIVELA</li> <li>❖ LEVA - SEGUIDOR</li> <li>❖ EXCÉNTRICA - SEGUIDOR</li> <li>❖ CIGÜEÑAL</li> </ul>

### 6.4.1. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN LINEAL

#### 6.4.1.1. PALANCAS

Las palancas son objetos rígidos que giran entorno un **punto de apoyo o fulcro**. En un punto de la barra se aplica una **fuerza o potencia (F)** con el fin de vencer una **resistencia (R)**. Al realizar un movimiento lineal de bajada en un extremo de la palanca, el otro extremo experimenta un movimiento lineal de subida.

La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza ( $F$ ), por su distancia al punto de apoyo ( $d$ ) es igual al producto de la resistencia ( $R$ ) por su distancia al punto de apoyo ( $r$ ). Esta es la denominada **ley de la palanca**, que matemáticamente se expresa como:

$$F \cdot B_F = R \cdot B_R$$

Donde :

**F:** Fuerza o potencia.

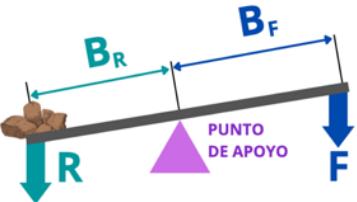
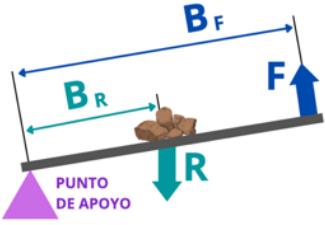
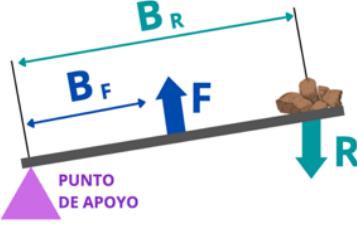
**B<sub>F</sub>:** Brazo de la fuerza, es la distancia desde el punto donde se ejerce la fuerza al punto de apoyo.

**R:** Resistencia

**B<sub>R</sub>:** Brazo de la resistencia, es la distancia desde el punto donde se encuentra la resistencia a vencer al punto de apoyo.

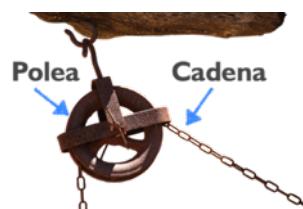
De forma literal, podremos decir que **el producto de la potencia aplicada (F) por la distancia al punto de apoyo (B<sub>F</sub>) debe ser igual al producto de la resistencia a vencer (R) por la distancia al punto de apoyo (B<sub>R</sub>)**.

En función de dónde se sitúen sobre la palanca la fuerza aplicada, el punto de apoyo y la resistencia, las palancas se pueden clasificar en tres grados o géneros:

PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
 <p>El punto de apoyo (O) se encuentra entre la fuerza aplicada (F) y la resistencia (R).</p> <p>Dependiendo de la colocación del punto de apoyo, la fuerza a aplicar siempre es menor que la resistencia, ya que <math>B_F &gt; B_R</math>.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Balancín, balanza, tijeras, alicate, martillo (al sacar un clavo), remo de una barca, pinzas de colgar ropa....</p> 	 <p>La resistencia (R) se encuentra entre la fuerza aplicada (F) y el punto de apoyo (O).</p> <p>La fuerza a aplicar siempre es menor que la resistencia, ya que <math>B_F &gt; B_R</math>.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Carretilla, cascanueces, fuelle, abridor de botellas, cizalla de papel...</p> 	 <p>La fuerza a aplicar (F) se encuentra entre la resistencia a vencer (R) y el punto de apoyo (O).</p> <p>La fuerza a aplicar es siempre mayor que la resistencia, ya que <math>B_F &lt; B_R</math>.</p> <p><b>Ejemplos:</b> caña de pescar, pinzas de depilar, pinzas de hielo, escoba (al barrer), tenedor, cuchara, remo de una canoa, banderas, pala de arena.</p> 

### 6.4.1.2. POLEAS Y POLIPASTOS

Una **polea** es una rueda ranurada que gira alrededor de un eje. Este se encuentra sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda, cadena o cable que permite vencer de forma cómoda una **resistencia** ( $R$ ) aplicando una **fuerza** ( $F$ ).



