

EL MOVIMIENTO

Ciencias de la Naturaleza, 2º de ESO
Francisco J. Barba Regidor
2013

¿Qué es el movimiento?

La característica más llamativa de los seres vivos es que se mueven, que cambian continuamente de forma o de posición. También lo hacen el fuego, el agua de los ríos, el aire y los cuerpos que observamos en el cielo.

En el interior de la Tierra se producen movimientos que causan los terremotos y desplazan los continentes, cambiando así la forma de nuestro planeta.

Estos cambios se pueden observar a diferentes escalas de tiempo y espacio.




Fuente: <http://barbarainformacion.com/2010/12/24/que-es-el-movimiento.html>

Fuente: http://planetarium.usc.es/Info/Activ/Aguas/2011/actividad_grupo_LaTierra.html

¿Cómo son los movimientos? (1)

Hay movimientos lentos. Tanto que nos pasan desapercibidos. Es el caso del que produce el alejamiento de Europa y América: dos centímetros al año. Puede parecer poco, pero hace 200 millones de años el océano Atlántico no existía y la península ibérica tampoco: el lugar que ocupa actualmente estaba sumergido en el mar.

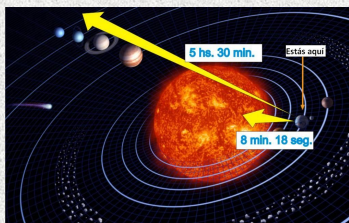


El movimiento de los continentes: a la izquierda, su situación hace 200 millones de años; a la derecha, situación de los continentes en la actualidad.

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

¿Cómo son los movimientos? (2)

Otros movimientos son muy rápidos. La luz procedente del Sol tarda alrededor de 8 minutos en alcanzar la Tierra. Puede parecer mucho tiempo pero la distancia que nos separa es de 150 millones de kilómetros (necesitaríamos 21 años volando en un avión para recorrerla). Nada se mueve más rápido que la luz que alcanza los 300.000 km/s.



La Tierra se encuentra a una distancia media con respecto al Sol de 150 millones de kilómetros, lo que equivale a 1 Unidad Astronómica. El tiempo que tarda la luz solar en recorrer esa distancia es de 8 min. 18 sg. Para ello tiene que viajar a una velocidad de 300.000 km/sg.

Fuente: <http://infobservador.blogspot.com.es/2010/11/las-distancias-de-los-estros.html>

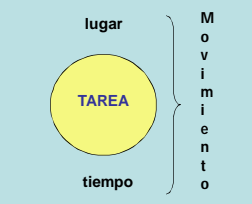
Espacio y tiempo: escalas de observación

En el cielo de las noches de verano, podemos contemplar fácilmente la Vía Láctea, nuestra galaxia.

Si pudiéramos observarla desde muy lejos, durante mucho tiempo, veríamos que gira sobre sí misma. El universo entero se expande en un proceso, que comenzó hace miles de millones de años.

A una escala mucho más pequeña, si fuera posible observar el aire con los aumentos necesarios, veríamos cómo se mueven sus moléculas a la velocidad de una bala.

En un lugar o espacio se desarrolla el movimiento y consume para ello un determinado tiempo.



El tiempo y el espacio se combinan creando el movimiento a diferentes escalas de observación

El movimiento es relativo...

Caminamos o viajamos en coche creyendo que la Tierra permanece en reposo. Sin embargo, la Tierra recorre 30 kilómetros cada segundo en su viaje alrededor del Sol.

Para apreciar el movimiento de un objeto necesitamos comparar su posición respecto a otro que sirva de referencia.

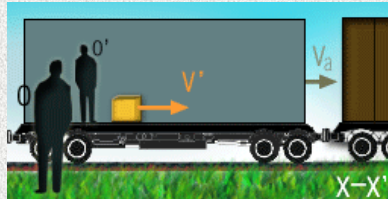
El movimiento de la Luna respecto de la Tierra se observa porque cambia de posición en el horizonte. Decimos que el horizonte sirve de **sistema de referencia** para el movimiento de la Luna.

