



ESPAD Nivel I

Ámbito Científico  
Tecnológico

Contenidos

**Del Papel a los plásticos:  
Sistema Internacional de Unidades**

**“....nada más grande y ni más sublime ha salido de las manos del hombre que el sistema métrico decimal”**

Esta frase fue pronunciado por Antoine de Lavoisier (1743-1794) que fue un químico, biólogo y economista francés, considerado el creador de la química moderna, junto a su esposa, la científica Marie-Anne Pierrette Paulze, por sus estudios sobre la oxidación de los cuerpos, el fenómeno de la respiración animal, el análisis del aire, la ley de conservación de la masa o ley Lomonósov-Lavoisier, la teoría calórica y la combustión, y sus estudios sobre la fotosíntesis.

Es curioso que una persona que ha hecho tantos avances en la ciencia, asegure que el mayor de todos sea el sistema métrico decimal. Por este y otros motivos dedicamos dos temas en este ámbito a la medida de magnitudes y al actual Sistema Internacional de Unidades (antiguo sistema métrico decimal).

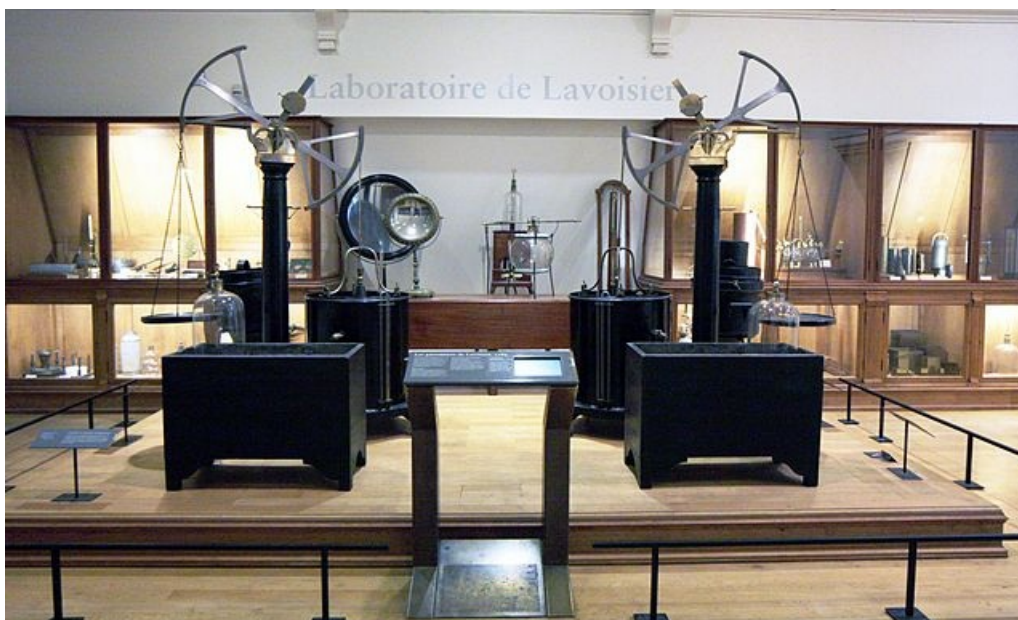
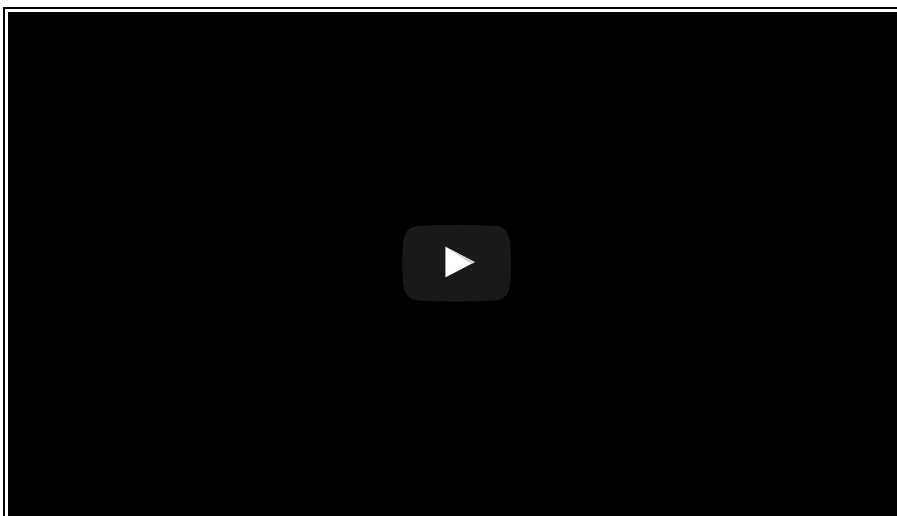


Imagen de Edal en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

## 1. Qué medimos

Al igual que decíamos hace unos temas que los números formaban parte de las estructuras más básicas y antiguas del pensamiento humano, la medida sin duda da fuerza a esta consideración.

