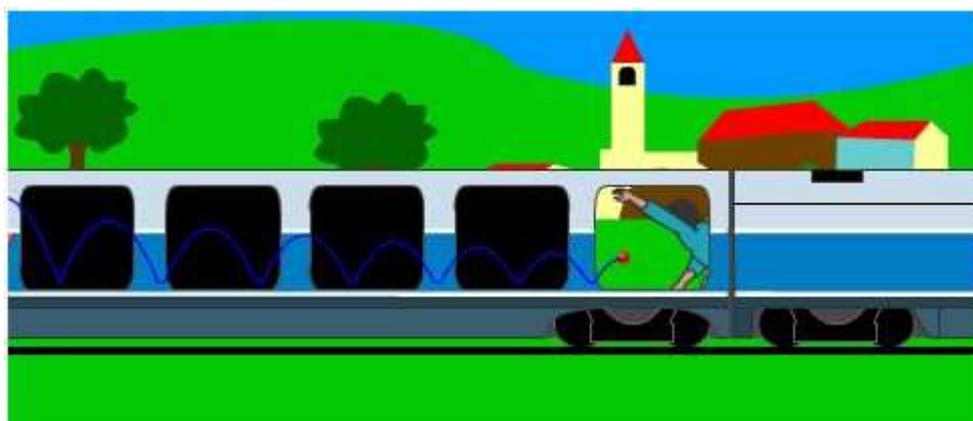


## Tema 2. Los movimientos y las fuerzas

En este tema vas a observar y explicar hechos experimentales relacionados con el movimiento de los objetos y con los cambios provocados por la acción de fuerzas de diferentes tipos (elásticas, gravitatorias, eléctricas, magnéticas, etc).

### 1. La velocidad de los móviles

En el simulador siguiente se ve a un niño con una pelota en la mano. La deja caer, de manera que se puede observar la trayectoria de la pelota desde dos puntos de vista: desde un observador que está sentado dentro del tren o bien desde el punto de vista de otro observador que está sentado fuera.



Fíjate en que lo que percibe cada uno de ellos es distinto, dependiendo de su situación: el movimiento es relativo.

#### Unidades de velocidad

Aunque la velocidad de los automóviles se mide en km/h, su unidad en el SI es el m/s (distancia recorrida por el móvil en un segundo). Su equivalencia la puedes determinar de forma muy sencilla:

$$1 \frac{km}{h} = 1 \frac{1000 m}{3600 s} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s}; \quad 3,6 \frac{km}{h} = 1 \frac{m}{s}$$

#### ¿Qué es la velocidad?

Es una magnitud que mide la rapidez con la que un móvil se mueve, es decir, el espacio recorrido por el móvil por unidad de tiempo.

La velocidad es mayor cuanto más distancia recorre el móvil en menos tiempo.

En el SI se mide en metros por segundo (m/s), aunque en la vida diaria es muy habitual medirla en kilómetros por hora (km/h).

Se mide en km/h en el movimiento de automóviles, y en m/s en el SI ( $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ ).

Que la velocidad de un móvil es de  $x \text{ m/s}$  significa que si su velocidad no varía recorrerá  $x$  metros en cada segundo de su movimiento.

## 1.1 La velocidad cambia

### Velocidad media

En un trayecto determinado en el que la velocidad no es constante se puede calcular la velocidad media, que es la velocidad constante que debería haber llevado el móvil para recorrer en el mismo tiempo el espacio que ha recorrido.

### ¿Qué es la aceleración?

Cuando la velocidad de un móvil cambia se dice que hay aceleración. La aceleración mide la rapidez con la que varía la velocidad: si es grande quiere decir que la velocidad varía muy deprisa, aumentando o disminuyendo. Si no hay aceleración, la velocidad es constante.

### Velocidad instantánea

La velocidad media relaciona el espacio recorrido por un móvil en un tiempo determinado suficientemente grande; si ese tiempo es pequeño, como puede ser  $0,1 \text{ s}$  -una décima de segundo-, en ese intervalo de tiempo tan pequeño la velocidad se puede considerar constante y se llama velocidad instantánea. Es la que marcan los velocímetros de los coches.



### Aceleración y tipos de movimiento

Si la velocidad es constante, el movimiento es uniforme.

Si la velocidad aumenta o disminuye, el movimiento es acelerado, con aceleración positiva o negativa respectivamente.

La aceleración mide la rapidez con la que cambia la velocidad. Indica lo que varía la velocidad por unidad de tiempo.

Si la aceleración es constante, el movimiento es uniformemente acelerado.

### ¿Qué sucede cuando un coche circula por una curva?

Aunque su velocímetro marque siempre lo mismo, en realidad su velocidad no es constante, ya que algo cambia en su movimiento: la dirección en la que se mueve, que únicamente no cambia si el movimiento es rectilíneo.

Es decir, un móvil lleva aceleración (¡cambia su velocidad!) si se modifica su rapidez (la distancia que recorre por unidad de tiempo) o la dirección de su movimiento.



## 1.2 Caída libre

¿Qué sucede cuando se deja caer un objeto cerca de la Tierra? ¿Qué tipo de movimiento lleva? ¿Y cuando se lanza verticalmente hacia arriba? Estos tipos de movimientos son muy frecuentes, y ahora vas a describirlo. Será más adelante cuando veas cuál es la causa de la forma de moverse que vas a describir.



### La aceleración de la gravedad

Cuando un cuerpo de tamaño pequeño y forma aerodinámica experimenta una caída libre cerca de la superficie de la Tierra, su velocidad aumenta en 9,81 metros por segundo en cada segundo. A efectos de estimaciones de cálculo, puedes considerar que el aumento es de 10 metros por segundo en cada segundo ( $10 \text{ m/s}^2$ ). Es decir, como al soltarla lleva una velocidad nula, al cabo de un segundo su velocidad será de 10 m/s, al cabo de otro segundo (2 s), de 20 m/s, un segundo después (3 en total), de 30 m/s, y así sucesivamente.

Este es un dato experimental, y que como verás más adelante al ver las fuerzas gravitatorias no es constante: dependiendo de dónde se produzca la caída libre, el valor es diferente (no es lo mismo en el Ecuador que en los Polos, aunque la diferencia es pequeña, ni en la Tierra o en la Luna, donde la diferencia es muy apreciable).

## 1.3 Objetos que giran

Los objetos no solamente cambian su posición al trasladarse de un sitio a otro: también pueden girar, como es el caso de discos multimedia, centrifugadoras, taladros domésticos, batidoras, satélites, .... Habitualmente giran con velocidad constante. Ahora vas a ver cómo se describe su velocidad de giro.



Los discos de vinilo se usaron antes de los CD de música, que los dejaron fuera de uso porque tenían mayor capacidad y además se podía elegir la canción a escuchar sin manejar piezas mecánicas como el brazo y la aguja del giradiscos. Eran de dos tamaños que giraban a distinta velocidad, los singles y los LP. Sin embargo, en los últimos años se han vuelto a poner de moda y ya se pueden adquirir en muchas tiendas de música.

Hay dos magnitudes asociadas a los movimientos de giro y también a cualquier otro movimiento periódico (aquellos en los que las posiciones se repiten cada cierto tiempo, como sucede en los péndulos y en los muelles cuando oscilan): el periodo  $T$  (tiempo que cuesta hacer un giro completo) y la frecuencia  $f$  (número de vueltas por segundo).