Las sucesivas posiciones forman una línea denominada **trayectoria**, que representa el camino seguido por el móvil.



Imagen de <http://kilometrocerro.blogia.com>

Movimientos relativos



En la imagen vemos una caja amarilla que se mueve en el interior de un tren. El movimiento de este objeto es estudiado por dos observadores: Uno de ellos, O, está en reposo junto a la vía. Mientras que otro se mueve con el tren, aunque esté quieto en su interior.

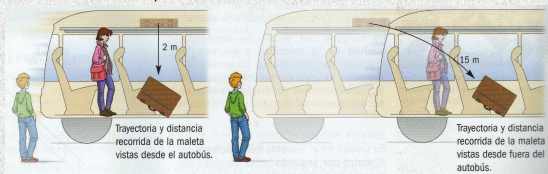
Cada observador tiene su propio sistema de coordenadas y su reloj para estudiar el movimiento de la caja. **Tratamos con dos sistemas diferentes de referencia en movimiento relativo.**

Imagen y texto de http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/relatividad/relat_sisiner.html

El movimiento de un objeto es el cambio de posición del mismo respecto a otros objetos que sirven de sistema de referencia.

Trayectorias y distancias: relativas

Decimos que el **movimiento es relativo** porque varias personas pueden describir de manera diferente el mismo movimiento y todas tener razón. Por ejemplo, una maleta que cae en el interior de un autobús en movimiento describe una trayectoria recta para los viajeros y la distancia recorrida será de unos 2 m. Por el contrario, observada por un peatón la trayectoria será curva y la distancia recorrida será muy superior a la anterior y depende de la velocidad del autobús respecto del observador.



¿Qué distancia ha recorrido de verdad la maleta? La contestación es: ¡todas las medidas son verdaderas!

Figura procedente de Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO, Edic. SM.

La distancia recorrida por un móvil es la longitud de su trayectoria y depende del sistema de referencia utilizado

Velocidad

Con la palabra **velocidad** tratamos de describir si un movimiento es rápido o lento y lo expresamos numéricamente. Es el caso de lo que leemos en la noticia recogida en el recuadro.

En realidad, utilizamos la velocidad siempre que necesitamos expresar cómo ocurre algo en relación con el tiempo transcurrido.

En el movimiento es la posición del objeto lo que cambia respecto del sistema de referencia elegido.

patrocinado por **HONDA**
The Power of Dreams

Sábado, 3 de septiembre de 2005 Actualizado a las 10:54

ALCANZÓ LOS 372,6 KM/H EN MONZA

Montoya bate el récord de velocidad de un Fórmula 1

ELMUNDO ES

MADRID - McLaren asusta y aumenta su presión sobre Fernando Alonso y Renault. Juan Pablo Montoya superó el récord de velocidad en un Fórmula 1 en unos entrenamientos privados con un registro de 372,6 km/h. Ocurrió en el circuito de Monza el pasado 25 de agosto, en el mismo escenario donde este fin de semana se disputa el GP de Italia.

Las flechas plateadas no dan tregua ni en los entrenamientos. El colombiano Montoya demostró en Monza que el McLaren es el mejor coche del Mundial, batiendo un registro que da vértigo con sólo leerlo. Resulta que es el circuito donde se volverá a librar una decisiva batalla por el título del mundo.

En principio, el GP de Italia no favorece especialmente a McLaren y Pedro Martínez de la Rosa pronosticó que es precisamente el sitio donde podría no ganar. Sin embargo, este récord

Juan Pablo Montoya, en ese entrenamiento. (Foto: EFE)

NOTICIAS DE LA ESPORTS

<http://www.elmundo.es/>

¡Cómo crecen los nietos!: otra manera de medir la velocidad.