La medida surgió, ya que era algo necesario para los hombres; por ejemplo a la hora de cazar, necesitaban conocer a que distancia se encontraba la presa, o el tiempo que transcurría entre recolección y recolección. Los sistemas de medidas de longitud derivaron de las dimensiones de distintas partes del cuerpo humano, como el codo, el dedo, la mano, o el pie. Otros sistemas de medida, como el tiempo, derivaron de los periodos cíclicos que afectaban a la vida de los hombres.



Vídeo del Canal Encuentro alojado en [Youtube](#)

## 1.1. Medir: valores, magnitudes y unidades.



### ¿Para qué necesita el hombre medir?

Aunque no nos damos cuenta, vivimos en un mundo de mediciones. Tenemos relojes para medir el tiempo, un cuentakilómetros en el coche para conocer las distancias recorridas, termómetros para saber nuestra temperatura...

El viaje de la medida y sus instrumentos ha sido largo, pero aún está en continua evolución.

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha empleado sistemas de medida para cuantificar. Muchos de estos sistemas de medidas estaban basados en partes del cuerpo o en objetos cotidianos (una vara, un pie...) El problema de este tipo de unidades es que no eliminaban la ambigüedad, y fomentaba el uso de diferentes medidas en los distintos pueblos, lo que provocaba dificultades en la comunicación entre ellos.



Imagen de Unsplash en Pixabay. Licencia CC

### ¿Qué y cómo medimos?

#### Importante

Las cualidades de los objetos que se pueden medir se denominan **magnitudes**. Para medir una cantidad de una magnitud, la comparamos con otra cantidad fija a la que denominamos **unidad de medida**.

El resultado de la medición de una cualidad (magnitud) se expresa mediante un número (valor) que indica el número de veces que hemos repetido la unidad, y el nombre de esta. Por ejemplo, si hablamos de nuestra estatura (magnitud longitud) y decimos que medimos 1,78 metros, hemos dado el valor y la unidad correspondiente.

#### Tipos de magnitudes

Hemos dicho que una magnitud es cualquier cualidad de un objeto que se puede medir.

De ahora en adelante utilizaremos el término magnitud para referirnos a **magnitud física** que es la asociada a una propiedad física o cualidad medible de un sistema físico. Por ejemplo, la longitud, la masa...

Hay otras magnitudes fuera de la física, como por ejemplo el dinero que responde a utilidades económicas y de intercambio.

Las magnitudes que quedan perfectamente definidas con el valor y la unidad se llaman **magnitudes escalares**. Hay otras magnitudes que requieren una "información extra" como la aceleración o la velocidad, en las que tendríamos que dar la dirección y el sentido. A estas magnitudes se las llama **vectoriales**.

Las **magnitudes fundamentales** son aquellas magnitudes físicas elegidas por convención que permiten expresar cualquier magnitud física en términos de ellas. Gracias a su combinación, las magnitudes fundamentales dan origen a las **magnitudes derivadas**.

#### Reflexiona

Cuando compramos un litro de leche, ¿qué medidas crees que tenemos en cuenta? ¿Cuáles son las magnitudes asociadas y de qué tipo son?



Imagen de condesign en [Pixabay](#). Licencia [CC](#)

Elegimos un envase que efectivamente tenga un litro, hablamos de la capacidad, que es una magnitud física escalar.

Además, podemos mirar su fecha de caducidad, es decir, el tiempo, que sería otra magnitud física escalar.

Y por último, podemos fijarnos en el dinero, que no es una magnitud física.

### Exactitud y precisión

Medir consiste en obtener la magnitud (valor numérico) de algún objeto físico, mediante su comparación con otro de la misma naturaleza que tomamos como patrón. Esta comparación con un patrón, que constituye el acto de medir, está sujeta a una incertidumbre, que puede tener diversos orígenes. Nunca lograremos obtener el verdadero valor de la magnitud, siempre vamos a obtener un valor aproximado de la misma y necesitamos pues indicar lo buena que es esta aproximación.

Aquí es cuando aparecen los conceptos de: exactitud y precisión.