### El movimiento circular uniforme

Las magnitudes que caracterizan al movimiento circular uniforme (trayectoria circular con rapidez constante) son:

**Velocidad de giro** (revoluciones por minuto, rpm).

**Periodo** (tiempo que tarda el móvil en dar una vuelta, segundos, s).

**Frecuencia** (número de vueltas que da el móvil por segundo, rps o hertzios, Hz).

## 2. Fuerzas en tu entorno

No hay ningún cuerpo, objeto o persona en el Universo que no experimente una fuerza. Las fuerzas actúan por todos lados. Cada vez que realizas un movimiento es debido a que sobre ti están actuando fuerzas e incluso cuando estás quieto estás experimentando distintas fuerzas. Pero no sólo eso, las partículas que forman tu cuerpo también están unidas gracias a las fuerzas que actúan entre todas ellas, así que si no existiesen las fuerzas ¡ni siquiera podríamos existir los seres vivos!

Pero, **¿qué es una fuerza?** Aunque es muy difícil de definir vas a ver que algunas de ellas son muy intuitivas y otras se pueden entender a través de los efectos que producen.

### Los efectos de las fuerzas

Tanto en el caso del soga-tira como en el del coche, las personas involucradas están ejerciendo una fuerza, ya sea sobre la cuerda o sobre el coche originando un cambio de velocidad en dichos objetos. Además cuanto mayor es esa fuerza mayor es el cambio que producen.

Las fuerzas no sólo originan cambios en la velocidad de un cuerpo cómo acabas de ver, también un cuerpo se deforma o cambia de dirección debido a una fuerza.



Si te fijas en las imágenes, tanto la esponja como el muelle se deforman debido a la acción de la fuerza que ejerce sobre ambos objetos una persona.

Y en el caso de la pelota de béisbol cambia su dirección debido a la fuerza que ejerce el bate sobre ella: según cómo sea esa fuerza, la pelota se moverá de distinta manera.

### ¿Qué es una fuerza?

Una fuerza es una **medida de la interacción entre dos cuerpos**, que puede dar lugar a cambios en:

- Su velocidad.
- Su forma.
- La dirección en la que se mueven.



La fuerza es el resultado de la interacción de dos cuerpos, pero no es algo que se acumule en ellos: una persona forzada sería aquella que es capaz de desarrollar una gran fuerza, pero no es que contenga fuerza en sí misma.

De forma sencilla, se puede decir que es un empuje o un tirón.

## 2.1 Características de las fuerzas

### Dirección y sentido de las fuerzas

Cuando se trabaja con fuerzas son muy importantes los conceptos de dirección y sentido, que aunque se utilicen en la vida cotidiana cómo si fueran lo mismo, en realidad son diferentes.

### Dirección y sentido

Es muy importante no confundir los conceptos de dirección y sentido.

**Dirección:** camino que un cuerpo sigue en su movimiento.

**Sentido:** cada una de las dos orientaciones opuestas de una misma dirección.



### La intensidad de las fuerzas

Como acabas de ver, además de la dirección y el sentido se define la intensidad de una fuerza, que nos dice si una fuerza es grande o débil; pero decir que una fuerza es muy grande o muy intensa no nos da mucha información, por lo que se define una unidad y así se le puede asignar un valor numérico. La intensidad de una fuerza se mide en Newton (N) en el Sistema Internacional (S.I.).

En Ciencia, a menudo las unidades de medida tienen su origen en el nombre de un gran científico o científica que por sus grandes logros han merecido este honor. La intensidad de una fuerza se mide en Newton como homenaje al gran Isaac Newton.

En estos casos casi siempre se pone en mayúscula ¡Acuérdate de que proviene de un nombre propio!

### El punto de aplicación de las fuerzas

El punto de aplicación es el sitio concreto donde se aplica una fuerza. El punto de aplicación es muy importante a la hora de estudiar los efectos de una fuerza sobre un cuerpo. Por ejemplo, no es lo mismo cerrar una puerta desde el extremo que cuando estamos cerca de su eje.

### Caracterizando una fuerza

Además de la **dirección** y del **sentido**, para conocer cómo es una fuerza y el efecto que puede producir al actuar sobre un objeto es necesario saber el **punto de aplicación** y su **intensidad**, que nos informa de lo grande que es.

La intensidad de las fuerzas se mide en newtons (N) en el SI.

Las flechas que representan las fuerzas tienen diferente longitud según cuál sea la intensidad de la fuerza, su valor numérico en N.

### ¿Quién fue Isaac Newton?

Isaac Newton fue una de las mentes más brillantes y geniales que ha tenido la humanidad. Nació en Inglaterra en 1642 y ya en su época de estudiante desarrolló una rama de las Matemáticas, el cálculo, convirtiéndolo en el mejor matemático de su época, aunque sus aportaciones más conocidas se produjeron en el campo de la Física.

Realizó sus primeras investigaciones en Óptica, demostrando que la luz blanca estaba formada por la composición de luces de los colores del arco iris y desarrollando una teoría que explicaba la naturaleza de la luz. También inventó el telescopio reflector, que en esencia es la base de la mayoría de los telescopios actuales. Aunque si por algo pasó a la historia fue por descubrir las tres leyes que rigen el movimiento de los cuerpos y por definir el concepto de gravedad en su famosa ley de la Gravitación Universal, estableciendo las bases de la ciencia moderna.



Se dice que fue al caer una manzana cuando a Newton le llegó la inspiración que revolucionó por completo la Física, y que fue en este momento cuando pensó que la misma fuerza que hacía caer los objetos era la que mantenía a la Luna en la órbita alrededor de nuestro planeta. Unos años más tarde publicaría su tratado de mecánica concluyendo eran las mismas leyes las que rigen el movimiento planetario y los movimientos en la superficie terrestre.

## 2.2 Midiendo fuerzas

Para medir las fuerzas se utilizan unos instrumentos llamados **dinamómetros**.

Los dinamómetros que vamos a utilizar son muy sencillos. Como verás no es más que un muelle que al estirarse marca el valor de la fuerza necesaria para producir ese estiramiento. También observarás que a mayor fuerza mayor estiramiento.

Si observas diferentes dinamómetros verás que si el muelle es poco consistente, se estira mucho aplicando poca fuerza, pero si se trata de un muelle hecho con hilo grueso, necesita una fuerza muy intensa para estirarse. Lo importante es saber cuánto se estira el muelle si aplicamos una determinada fuerza.



### Resultante de varias fuerzas

Cuando varias fuerzas están actuando, se puede expresar la acción de todas ellas con una sola fuerza, que es la que actuando sola produciría el mismo efecto. Esta se llama fuerza neta o fuerza resultante.

## 2.3 Primera ley de Newton

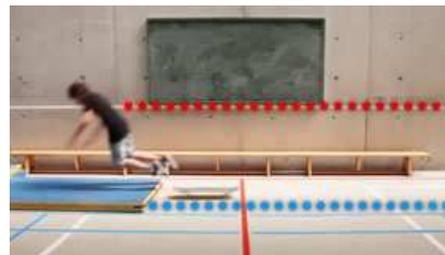
### La inercia

Una idea que persistió durante siglos fue la de que un objeto que se está moviendo lo hace porque sobre él actúa una fuerza continua que lo acompaña en su movimiento. Sin embargo hoy sabemos que los cuerpos tanto si están parados como en movimiento tienden a seguir tal y como estaban (parados o moviéndose) salvo que una fuerza actúe sobre ellos.