	Medida de la altura en metros			
	Javier	Irene	Carlos	Miguel
2002	1,45	1,40	1,43	1,30
2003	1,51	1,43	1,49	1,34
2004	1,54	1,46	1,53	1,36
2005	1,60	1,53	1,59	1,40
2006	1,65	1,57	1,66	1,47
2007	1,75	1,61	1,75	1,57
2008	1,75	1,65	1,84	1,60

La abuela Lola midió a sus cuatro nietos durante cada verano. Recogió sus alturas en una tabla.

- a) ¿Cuál de ellos es el más joven?
- b) ¿En qué año creció más rápido Irene?
- c) ¿Cuándo alcanzó Carlos a Javier?
- d) ¿Cuándo dejó de crecer Javier?

Figura procedente de Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

¿Cómo medir la velocidad?

La velocidad es la magnitud física que expresa cómo se está moviendo un objeto en cada momento. Informa de la **dirección**, el **sentido** y la **rapidez** del movimiento.

Si afirmamos que un avión vuela entre Madrid y Barcelona definimos la dirección; si precisamos que va hacia Madrid estamos refiriéndonos al sentido, y si, además, decimos que va a 900 km/h, informamos acerca de la rapidez.

Toda la información que contiene la magnitud velocidad se expresa gráficamente mediante una flecha que en física y matemáticas recibe el nombre de **vector**.

La longitud del vector se denomina **módulo** de la velocidad y expresa la "rapidez" del movimiento. Lo simbolizamos con la letra **v** y se define como el espacio recorrido **e** dividido entre el tiempo que ha tardado **t**.

$$v = e/t$$

Su unidad en el Sistema Internacional es el **metro por segundo** (m/s). También se expresa frecuentemente con otras unidades, como el **kilómetro por hora** (km/h).

El vector velocidad

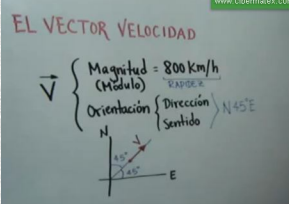
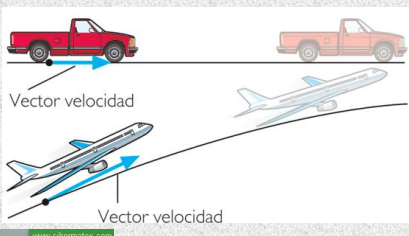


Figura superior tomada de: <http://www.kalipedia.com/graficos/vector-velocidad.htm>

Figura lateral tomada de: <http://www.youtube.com/watch?v=gzeAc0H4Eh0>

Velocidad media e instantánea

Para averiguar la velocidad de un objeto hay que medir la longitud de su trayectoria y dividirla entre el tiempo empleado.

Sin embargo, cuando afirmamos que un coche se mueve a 60 km/h, ¿qué espacio ha recorrido?, ¿en qué tiempo? Definimos la **velocidad** media como el resultado de dividir el espacio recorrido entre el tiempo:

$$v_m = e/t$$



La **velocidad instantánea** es la que se lleva en cada momento.

Se puede medir con un velocímetro como los que hay en los coches o bicicletas.

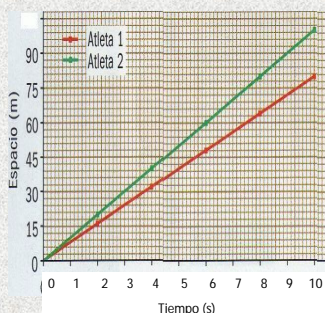
Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/velocimetro.html>

Representación gráfica del movimiento

El movimiento se puede representar gráficamente situando la posición del objeto en el eje vertical de un papel cuadrículado y el tiempo en el eje horizontal. Cada punto de esa gráfica representa dónde se encontraba el objeto en cada momento.

Por ejemplo, dos atletas realizan dos carreras: el primero recorre 80 metros en 10 segundos y el segundo 100 metros en el mismo tiempo.