<b>POLEA FIJA</b>  <p>Se encuentra en equilibrio cuando la fuerza a aplicar (<math>F</math>) es igual a la resistencia (<math>R</math>) que presenta la carga; es decir cuando <math>F = R</math>.</p> <p>El realizar un trabajo con una polea fija no supone un esfuerzo menor, aunque sí más cómodo, cambiando la dirección de la fuerza..</p>	
<b>POLEA MÓVIL</b>  <p>Polea conectada a una cuerda que tiene uno de sus extremos fijo y el otro móvil, de modo que puede moverse linealmente.</p> <p>La polea móvil se encuentra en equilibrio cuando <math>F = R/2</math>; por lo que mediante este sistema la fuerza a realizar para vencer una resistencia se reduce a la mitad. En contrapartida, se necesita tirar del doble de cuerda de la que habría sido necesaria con una polea fija.</p>	
<b>POLIPASTOS o POLEAS COMPUSTAS</b>  <p>Montaje compuesto de varias poleas fijas y móviles. Las poleas fijas se emplean para modificar la dirección de la fuerza que ejercemos sobre la fuerza, mientras que las poleas móviles reducen el esfuerzo a aplicar.</p> <p>Este tipo de sistema se encuentra en grúas, montacargas, ascensores...</p> <p>La fuerza necesaria para equilibrar el sistema vendrá dado por el número de poleas, y como estén configuradas.</p>	 

De nuevo, por el principio de conservación de la energía, al ahorrarnos esfuerzo (menor fuerza a aplicar) debemos sacrificar la distancia. Así, en una polea, cuya ventaja mecánica (VM) sea de 4, para subir un peso 0,5 m de altura deberemos tirar de la cuerda 2 m, y en una donde la ventaja mecánica sea de 8, deberíamos tirar 4 m

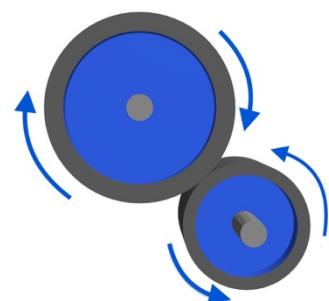
### 6.4.2. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN CIRCULAR

#### 6.4.2.1. SISTEMAS DE RUEDAS O POLEAS

Estos consisten en sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto directo o a través de unas correas.

##### ➤ RUEDAS DE FRICCIÓN

Son sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto directo. Una de las ruedas se denomina **rueda motriz** (o de entrada), pues al moverse provoca el movimiento de la **rueda conducida** (o de salida) que se ve arrastrada por la primera. El sentido de giro de la rueda conducida es contrario a la de la rueda motriz. Puesto que la transmisión se realiza por fricción se desgastan con el uso.



Se emplean para prensar o arrastrar papel, chapas metálicas o madera, en impresoras, tocadiscos...

### ➤ SISTEMAS DE POLEAS CON CORREA



Son conjuntos de poleas o ruedas situadas a cierta distancia que giran al mismo tiempo por efecto de una **correa**.

En este caso las dos poleas giran en el mismo sentido o en el contrario, según esté colocada la correa. Sólo si la correa se cruza, el sentido de giro de las poleas se invierte.

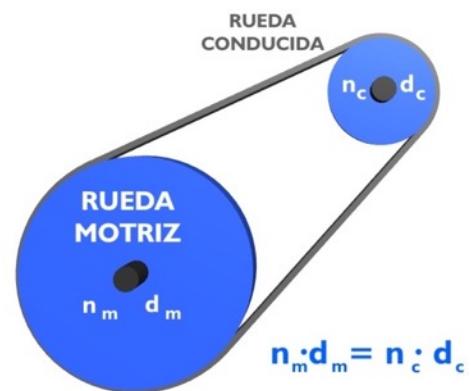
Los sistemas de poleas con correa se utilizan en innumerables máquinas industriales, coches, lavadoras, taladros, cintas transportadoras, juguetes...

### ➤ RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

Se define la **relación de transmisión (i)** como el cociente entre la **velocidad de giro de la rueda conducida ( $n_c$ )** y la **velocidad de giro de la rueda motriz ( $n_m$ )**. Dicha relación depende del tamaño relativo de las ruedas y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{n_c}{n_m} = \frac{d_m}{d_c}$$

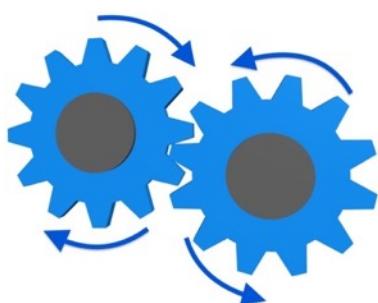
Donde,  **$d_m$**  y  **$d_c$**  son los diámetros de las ruedas motriz (m) y la conducida (c), respectivamente, y las velocidades suelen expresarse en revoluciones por minuto (rpm).