En este video puedes observar como un chico subido a un monopatín cumple la primera ley de Newton en dos casos diferentes.

En la primera situación, la fuerza se ejerce sobre el monopatín poniéndolo en movimiento, sin embargo el chico tiende a permanecer parado, tal y como estaba, ya que la fuerza no se está ejerciendo sobre él.

En la segunda situación el chico se está moviendo subido en el monopatín, que al chocar con la colchoneta se para. Sin embargo el chico sigue moviéndose ya que sobre él la colchoneta no ha ejercido ninguna fuerza. Los puntos rojos marcan su movimiento, que será el mismo que tenía cuando estaba moviéndose antes de chocar (¡fíjate que se parece mucho a lo que has hecho con el monopatín!).



### Primera ley de Newton o ley de inercia

Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, este llevará el mismo movimiento que llevaba inicialmente (o bien se moverá en línea recta con velocidad constante o bien permanecerá en reposo).

### La masa y la inercia

La masa es una medida de la inercia, es decir de la resistencia de un cuerpo a que lo pongan en movimiento, lo detengan o en general cambien su movimiento.

## 2.4 Segunda ley de Newton

La segunda ley de Newton relaciona el cambio de la velocidad (aceleración) que experimenta un cuerpo cuando sobre él actúa una fuerza.

### La segunda ley de Newton

Dice que el cambio de velocidad (aceleración) de un cuerpo cuando sobre él actúa una fuerza es directamente proporcional a la intensidad de la fuerza e inversamente proporcional a su masa.

$$F=ma$$

Esto quiere decir que cuanto mayor sea la fuerza que se aplica a **un cuerpo más rápido cambiará su velocidad y que cuanto mayor sea su masa más lentamente variará.**

Por otro lado, cuando se aplica la misma fuerza a objetos de distinta masa, al objeto con menos masa (menor inercia) aumentará más rápido su velocidad.



Puedes ver el siguiente video para ver la relación entre la fuerza aplicada y el cambio de velocidad para los chicos y chicas de antes. También puedes ver el mismo efecto en la estación espacial internacional.

En este caso el monopatín con dos chicos tiene más masa que en el que hay uno solo. Como puedes ver el más masivo se desplaza menos, ya que su velocidad aumenta más despacio, ¡todavía se nota más si se sube al monopatín una tercera persona!

## 2.5 Tercera ley de Newton

La tercera ley de Newton o **ley de acción y reacción** dice que las fuerzas no se presentan solas, que siempre van por parejas: cuando



un cuerpo 1 realiza una fuerza sobre otro cuerpo 2, el segundo también interacciona con el primero realizando una fuerza sobre él. Ambas fuerzas tendrán la misma intensidad y dirección, pero sentidos opuestos. Además su punto de aplicación estará en cuerpos distintos.

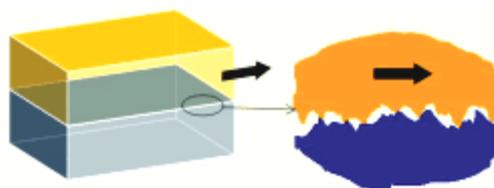
Por ejemplo, si das un puñetazo a una mesa, te vas a hacer daño, ya que al golpearla ejerces una fuerza sobre la mesa, pero la mesa también la ejerce sobre tí con la misma intensidad: cuanto más fuerte golpees, más intensa será la fuerza que actuará sobre tu mano y más daño sentirás.

### Tercera ley de Newton: acción y reacción

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce una fuerza sobre el primero de la misma intensidad y dirección pero de sentido opuesto.

### 3. Fuerzas de rozamiento

El rozamiento es una fuerza que aparece cuando hay dos cuerpos en contacto, impidiendo que deslice uno sobre otro. Es la fuerza responsable, por ejemplo, de que podamos andar y depende, entre otras cosas, de la naturaleza de las superficies en contacto: si son muy rugosas, se "agarran" al intentar deslizar una sobre otra, como puedes ver en la imagen.

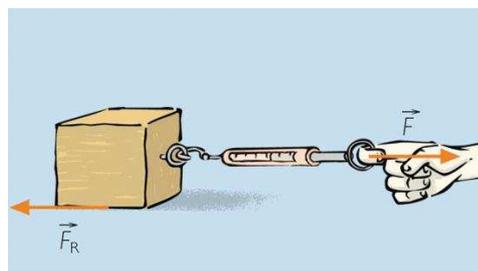


Seguro que ya sabes que no es lo mismo andar en el asfalto que sobre el hielo. Cuando intentas andar sobre el hielo ¡el rozamiento es mucho menor!, por lo que te resulta mucho más difícil desplazarte.

#### Diagramas de fuerzas

Cuando empujamos o tiramos de un objeto para moverlo por deslizamiento aparece una fuerza llamada fuerza de rozamiento ( $F_R$ ).

Si te fijas en las imágenes, podrás observar que tanto cuando la persona empuja la caja como cuando tira de un bloque está ejerciendo una fuerza. A causa de esta fuerza aparece otra fuerza que se opone a la primera: es la llamada **fuerza de rozamiento**.



Como has visto, es distinto arrastrar el taco de madera por las distintas superficies: la fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de las superficies en contacto. Cuanto más rugosas sean, mayor será la fuerza de rozamiento y cuanto más pulidas, menor. Por eso es más difícil andar por el hielo, ya que la fuerza de rozamiento es mucho más pequeña que en el asfalto, y es más difícil andar.

### Fuerzas de rozamiento

La fuerza de rozamiento es la fuerza que aparece cuando un cuerpo se intenta desplazar sobre otro y cuyo sentido se opone al deslizamiento de ambas.

Su valor depende de cómo sean las superficies de los cuerpos involucrados.

### Caída libre en el vacío

Como has podido observar en el experimento de la torre de Pisa, el hecho de que algunos cuerpos caigan más rápido que otros se debe a la presencia del aire: el rozamiento se origina debido a la fricción de los cuerpos con el aire. En el siguiente vídeo vas a observar dos experimentos distintos que lo demuestran: el primero en una cámara de vacío a la que se le ha extraído todo el aire y el segundo nada más y nada menos que en la Luna, que no posee atmósfera.

Fíjate en que los objetos caen con la misma velocidad en ausencia de aire.

### El rozamiento con el aire

Todos los cuerpos caerían a la vez si no existiese rozamiento entre ellos y el aire de la atmósfera. Sin embargo, el rozamiento es distinto dependiendo de su forma o tamaño, pero no de su masa.

## 4. Fuerzas gravitatorias

### Fuerzas a distancia

Las fuerzas que has visto hasta ahora son el resultado de la interacción de cuerpos que están en contacto. Sin embargo, las que vas a estudiar ahora son más misteriosas, ya que son el resultado de la interacción de dos cuerpos que se encuentran a una determinada distancia y son debidas a alguna de sus propiedades.

La primera que veremos será la fuerza gravitatoria que es la fuerza que experimentan los cuerpos con masa. Es la responsable de lo que llamamos peso, ¡pero también de que nuestro planeta esté girando alrededor del Sol!