La mayor inclinación de la línea verde indica que este atleta ha corrido más rápido. Observa que cada atleta recorre espacios iguales en tiempos iguales, es decir su rapidez es constante.



Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

Representación matemática

En algunos movimientos es posible calcular la posición si sabemos el tiempo transcurrido. Por ejemplo, si un avión vuela a la velocidad constante de 900 km/h podemos calcular que en dos horas habremos recorrido 1800 km.

Matemáticamente se representa:

$$e = v \cdot t$$

donde **e** indica la posición en cada instante de tiempo, representado por **t**, y **v** es la velocidad.

Actualmente se utilizan complejas ecuaciones del movimiento para describir, por ejemplo, las órbitas de los satélites artificiales y de los planetas.

La velocidad informa de cómo es el movimiento y puede representarse gráfica y matemáticamente.

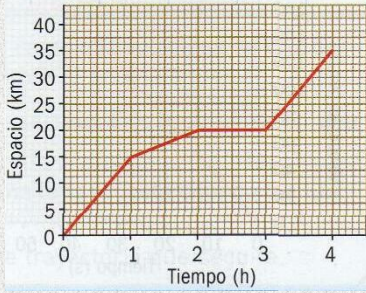
Ejemplos de ecuaciones más complejas de la velocidad...

$$v = \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \theta_0 \\ v_{0y} = v_0 \sin \theta_0 - gt \end{cases}$$

$$\Delta s = f(t + \Delta t) - f(t)$$

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t + \Delta t) - f(t)}{\Delta t}$$

Hemos representado el espacio recorrido por nuestro autobús cada 15 minutos (0,25 horas), en total recorrimos 35 km.



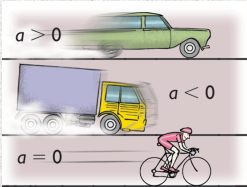
a) Calcula la velocidad media de todo el recorrido.

b) ¿Qué velocidad media consiguió en los primeros 15 minutos?

c) ¿Hubo algún gran atasco en el viaje?

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

La aceleración



En la mayoría de los movimientos la velocidad varía: en una carrera la velocidad de los corredores cambia y el último puede adelantar a todos los demás aumentando su velocidad.

A este cambio de velocidad lo llamamos **aceleración** y puede afectar al módulo, la dirección o el sentido; es posible que un objeto acelere a pesar de ir siempre con la misma rapidez si es que cambia la dirección o el sentido. Así, notaremos la aceleración en un coche que pasa de 0 a 100 km/h en unos segundos porque está aumentando el módulo de la velocidad. También la notaremos si toma una curva: ahora es la dirección de la velocidad lo que está cambiando.

La unidad internacional de aceleración es el **metro por segundo al cuadrado** (m/s²), lo que significa que en el tiempo de un segundo la velocidad varía en un metro por segundo.

En el vehículo superior, la aceleración es positiva (a>0): en el intermedio, negativa: está frenando (a<0). En el tercero, el ciclista (a = 0) circula a velocidad constante. Imagen tomada de <http://bo.kalipedia.com/>

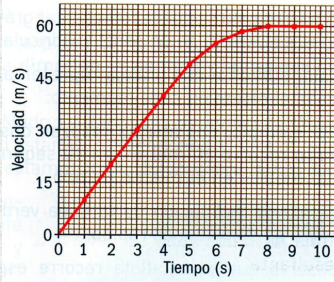
Representación gráfica de la aceleración

El movimiento se puede representar situando la velocidad en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.

En este caso, cada punto representa la velocidad que posee el objeto en cada momento.

La representación gráfica de la velocidad es la forma más adecuada de estudiar los movimientos con aceleración.

Y en este caso nos indica que hasta el segundo 5 la velocidad fue aumentando (acelerando) gradualmente, para desde entonces disminuyendo ese aumento hasta que al segundo 8 adquiere una velocidad uniforme (no hay aceleración).



Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

Representación matemática de la aceleración

En algunos movimientos la velocidad cambia en proporción al tiempo y se puede representar matemáticamente con la expresión: $v = a \cdot t$.

La constante a es la aceleración y expresa cuánto cambia la velocidad en la unidad de tiempo, se expresa en m/s^2 .

Un ejemplo es la caída libre donde la velocidad aumenta, según: $v = g \cdot t$. Donde g es la **aceleración de la gravedad** y tiene un valor de $9,8 m/s^2$.

Un cuerpo que cayera libremente durante 1 segundo alcanzaría la velocidad de $9,8 m/s$, un poco más de $35 km/h$. Si la caída se prolongara otro segundo, su velocidad se duplicaría.



Fuente: <http://fisicamagal.wordpress.com/2011/12/07/ley-de-la-gravitacion-universal/>

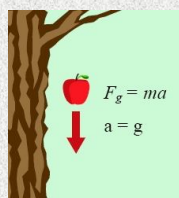


Figura de <http://666comijpese.mil.blogspot.com/es/2012/07/666-en-la-naturaleza-gravedad.html>

Las fuerzas y la velocidad

A diario observamos que los movimientos se acaban si nada los mantiene. Por ejemplo, si dejamos de pedalear en una carretera horizontal iremos parando poco a poco.

Así llegamos a la conclusión de que los cuerpos necesitan de algo para moverse, una idea completamente falsa.

Galileo invirtió en el siglo XVII ese razonamiento afirmando que es el **cambio de velocidad** lo que necesita explicación. Una idea sorprendente.

Por ejemplo, las naves espaciales viajan a enormes velocidades con los motores apagados que solo encienden para cambiar de velocidad.

La ausencia de aire permite que los satélites viajen rápidamente sin necesidad de motor.

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

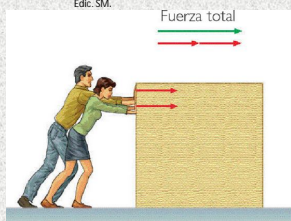
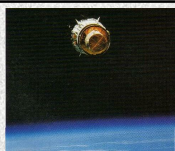


Imagen de:

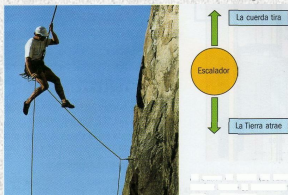
<http://www.andandara.com/Cienciaytecnologia/fuerza.html>

Los cambios en la velocidad o la deformación de un cuerpo nos advierten de que sobre él están actuando otros cuerpos.

A esas interacciones que expresamos con los términos: empujar, arrastrar, sujetar, tirar, atraer, etc., se las conoce, en general como **fuerzas**.

Las fuerzas, al igual que la velocidad y la aceleración, se representan mediante vectores que expresan dónde, en qué dirección y sentido se aplican.

La interacción de los cuerpos



La suma de todas las fuerzas que actúan sobre el escalador vale cero, está en equilibrio.

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

LAS FUERZAS SE SUMAN

Sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas a la vez, y a la suma de todas ellas se denomina **resultante**.

Por ejemplo, un escalador permanece colgado a pesar de que la Tierra lo atrae. En este caso las fuerzas se anulan y su resultante vale cero, es como si ninguna fuerza actuara sobre él.

Las fuerzas se suman...

Decimos que un cuerpo está en equilibrio mecánico si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero.

Por ejemplo, sobre un ascensor que sube con velocidad constante actúan dos cuerpos en sentido contrario, el cable y la Tierra. La resultante es cero, como si ninguna fuerza actuara sobre el ascensor pero este se sigue moviendo.

Fuente: 1, <http://sv2.fis.puc.cl/mediawiki/index.php/>; 2,

Si la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, el cuerpo mantiene su velocidad.