Así, teniendo en cuenta que las ruedas más pequeñas giran a mayor velocidad que las grandes, podemos tener:

- **Sistemas reductores ( $i < 1$ )**: la velocidad de la rueda conducida (o de salida), al ser ésta de mayor tamaño, es menor que la velocidad de la rueda motriz.
- **Sistemas multiplicadores ( $i > 1$ )**: la velocidad de la rueda conducida, al ser ésta menor, es mayor que la de la motriz..
- **Sistemas en los que la velocidad no se modifica ( $i = 1$ )**: en las que las dos ruedas son del mismo tamaño, y por consiguiente giran a la misma velocidad.

#### 6.4.2.2. ENGRANAJES Y SISTEMAS DE ENGRANAJES



Son sistemas de ruedas que poseen salientes denominados dientes que encajan entre sí. De ese modo, unas ruedas arrastran a las otras, transmitiendo el movimiento circular entre dos ejes próximos (paralelos, perpendiculares u oblicuos).



Muchas veces los engranajes forman sistemas de dos o más engranajes, llamados **trenes de engranajes**; o, formando sistemas de engranajes unidos por una cadena (**sistemas engranaje-cadena**).

Las aplicaciones de los engranajes son múltiples y muy variadas, incluyendo relojes, bicicletas, coches, motocicletas, batidoras, juguetes....

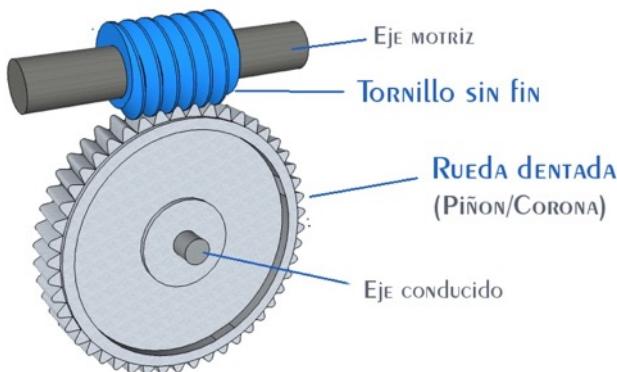
En este caso, y puesto que el tamaño de los dientes de los engranajes deben ser el mismo (para encajar, unos con otros), la **relación de transmisión** entre las velocidades de giro número de dientes.

$$i = \frac{n_c}{n_m} = \frac{Z_m}{Z_c}$$

Donde,  **$Z_m$**  y  **$Z_c$**  son los nº de dientes del engranaje motriz y conducido, respectivamente.

Al igual que ocurría en el casos de sistemas con ruedas, en los sistemas de engranajes podremos tener sistemas reductores (cuando la velocidad del piñón es menor que la de la motriz), sistemas multiplicadores (cuando la velocidad del piñón es mayor que la de la motriz), o sistemas en los que la velocidad no se modifica.

#### 6.4.2.3. TORNILLO SIN FIN - CORONA



Uno de los principales y más usados mecanismos de transmisión en cualquier proyecto mecánico es el llamado tornillo sin fin. Dicho dispositivo está formado por un sistema de un **tornillo con dentado helicoidal** (que **actúa siempre como elemento motriz**), normalmente engranado con una rueda dentada, llamada **corona** (que **actúa como elemento conducido**), de tal manera que transmite el movimiento entre ejes perpendiculares entre sí. Por cada vuelta completa del tornillo, el engranaje gira un diente, por lo que es un mecanismo capaz de ofrecer grandes reducciones de velocidad.



Se emplea en mecanismos que necesiten una **gran reducción de velocidad** (por cada vuelta del tornillo, la rueda dentada avanza un diente) y un aumento importante de la ganancia mecánica: clavijas de guitarra, reductores de velocidad para motores eléctricos, manivelas para andamios, cuentakilómetros...