### De regreso a la Tierra

En la superficie de nuestro planeta observamos que todos los cuerpos se ven atraídos por la Tierra con una fuerza a la que llamamos peso. **El peso es debido a la atracción mutua entre un cuerpo y la Tierra porque ambos tienen masa:** cuanto mayor es la masa, mayor es la atracción entre ambos (¡mayor es la fuerza que la Tierra realiza sobre el cuerpo, pero también la que realiza el cuerpo sobre la Tierra!).

El peso de un objeto es proporcional a su masa, pero ambos conceptos son muy diferentes, aunque en el lenguaje cotidiano se utilizan indistintamente.

## La masa y el peso

La masa es la cantidad de materia de un objeto. Se mide en una balanza y su unidad de medida es el kilogramo.

El peso es una fuerza que resulta de la interacción de dos cuerpos con masa. Se mide con un dinamómetro y su unidad de medida es el Newton.

La masa es invariante, lo que quiere decir que no varía independientemente de dónde se encuentre el objeto; sin embargo, el peso puede variar dependiendo del lugar en el que esté.

### ¿Cómo se calcula el peso de un cuerpo?

Ya sabes que se mide con un dinamómetro, pero ¿y si el cuerpo es muy grande? Para poder medirlo se utilizan las balanzas, que en lugar de indicar el peso nos indican la masa del cuerpo, ya que utilizan la relación que hay entre masa y peso:  $P = mg$  donde  $m$  representa la masa del cuerpo y  $g$  es una constante en la superficie de nuestro planeta, que tiene como valor 9,81 N/kg.

La unidad de medida del peso es el Newton (N), ya que el peso es una fuerza.

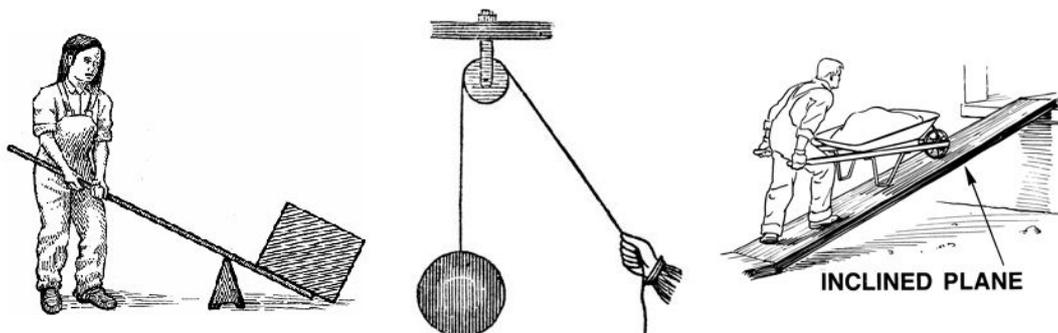
### El significado de $g$

En la Tierra  $g$  tiene un valor aproximado de 9,8 N/kg; es decir, la Tierra atrae cada kilogramo de masa con una fuerza de 9,8 N.

## 5. Máquinas

Desde que nos despertamos por la mañana estamos ejerciendo fuerzas para realizar casi todas las actividades de nuestra vida cotidiana. Lavarnos los dientes, abrir una puerta, andar por la calle... son actividades que requieren la acción de una fuerza, ¡y la lista es interminable!

Desde la antigüedad, el ser humano ha intentado facilitar determinados procesos que requieren la acción de grandes fuerzas. Para ello se inventaron procesos o mecanismos que permiten hacer determinadas tareas de manera más sencilla, reduciendo la fuerza que hay que ejercer para desarrollar una determinada labor.



Alguna de las máquinas más sencillas son la palanca, la polea o el plano inclinado, aunque hay muchas más

### La palanca

Una palanca es una máquina compuesta por una barra rígida que oscila sobre un punto de apoyo (fulcro) debido a la acción de dos fuerzas, potencia y resistencia. La resistencia es la fuerza que hay que vencer y la potencia la fuerza que hay que aplicar.



Las palancas se utilizan porque nos permiten vencer grandes resistencias aplicando potencias menores o conseguir mayores desplazamientos.

Hay distintos tipos de palanca, clasificados en tres grandes grupos: de primer grado, de segundo grado o de tercer grado, según donde se encuentre el punto de apoyo en relación a los puntos de aplicación de las fuerzas. Aquí tienes algunos ejemplos de palancas de estas tres clases.



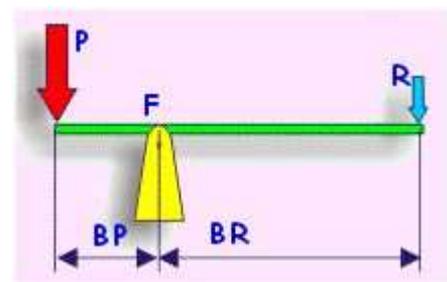
Así algunas palancas nos permiten disminuir la fuerza que tenemos que hacer para realizar una tarea determinada, como en el caso del cascanueces. Este instrumento permite romper la cáscara de una nuez, cosa que nos resultaría mucho más difícil si lo quisiésemos hacer simplemente con la fuerza de nuestra mano. Algo parecido sucede con la tijera o la pinza de ojos.

Las palancas cumplen una ley que permite conocer la relación entre la fuerza aplicada o potencia y la fuerza a vencer o resistencia, conocida como ley de la palanca.

### Ley de la palanca

El producto de la resistencia (R) por su distancia al punto de apoyo (BR o brazo resistencia) es igual al producto de la potencia (P) por su distancia a dicho punto (BP o brazo potencia).

$$P \cdot BP = R \cdot BR$$



## 6. Fuerzas eléctricas

### Un poco de Historia

En la antigua Grecia, hace 26 siglos, Thales de Mileto conseguía atraer objetos ligeros, como paja o plumas, frotando ámbar con una piel de gato.

Mucho más tarde, en el año 1600, un investigador inglés, William Gilbert, encontró que numerosos materiales (vidrio, azufre, sal, resina...) al ser frotados presentaban propiedades similares a las del ámbar, y los llamó eléctricos. El motivo de este nombre es que el ámbar en griego se llama **elektron**.



En el siglo XVIII, el francés Charles du Fay observó que materiales idénticos frotados de la misma manera se repelían. Por ello llegó a la conclusión de que hay dos tipos de fenómenos eléctricos: atractivos y repulsivos.

A mediados de ese mismo siglo, el científico estadounidense Benjamín Franklin estableció la teoría del fluido eléctrico. Según esta teoría, los fenómenos eléctricos se debían al paso de este fluido de un cuerpo a otro. Realizó el experimento de la cometa e inventó el pararrayos.

En 1785, Charles A. **Coulomb** formuló las **leyes de la electrostática**: "Las fuerzas eléctricas entre dos partículas cargadas son directamente proporcionales a sus cargas e inversamente proporcionales al cuadrado de su distancia."