Las interacciones

Las fuerzas siempre se presentan por parejas. Esto quiere decir que cuando un objeto atrae o empuja a otro, este ejerce la misma acción sobre el primero. Por ejemplo, no podemos empujar una pared sin que esta nos empuje igual a nosotros, la Tierra atrae a la Luna y la Luna atrae exactamente igual a la Tierra, etc.

Las fuerzas originadas por cada interacción se denominan **pares de acción y reacción**, aunque son iguales y de signo contrario, no se pueden anular porque se ejercen sobre cuerpos diferentes.

Figuras de Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO, Edic. SM.

La interacción entre dos cuerpos da lugar a dos fuerzas iguales y de sentido contrario que actúan sobre cada uno de ellos.

Masa y aceleración

Si la Tierra nos atrae tanto como nosotros a ella, ¿por qué "caemos" nosotros, y no ella, cada vez que saltamos?

El secreto está en la masa; aunque atraemos a la Tierra igual que ella a nosotros, nuestra masa es menor y nos aceleramos más.

Matemáticamente se expresa:

$$a = F/m$$

Donde F es la resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y m es su masa.

Esa ecuación escrita como $F = m \cdot a$ nos permite definir el **newton**, la unidad internacional de fuerza.

Un newton (N) es la fuerza necesaria para que un cuerpo de 1 kilogramo de masa experimente una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

F es la fuerza de empuje que se aplica a la caja; F_R es una fuerza contraria al movimiento (Rozamiento). Si $F > F_R$, ¿se moverá el cuerpo o no?

Fuente: <http://alqueriaciencia.webnode.es/ fuerzas/>

La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza resultante e inversamente proporcional a su masa.

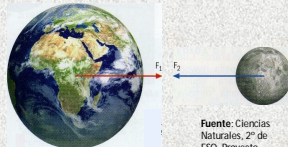
La interacción de la gravedad

Continuamente experimentamos el peso de nuestro cuerpo y de los objetos que cogemos, observamos cómo se curva la trayectoria de un balón y se aceleran las cosas que caen. En estos ejemplos estamos experimentando la **interacción gravitatoria**.

La Tierra posee una masa muy grande y atrae todo lo que se encuentra alrededor con una fuerza que llamamos peso.

El peso, p , se puede calcular según la siguiente expresión matemática: $p = m \cdot g$. Siendo m la masa del objeto y g el valor de la aceleración de la gravedad.

Aunque la unidad de fuerza en el sistema internacional es el **newton (N)**, es costumbre expresar el peso de los cuerpos en "kilos", una abreviatura de la palabra **kilopondio (kp)**, que es el peso en la superficie terrestre de un cuerpo que posee un kilogramo de masa. Un kilopondio equivale a 9,8 N.



INTERACCIÓN GRAVITATORIA
F1: Fuerza de atracción lunar
F2: Fuerza de atracción terrestre

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

¿SABIAS QUE...?

Newton propuso en el siglo XVII una teoría que permitió calcular el valor de la gravedad a partir de la masa y radio de la Tierra según

$$g = G \cdot \frac{M_{\text{Tierra}}}{R^2_{\text{Tierra}}} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

G es la **constante de gravitación universal**.

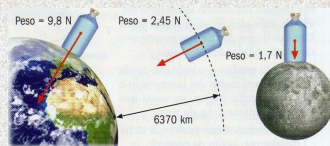
Con esta fórmula se calcula la gravedad en otros lugares.

El peso también varía, todo depende de...

Por ejemplo, un litro de agua que posee una masa de 1 kg pesa 9,8 N (1 kp) en la superficie terrestre.

Si nos alejamos de la Tierra y medimos su peso a 6370 km de la superficie, su peso será 2,45 N (0,25 kp).

Un viaje a la Luna nos mostraría que el peso en la superficie de nuestro satélite se reduce aproximadamente a la sexta parte: 1,65: N. (0,165 kp).



El peso de un objeto en la Tierra es la fuerza con que esta la atrae en ese lugar.

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.