#### 6.4.3. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO

Los **mecanismos de transformación del movimiento** son aquellos que cambian el tipo de movimiento, de lineal a circular (o a la inversa), o de alternativo a circular (o a la inversa) o de circular a circular alternativo.

##### 6.4.3.1. CONJUNTO MANIVELA-TORNO

Una **manivela** es una barra unida a un eje al que hace girar. La fuerza que se necesita para girar este eje es menor que el que haría falta aplicar directamente.

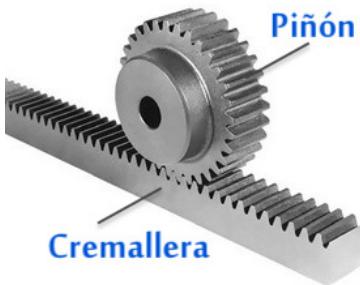
El mecanismo **manivela-torno** consiste en un cilindro horizontal (**tambor**) sobre el que se enrolla (o desenrolla) una cuerda o cable cuando le comunicamos un movimiento giratorio a su eje.

Este mecanismo se emplea para :



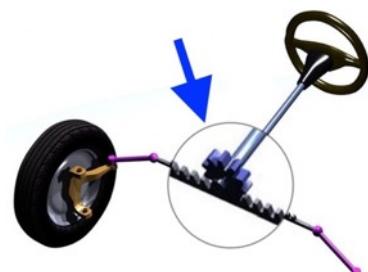
- **Obtención de un movimiento lineal a partir de uno giratorio:** en grúas (accionado por un motor eléctrico en vez de una manivela), barcos (para recoger las redes de pesca, izar o arriar velas, llevar anclas...), pozos de agua (elevar el cubo desde el fondo) ....
- **Obtención de un movimiento giratorio a partir de uno lineal:** en peonzas (trompos), arranque de motores fuera-borda, accionamiento de juguetes sonoros para bebés...

##### 6.4.3.2. PIÑÓN-CREMALLERA



Este mecanismo está formado por una rueda dentada (**piñón**) que engrana con una barra también dentada llamada **cremallera**.

Este mecanismo permite transformar el movimiento circular del piñón en movimiento rectilíneo en la cremallera (o viceversa). Dicho de otro modo, cuando el **piñón** gira, sus dientes empujan los de la **cremallera**, provocando el desplazamiento lineal de ésta. Si lo que se mueve es la cremallera, sus dientes empujan a los del piñón consiguiendo que éste gire sobre su eje. Es por tanto, un mecanismo **reversible**.



Este mecanismo se emplea en el sistema de dirección de los automóviles, columnas de taladradoras, trípodes, sacacorchos, puertas de garajes...

#### 6.4.3.3. TORNILLO-TUERCA

Mecanismo compuesto por un **eje roscado (husillo o tornillo)** y una **tuerca** con la misma rosca que el eje. Si se gira la tuerca, ésta se desplaza linealmente sobre el husillo (y viceversa).

Pueden pasar de un movimiento circular del conductor a un movimiento lineal alternativo en el conducido; o al revés, de un movimiento lineal alternativo del conductor a un movimiento circular en el conducido.

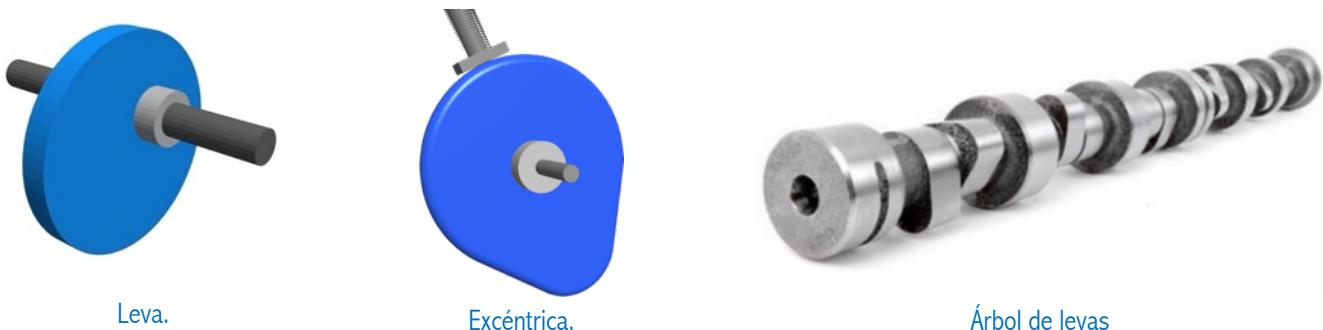
Así por ejemplo en un taburete como el de la derecha, podemos conseguir un movimiento lineal de subida o bajada mediante un movimiento circular (al girar el asiento). Otras aplicaciones son los grifos, compases de rosca, gato de automóvil, tornillo de banco...