### Fenómenos electrostáticos en tu entorno

En la vida cotidiana has observado y experimentado fenómenos que son ejemplos de la naturaleza eléctrica de la materia:

- Todos nosotros hemos notado al peinarnos que el pelo queda atraído por el peine. El mismo fenómeno de atracción se observa al desenvolver un artículo cubierto con papel de celofán.
- Cuando los niños juegan con globos notan como su pelo también queda atraído. Y saben que al frotar el bolígrafo con su ropa tiene la capacidad de atraer trocitos de papel.
- Al ponerte o quitarte un jersey has visto chispazos.
- Después de andar descalzo sobre una alfombra, al tocar un objeto metálico notas un pinchazo.
- Después de circular un rato con nuestro coche, podemos sentir un calambre al bajarnos del mismo y tocar la puerta.
- En una tormenta se generan rayos y relámpagos.



Puedes realizar en tu casa el experimento del globo. ¡Pero resulta más espectacular cargar el cuerpo para que se repela el cabello como se ve en el vídeo!

Fíjate en la simulación. John Travolta es un actor, cantante y bailarín estadounidense, conocido por sus actuaciones en películas como Fiebre del sábado noche, Grease y otras. Frota su pie derecho con una alfombra como si estuviera realizando uno de sus famosos bailes. Observa como al acercar su mano al tirador metálico de la puerta salta un chispazo.

## 6.1 Métodos experimentales

### Electrización y carga eléctrica

Cuando se frota la regla de plástico o el bolígrafo, adquieren la propiedad de atraer cuerpos ligeros como el confeti o de desviar el chorrito de agua.

Para explicar este fenómeno admitimos que la regla ha adquirido una propiedad que denominamos **carga eléctrica** y decimos que se ha electrizado.

La **electrización** es el fenómeno por el cual ciertos materiales se cargan eléctricamente al frotarlos fuertemente con otros.

### Electrización por contacto

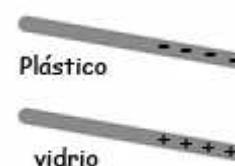
- Al acercar la varilla de plástico frotada a la bolita del péndulo, ésta se aproxima.
- Una vez que entran en contacto la varilla y la bolita, se produce la repulsión entre ambas: la bolita se ha electrizado.



- Al tocar simultáneamente las bolitas de los dos péndulos, quedan electrizadas y se repelen.
- Cuando se toca cada bolita con una varilla de diferente material se atraen.

### Electrización por inducción

- La electrización de un cuerpo puede hacerse sin que exista contacto con el cuerpo electrizado.
- Existen dos tipos de carga eléctrica, una la que adquiere el vidrio al frotarlo, **carga positiva**, y otra la que adquiere el plástico, **carga negativa**. Se asigna la carga positiva al vidrio y la negativa al plástico por convenio.
- Los cuerpos que portan cargas eléctricas del mismo signo se repelen y los que las tienen de signo contrario se atraen.



## 6.2 Electrización y cargas

En los experimentos anteriores has podido observar que los cuerpos se pueden electrizar de tres maneras: por frotamiento, por contacto y por inducción.

A finales del siglo XIX se descubrieron unas partículas que tenían carga eléctrica negativa y que se llamaron **electrones**. Este descubrimiento hizo pensar a los científicos que los átomos no son indivisibles. Por lo tanto, debían tener una parte cargada positivamente ya que en su conjunto son neutros.

Diversas experiencias permitieron descubrir que esa parte cargada positivamente es un denso núcleo alrededor del cual giran los electrones. Este núcleo, a su vez, está formado por dos tipos de partículas unidas firmemente, los **protones** y los **neutrones**. Los protones tienen carga positiva y los neutrones no tienen carga.

Las cargas del protón (positiva) y la del electrón (negativa) son iguales pero de signo contrario.

La existencia de los electrones permite explicar las tres formas de electrización que has visto.



### Electrización por frotamiento

Al frotarse dos cuerpos se produce el paso de electrones de la superficie de uno a la del otro. El cuerpo que pierde electrones pierde carga negativa y queda cargado positivamente. El cuerpo que gana electrones queda cargado negativamente.

Es decir, la electrización por frotamiento es el resultado de la transferencia de electrones entre dos cuerpos:

- Un cuerpo cargado positivamente posee defecto de electrones.
- Un cuerpo cargado negativamente posee exceso de electrones.

### Electrización por contacto

Al poner en contacto un cuerpo descargado (la bolita del péndulo) y un cuerpo cargado (la varilla frotada), los electrones pasan de un cuerpo a otro:

- Si la varilla está cargada negativamente (plástico) algunos electrones pasan de la varilla a la bolita del péndulo, que queda cargado negativamente.
- Si la varilla está cargada positivamente (vidrio) algunos electrones pasan de la bolita a la varilla, quedando el péndulo cargado positivamente.



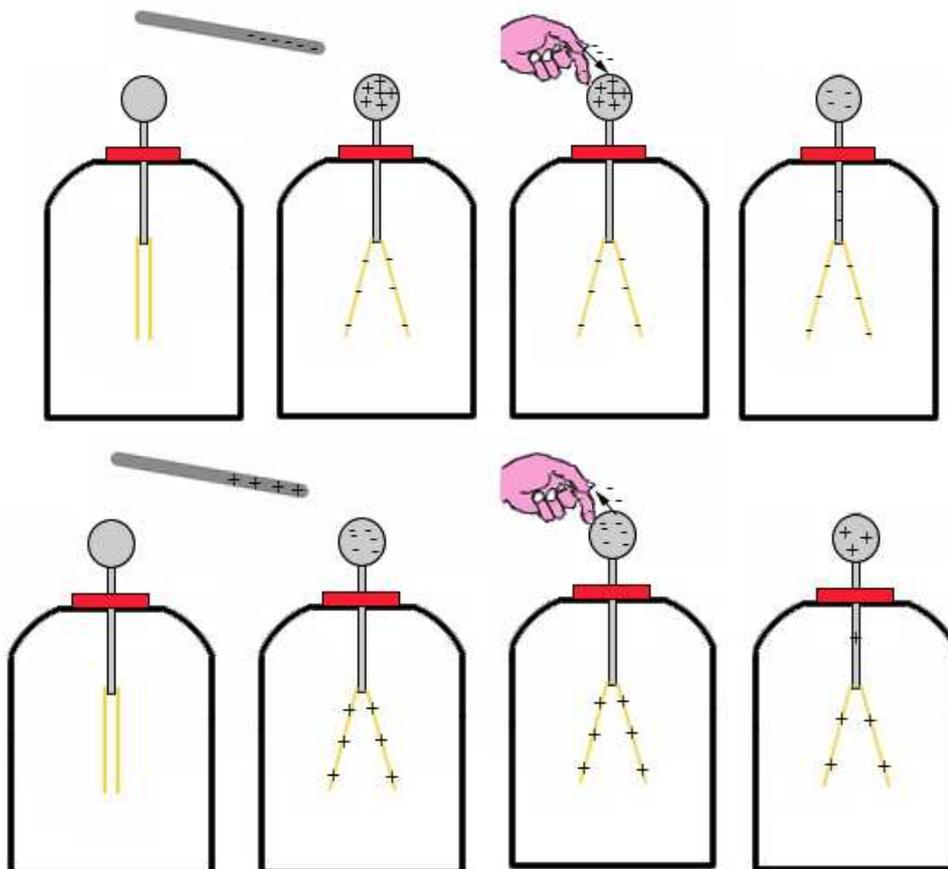
### Electrización por contacto

Es el resultado de la redistribución de los electrones entre los dos cuerpos, que pasan del cuerpo con carga negativa al cuerpo con carga positiva.