Cómo medir las fuerzas

¿Qué peso soportará un ascensor?, ¿cuál es la altura máxima que podemos conseguir en un edificio? Estas preguntas nos llevan al problema de cómo calcular y medir las fuerzas.

La primera fuerza objeto de medida fue el **peso**. Los egipcios pesaban sus mercancías en un balancín con dos platillos y comparaban directamente con las pesas.

Los romanos descubrieron que bastaba una sola pesa si ésta se podía mover por uno de los brazos. Cuanto más lejos situamos la pesa mayor es la fuerza necesaria para equilibrarla. Esta balanza llamada "**romana**" se basa en la **ley de la palanca**:

"En un balancín en equilibrio se cumple que el producto del peso por la distancia al eje de giro es igual en ambos lados."

La palanca se considera una máquina porque con ella se pueden multiplicar las fuerzas.

Fuente de la figura de la Ley de la palanca
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/opa_paf_ley.htm



Balanza romana

Fuente: Ciencias Naturales, 2º de ESO, Proyecto ENTORNO. Edic. SM.



Tipos de palancas

La situación del punto de apoyo en relación con la resistencia y la potencia determina la clase de palanca.

1) **Palanca de primer género:**
Es aquella en que el punto de apoyo está ubicado entre la resistencia y la potencia.

2) **Palanca de segundo género:**
Es aquella en que la resistencia se halla entre el punto de apoyo y la potencia. En ellas, el brazo de potencia es siempre mayor que el brazo de resistencia, por lo que en todas ellas se gana fuerza.

3) **Palanca de tercer género:**
La potencia se encuentra entre el punto de apoyo y la resistencia, la palanca es de tercer género. En ellas, el brazo de potencia siempre es menor que el brazo de resistencia y, por lo tanto, la potencia es mayor que la resistencia. Entonces, siempre se pierde fuerza pero se gana comodidad.

Fuente: arriba, <http://resaca.de.espot.com.es/2012/07/dinamica-y-la-cosmologia-que-dice-la-fisica-abajo>, <http://tecnologiablogspot.com.es/2010/11/01-archivo.html>

Ley de Hooke o de la elasticidad y la medida del peso de los cuerpos

Algunos materiales se deforman visiblemente cuando ejercemos fuerzas sobre ellos y recuperan la forma al liberarlos, esta propiedad se llama **elasticidad**.

Si la deformación es **proporcional** a la fuerza ejercida se pueden construir instrumentos para medir las fuerzas que reciben el nombre de **dinamómetros**.

Este descubrimiento se debe a Robert Hooke, un científico británico que publicó su Ley en 1678: "La deformación es proporcional a la fuerza ejercida."

En las modernas balanzas se emplean materiales en los que cambia una propiedad eléctrica en proporción a la fuerza aplicada. Un circuito electrónico se encarga de escribir el resultado en la pantalla.

Fuente: <http://www.bscabalar.net/actividades/actividad4.htm>

En resumen...

LAS FUERZAS

- cambian → EL MOVIMIENTO (que se refiere y se describe con: Ecuaciones matemáticas que sirven para calcular la posición y la velocidad. $v = a \cdot t$. Donde v es la velocidad, a es el espacio, t el tiempo y a la aceleración. Gráficas de la posición y de la velocidad respecto al tiempo.
- son el resultado de → LAS INTERACCIONES (como: La interacción gravitatoria que origina el peso de los cuerpos y es la responsable de mantener unidos el Sol y sus planetas.)
- que actúan sobre un cuerpo → se suman dando lugar a una única fuerza resultante, y se pueden representar mediante VECTORES (que: Expresan dónde, en qué dirección y sentido se aplican.)
- producen → DEFORMACIONES (si son elásticas se pueden medir con un DINAMÓMETRO y cumplen la ley de Hooke. La fuerza es proporcional a la deformación.)

El equilibrio se encuentra en equilibrio cuando el resultado de las fuerzas que actúan sobre él es cero. (Pier de Europa (Canarias)).