#### 6.4.3.4. LEVA Y RUEDA EXCÉNTRICA

Estos sistemas se componen de una pieza de contorno especial (**leva**) o de una rueda excéntrica (rueda que gira sobre un eje que no pasa por su centro) que recibe el movimiento rotativo a través del eje motriz y de un elemento seguidor que está permanentemente en contacto con la leva por la acción de un muelle.

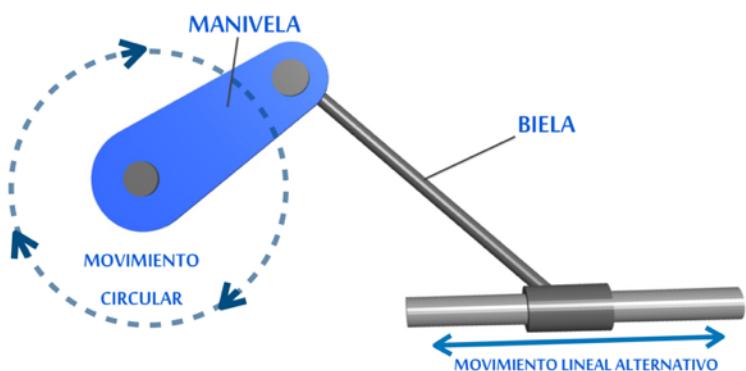
Ambos son mecanismos que permiten convertir un movimiento rotativo en un movimiento lineal; pero no al contrario, por lo que **no es reversible**. De este modo, el giro del eje hace que el contorno de la leva o excéntrica mueva o empuje al seguidor que realizará un recorrido ascendente y descendente (movimiento lineal alternativo).



Este tipo de mecanismos se emplea en cerraduras, carretes de pesca, máquinas de cortar el pelo, depiladoras, motores de automóviles, juguetes... etc.

#### 6.4.3.5. BIELA-MANIVELA

Este mecanismo está formado por una **manivela** que tiene un movimiento circular y una barra llamada **biela**. La **biela** está unida con articulaciones por un extremo a la manivela, y por el otro a un **sistema de guiado** (un pistón o émbolo encerrado en unas guías) que describe un movimiento rectilíneo alternativo en ambos sentidos.

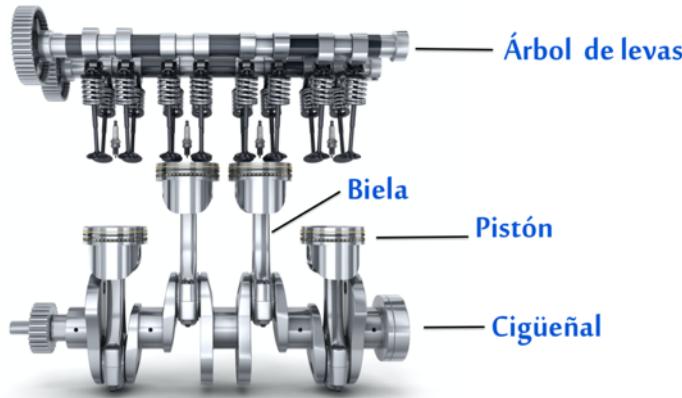


Funcionamiento del sistema biela-manivela

Este mecanismo sirve para transformar un movimiento circular en uno lineal o viceversa, ya que **es reversible**.

Este mecanismo se empleó en la locomotora de vapor, empleándose en motores de combustión interna, herramientas mecánicas, máquinas de coser...

#### 6.4.3.6. CIGÜEÑAL



Se denomina **cigüeñal** al conjunto **manivelas** asociadas sobre un mismo eje.

La utilidad práctica del cigüeñal es la conversión de un movimiento rotativo continuo en uno lineal alternativo, o viceversa. Para ello se ayuda de bielas (sistema biela-manivela sobre un cigüeñal). Así, en los motores de automóviles, el movimiento lineal de los pistones dentro de los cilindros se transmite a las bielas y se transforma en un movimiento rotatorio del cigüeñal que, a su vez, se transmite a las ruedas y otros órganos del motor.