### Electrización por inducción

Cuando se aproxima la varilla frotada (cargada) al extremo superior del electroscopio (o a la bola descargada), los electrones se acercan o se alejan de la zona por la que se aproxima la varilla según que la carga de ésta sea positiva o negativa. Los electrones son atraídos por la varilla positiva y repelidos por la varilla negativa.

El electroscopio sigue siendo en su conjunto neutro, pero la zona próxima a la varilla positiva tiene un exceso de electrones y la zona más alejada de la varilla presenta un defecto de electrones. Asimismo, la zona próxima a la varilla negativa tiene un defecto de electrones y la zona más alejada de la varilla presenta un exceso de electrones. Puedes cargar el electroscopio como se indica en las figuras siguientes.



## Electrización por inducción

Un cuerpo es eléctricamente neutro cuando el número de cargas positivas que posee es igual al de cargas negativas.

La electrización por inducción es el resultado del movimiento de los electrones del cuerpo neutro, atraídos o repelidos según sea la carga (positiva o negativa) del cuerpo cargado que se le aproxima.

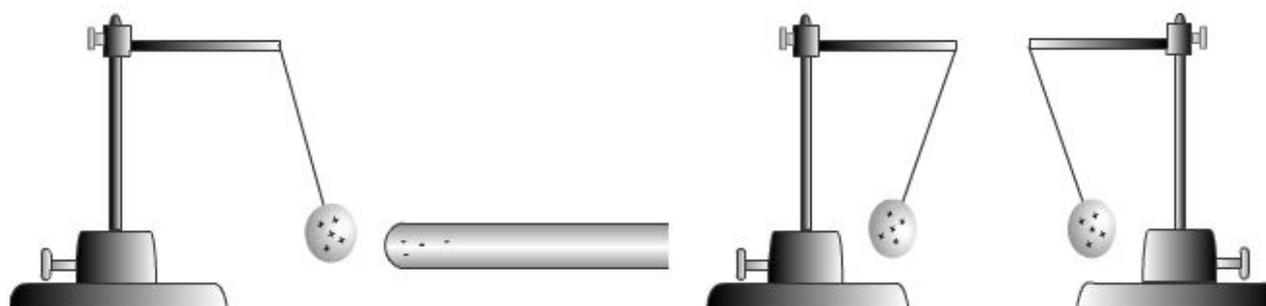
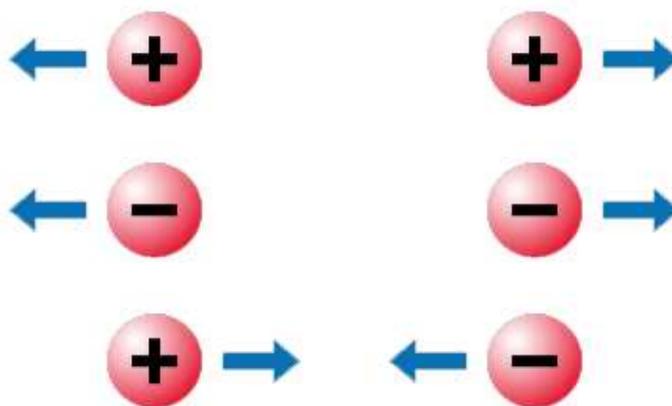
En los procesos de electrización la carga eléctrica total permanece constante (la carga eléctrica se conserva). Los electrones pasan de unos cuerpos a otros o se desplazan en uno, pero la carga total es la misma.

## 6.3 Fuerzas entre cargas

### Tipos de cargas

Has visto que los fenómenos eléctricos pueden ser de atracción o de repulsión. Para explicar estos fenómenos se ha utilizado una propiedad de la materia que se denomina **carga eléctrica**. Existen dos tipos de cargas eléctricas: **positivas** y **negativas**. Las cargas del mismo signo se repelen y las de distinto signo se atraen.

En las simulaciones siguientes puedes observar a la izquierda cómo se atraen dos cuerpos cargados uno positivamente y el otro



negativamente, mientras que se repelen dos péndulos electrostáticos cargados positivamente. Nota que cuanto más los acercas, más se separan.

### Carga eléctrica

Es una magnitud física cuya unidad en el S.I. es el **culombio (C)**.

La carga del electrón es la unidad elemental de carga eléctrica. La carga del electrón expresada en unidades del sistema internacional S.I. es de  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

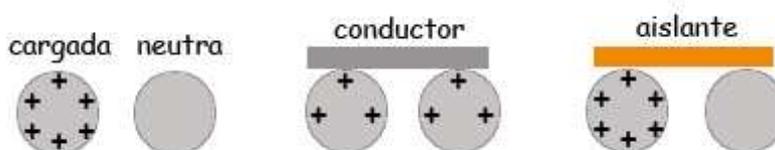
La carga de un cuerpo siempre es un múltiplo entero de la carga del electrón.

## Conductores y aislantes

En las experiencias de electrización hemos utilizado una varilla de vidrio o una de plástico. ¿Qué hubiera sucedido si hubiéramos utilizado una de metal?

Una varilla metálica no se carga si la sujetamos con la mano y la frotamos. Pero sí lo hace si al frotarla la sujetamos con un mango de vidrio o de plástico y el metal no se toca con la mano.

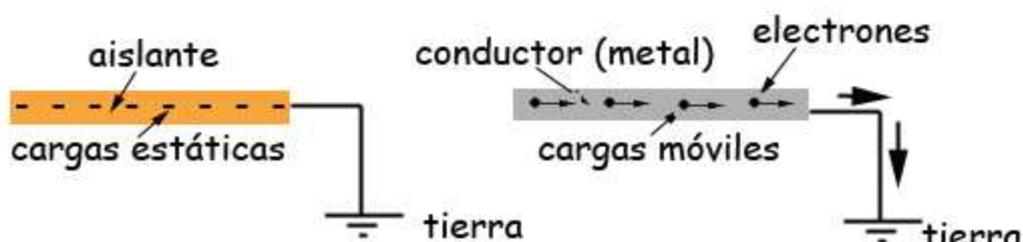
Esto se debe a que en un cuerpo neutro las cargas eléctricas se encuentran distribuidas en una situación de equilibrio. Cuando el cuerpo es electrizado, pueden ocurrir dos cosas: la primera que las cargas (los electrones) se distribuyan por todo el cuerpo y la segunda, que las cargas permanezcan en el lugar donde se depositaron. Los materiales del primer tipo se denominan conductores y los segundos aislantes.



Los cuerpos en los que las cargas se mueven libremente se llaman **conductores**.

Los cuerpos que no permiten el movimiento de las cargas en su interior se llaman **aislantes**.

El que un cuerpo se comporte como un conductor o como un aislante depende de su naturaleza. Así los materiales conductores poseen electrones que pueden moverse fácilmente a lo largo del material, mientras que los aislantes tienen los electrones fuertemente ligados.



Son ejemplo de materiales aislantes la madera, los plásticos, el caucho y el vidrio. Los metales son conductores y algunas disoluciones también (por ejemplo la sal común disuelta en agua).

La distinción entre conductores y aislantes no es absoluta. Existen muchas situaciones intermedias muy interesantes, como la de los materiales **semiconductores** (por ejemplo, el silicio), debido a su gran importancia en la fabricación de componentes electrónicos.

## 7. Corriente eléctrica

Observa a tu alrededor. Mires donde mires, verás algún dispositivo eléctrico: la iluminación, el ordenador e incluso tu teléfono móvil.

El descubrimiento y posterior desarrollo de la electricidad y de los dispositivos eléctricos permitieron un cambio radical en la sociedad, de tal manera que puede afirmarse que sin esta tecnología nuestra vida no sería la misma.

El movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor, llamado corriente eléctrica, resulta imprescindible para hacer funcionar la mayoría de aparatos de nuestro entorno, desde nuestro despertador hasta la maquinaria de cualquier empresa.

Como ya has visto, la fuerza entre cargas tiene distinto carácter en función del signo de las mismas. Así, cuando se ponen en contacto dos cuerpos cargados, uno negativamente (con exceso de electrones) y otro positivamente (con defecto de electrones), los electrones del primero experimentarán una fuerza que hará que se desplacen hacia el cuerpo cargado positivamente.

### ¿Qué es la corriente eléctrica?

Se denomina corriente eléctrica al movimiento continuado de cargas eléctricas entre dos puntos.

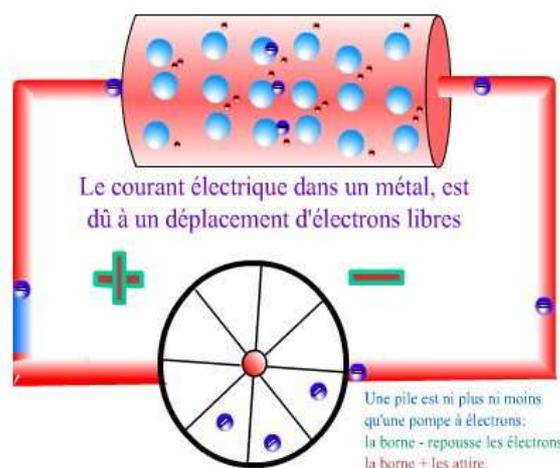
### Los electrones y la corriente eléctrica

La corriente eléctrica se produce a través de un medio que permite su paso, llamado conductor. Si este recorrido se realiza de tal forma que las cargas pueden volver al punto de partida, se dice que se ha establecido un circuito eléctrico.

Cuando se describió por primera vez la corriente eléctrica no se conocían los electrones, y se consideró, hoy se sabe que erróneamente, que estaba formada por partículas de carga positiva. El sentido de la corriente se definió como dirigida del polo positivo al negativo, ya que la carga positiva del polo positivo repelía a las cargas positivas de la corriente eléctrica.

Hoy en día se sabe que al asociar la electricidad con el movimiento de electrones, de carga negativa, el sentido real de la corriente eléctrica en un circuito es del polo negativo al positivo, pues los electrones salen del polo negativo y se mueven por atracción eléctrica hacia el polo positivo, por lo que el sentido de la corriente es el contrario al del desplazamiento de los electrones.

En la siguiente animación puedes observar cómo se produce el movimiento de electrones que da lugar a la corriente eléctrica. Para que la corriente comience a circular, primero tienes que cerrar el interruptor, pulsando sobre el tramo de circuito abierto marcado como "Fermez l'interrupteur".



### Magnitudes en los circuitos

Las tres magnitudes básicas que caracterizan un circuito eléctrico son:

- Intensidad (I)
- Diferencia de potencial (V)
- Resistencia (R)

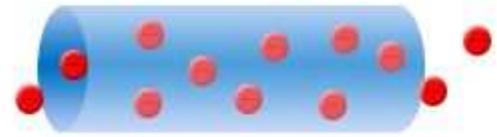
En los puntos siguientes vas a estudiar el significado de cada una de ellas y su relación.

## 7.1 Intensidad (I), voltaje (V) y resistencia (R)

### Intensidad de la corriente eléctrica

Si quieres indicar cuánta agua fluye por un río utilizas el concepto de caudal: cuanto más agua pasa por unidad de tiempo, mayor es el caudal.

Existe una magnitud análoga en electricidad, que se denomina intensidad de corriente. En este caso, lo que se mide es la cantidad de cargas (normalmente electrones) que circulan por una sección de un conductor cada segundo. Cuanto mayor sea el número de éstas, mayor será el valor de la intensidad.



### Intensidad (I)

Se denomina **intensidad de la corriente eléctrica (I)** al número de cargas que atraviesan una sección de conductor en cada segundo.

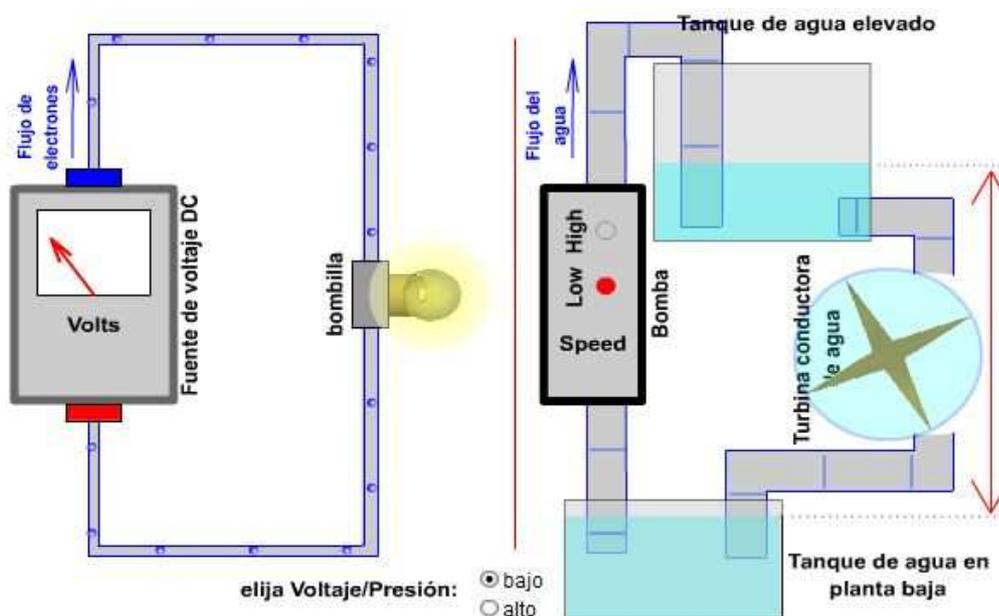
La unidad de la intensidad en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) es el **amperio (A)** que corresponde a una carga de 1 culombio que atraviesa la sección del conductor cada segundo ( $1 A = 1 C / 1 s$ ).

### Diferencia de potencial o voltaje

Ya has visto que la corriente eléctrica consiste en el movimiento de los electrones a través de un medio conductor al ser atraídos por cargas positivas y repelidos por cargas negativas.

Ahora bien, para que la corriente siga fluyendo es necesario que haya una fuente de alimentación (ya sea una pila o un enchufe) que permita que no cese la corriente. Para entenderlo, fíjate en la animación siguiente, que compara el comportamiento de la electricidad con el flujo de agua en un sistema de tuberías (es lo que se llama símil hidráulico).

Fíjate en primer lugar en el circuito hidráulico. Observa cómo al impulsar el agua con mayor presión, mayor es el flujo del agua y a más velocidad gira la noria. Puedes cambiar esta presión mediante el interruptor "Elegir presión", con dos selecciones "Alto" y "Bajo".



Ahora fíjate en la parte correspondiente al circuito eléctrico. En ella es fácil identificar el equivalente al caudal: se trata de la intensidad eléctrica que acabas de estudiar. Así, al igual que el agua precisa de una bomba que la impulse para seguir su flujo, las cargas necesitan de un impulsor que permita que la corriente continúe circulando. Este dispositivo recibe el nombre de generador.

Los objetos caen debido a su masa, pasando de puntos de mayor a otros de menor altura. Lo mismo sucede con las cargas: se mueven debido a la diferencia de potencial eléctrico o voltaje entre dos puntos del circuito. Cuanto mayor sea, más rápidamente se desplazarán los electrones por el conductor y mayor será la intensidad de la corriente.

### Voltaje (V)

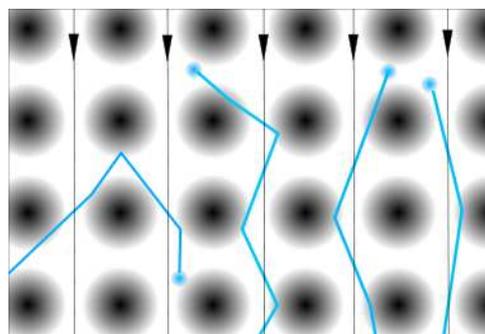
La **diferencia de potencial**, también denominada **voltaje (V)**, entre dos puntos de un circuito eléctrico es la energía que gana o pierde la carga unidad al desplazarse entre ellos.

La unidad de la diferencia de potencial en el Sistema Internacional de Unidades es el **voltio (V)**.

### Resistencia

En los modelos que has visto hasta ahora las cargas se desplazan libremente, pero esto no ocurre así en la vida real. Cuando una corriente atraviesa una sección de circuito eléctrico, los electrones chocan contra las partículas que forman el conductor, perdiendo velocidad y con ello energía.

La cantidad de energía perdida dependerá del **tipo de conductor** de que se trate: en el caso de un buen conductor, perderá muy poca energía, mientras que si se trata de un aislante perderá mucha llegando, incluso, a no circular en absoluto. Para comprender este comportamiento resulta muy útil el símil hidráulico, en el que el aumento de la resistencia correspondería a un estrechamiento en la tubería, con lo que se dificultaría el paso del agua.



### Resistencia (R)

Se denomina **resistencia (R)** de un elemento de un circuito a la oposición que éste ejerce al paso de las cargas.

La unidad de resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el **ohmio ( $\Omega$ )**.

## 7.2 Circuitos eléctricos

### La ley de Ohm

Establece la relación entre las tres magnitudes eléctricas fundamentales: intensidad de corriente, voltaje y resistencia. Es imprescindible manejarla para hacer cálculos en circuitos, que es lo que harás en Tecnología.

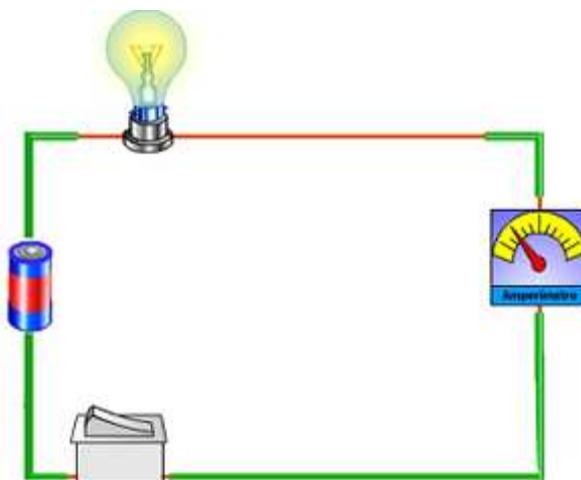
La intensidad de corriente  $I$  en un circuito será mayor cuanto más tendencia tengan los electrones a desplazarse (el voltaje  $V$ ) y menor cuanto mayor sea la oposición al paso de la corriente (la resistencia  $R$ ).

$$I = \frac{V}{R}$$

### Circuitos eléctricos

Para poder disponer de la corriente eléctrica que haga funcionar nuestros aparatos eléctricos es necesario enchufarlo a la red de distribución de electricidad que da servicio en nuestra casa, o bien utilizar pilas si el aparato consume poco.

En Tecnología trabajarás con montajes de circuitos eléctricos en los que habrá una fuente de electricidad y elementos que la consumen (motores, bombilla, interruptores, etc). Además de construirlos, los representarás gráficamente y harás cálculos en ellos aplicando la ley de Ohm. En la imagen aparece un circuito con algunos de esos elementos.



## 8. Fuerzas magnéticas

### Imanes

Además de las fuerzas gravitatorias y de las eléctricas, que ya has visto, hay un tercer tipo de interacción a distancia: son las fuerzas magnéticas, producidas por imanes, que actúan sobre objetos hechos con hierro y unos pocos materiales más (cobalto, níquel y sus aleaciones).

Las fuerzas de naturaleza eléctrica las producen las cargas positivas y las negativas, por lo que hay objetos que tienen una carga neta de un signo o de otro, y producen efectos diferentes. Sin embargo, un imán tiene a la vez las dos propiedades: un polo norte en un extremo y un polo sur en el otro. Además, si partes un imán en dos trozos obtienes dos imanes.



### Fuerzas magnéticas de acción y reacción

Los imanes atraen a los objetos, pero por reacción éstos también atraen a los imanes; por tanto, aparecen dos fuerzas, un par de acción y reacción, de manera que una fuerza actúa sobre el imán y la otra sobre el objeto.

Según cómo sea la masa del imán y del objeto se observará que se desplaza de forma apreciable uno u otro (el de menor masa experimenta mayor aceleración, y es el que más se desplaza en la atracción mutua).

### Tipos de imanes

Hay dos tipos de imanes: permanentes y electroimanes (que solamente tienen propiedades magnéticas cuando circula corriente eléctrica por ellos).

Hay imanes naturales y otros artificiales. Los más potentes que se usan hoy en día son los de un elemento químico llamado neodimio (Nd).

Cuando manejes imanes de este tipo, ten mucho cuidado porque producen fuerzas tan intensas que si te dan un pellizco pueden hacerte mucho daño.



### Polaridad de los imanes

Los imanes tienen dos polos que se orientan entre sí, de forma que los polos norte y sur se atraen, mientras que los polos norte-norte y sur-sur se repelen.

Los imanes desvían la trayectoria de objetos de hierro, ya que realizan una fuerza sobre ellos que les obliga a cambiar la dirección de su movimiento.

La Tierra tiene propiedades magnéticas, que se observa en la brújula (se manifiesta la interacción magnética de la Tierra en los polos norte y sur geográficos), que se utiliza precisamente para orientarse al saber la dirección del Polo Norte.

## 8.1 Electromagnetismo

### Imanes y corriente eléctrica

La electricidad y el magnetismo tienen una relación tan estrecha que se suele hablar de electromagnetismo. La corriente eléctrica produce efectos magnéticos, mientras que utilizando imanes se genera corriente eléctrica: simplemente hay que mover un imán cerca de una bobina (conjunto de espiras).