La exactitud es lo cerca que el resultado de una medición está del valor verdadero. La precisión es lo cerca que los valores medidos están unos de otros.

Así que si estás jugando al fútbol y siempre le das al poste izquierdo en lugar de marcar gol, ¡entonces no eres exacto, pero eres preciso!

### Curiosidad

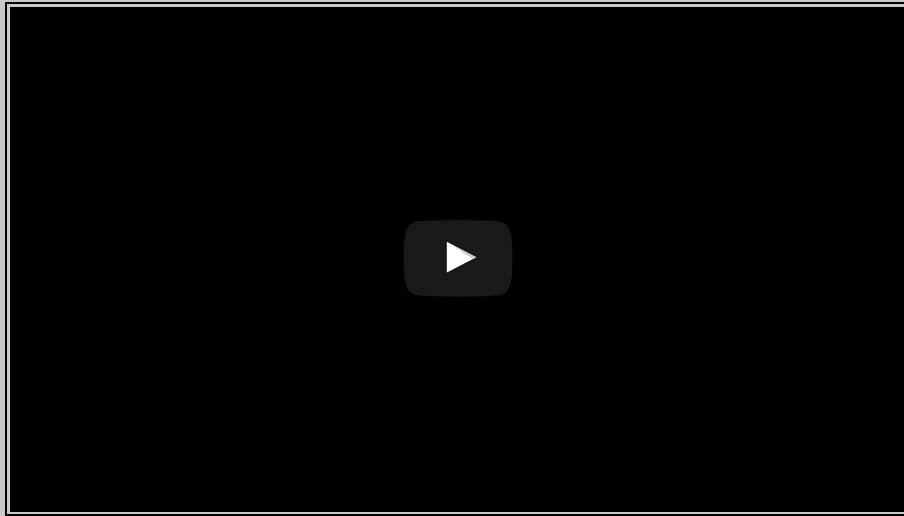
#### Centros metrología:

Podrías pensar que al hablar de mediciones, ya está todo dicho o como se dice coloquialmente todo inventando. Sin embargo, nada más lejos de la realidad. La metrología es una ciencia cuyo objetivo fundamental es la obtención y expresión del valor de las magnitudes empleando para ello instrumentos, métodos y medios apropiados, con la exactitud requerida en cada caso. Para velar por tales fines tenemos el centro español y el andaluz de metrología, que entre otras labores, ofrece a las industrias y empresas laboratorios equipados con instrumental de alta tecnología y medios de última generación para llevar a cabo mediciones. Pincha en las imágenes si quieres conocer algo más de ellos:



### Para saber más

A continuación, te ofrecemos una lista de reproducción con dos vídeos documentales sobre la historia de las medidas y qué es medir. Son algo más largos, que los vídeos que venimos ofreciendo, pero precisamente en esos minutos de más es dónde está la diferencia, ya que explica con total nitidez y de una forma atractiva, de dónde nacen las actuales unidades de medida, a qué problemas vienen a dar solución. 100 % recomendable y otros conceptos que se introducirán en este y otros temas.



## 1.2. Sistema internacional de unidades (SI)



Hasta finales del s. XVIII, los sistemas de medida utilizados por el hombre en sus relaciones científicas y comerciales tenían dos inconvenientes principales:

- Cada país y a veces, cada región, tenía su propio sistema de unidades.
- Los múltiplos y submúltiplos no utilizaban el número 10 como base.

Para evitar esto, el gobierno francés por medio de un decreto, sentó los principios para la implantación de un sistema de medidas basado en el número 10, llamado **Sistema Métrico Decimal**, que progresivamente fue adoptado por la mayoría de los países y que posteriormente se llamaría **Sistema Internacional de Unidades (SI)**.

En el siguiente mapa tenemos en verde los países que en su legislación recogen como sistema de medida el sistema internacional:

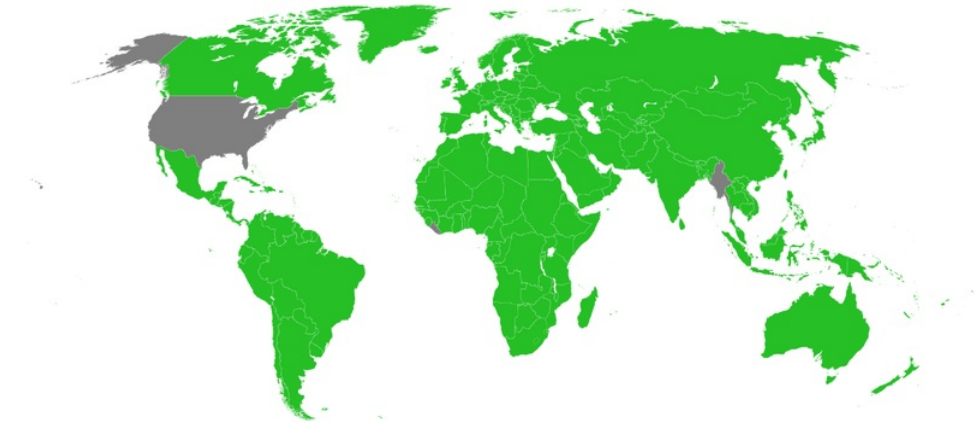


Imagen en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

En el resto de países (Estados Unidos, Birmania...) se usa el sistema británico de unidades; aunque en casi todo el mundo se está reemplazando por el SI.

### Importante

El SI consta de siete **unidades básicas** que proporcionan la referencia utilizada para definir el resto de unidades de medida del Sistema Internacional, llamadas **unidades derivadas**.

Este SI consiste en un conjunto de unidades de base, prefijos y unidades derivadas

#### Unidades básicas del SI

Las siete unidades básicas son:

Magnitud	Símbolo
Longitud	m
Masa	kg
Tiempo	s
Temperatura	K
Cantidad de sustancia	mol
Intensidad de corriente	A
Intensidad luminosa	cd

Como estamos en un Nivel I de un ámbito científico-tecnológico, nos centraremos en tres de las unidades básicas que son longitud, masa y tiempo, y partir de ellas trabajaremos con otras unidades derivadas.

#### Múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades del SI

Se ha adoptado un conjunto de prefijos para su uso junto con las unidades SI, con el fin de expresar los valores de las magnitudes que son mucho más grandes o mucho más pequeñas que la unidad SI sin prefijo. Estos prefijos SI se incluyen en la siguiente tabla, pueden utilizarse con cualquiera de las unidades básicas y con cualquiera de las unidades derivadas con nombres especiales.

Prefijo	Símbolo	Equivalencia decimal
yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000 000

exa	E	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	1 000 000 000 000 000
tera	T	1 000 000 000 000
giga	G	1 000 000 000
mega	M	1 000 000
kilo	k	1 000
hecto	h	100
deca	da	10
-	-	1
deci	d	0,1
centi	c	0,01
mili	m	0,001
micro	$\mu$	0,000 001
nano	n	0,000 000 001
pico	p	0,000 000 000 001
femto	f	0,000 000 000 000 001
atto	a	0,000 000 000 000 000 001
zepto	z	0,000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	0,000 000 000 000 000 000 000 001

Así podemos hablar de centilitros, kilómetros...

### Unidades derivadas

Las unidades derivadas se forman a partir de productos de potencias de unidades básicas. Por ejemplo, cuando viajamos en coche y circulamos a 120 km/hora, estamos hablando de una magnitud derivada llamada velocidad, ya que sus unidades se forman a partir de las unidades fundamentales de la longitud y del tiempo.

El número de magnitudes utilizadas en el campo científico no tiene límite; por tanto, no es posible establecer una lista completa de magnitudes y unidades derivadas. Sin embargo, en el próximo tema, estudiaremos algunas de ellas.

### Unidades fuera del SI

No obstante, algunas unidades no pertenecientes al SI son todavía ampliamente utilizadas. Unas pocas, como el minuto, la hora y el día, unidades de tiempo, serán siempre utilizadas porque están fuertemente enraizadas en nuestra cultura.

También existen unidades más utilizadas en distintas ciencias, como por ejemplo el año luz en astronomía.

## Comprueba lo aprendido

Completa la siguiente tabla, si se trata de una unidad derivada, básica o múltiplo o submúltiplo de una básica.

Magnitud	Unidad	Tipo de unidad
Velocidad	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	m <sup>2</sup>	<input type="text"/>
Tiempo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	l	<input type="text"/>
<input type="text"/>	km	<input type="text"/>

**Enviar**

## Curiosidad

El 11 de diciembre de 1998, la NASA envió a Marte una sonda para estudiar el clima del planeta. Recorrió 600 millones de kilómetros en nueve meses sin problema, pero cuando llegó al planeta rojo, se estrelló. ¿Qué fue lo que pasó? El siguiente titular de aquel día de [EL PAÍS](#), nos lo resume:



# La "Mars Climate" se estrelló en Marte porque la NASA no tradujo kilómetros a millas

Los técnicos olvidaron convertir datos de navegación del sistema métrico decimal al inglés

Por cierto, este error provocó pérdidas por 125 millones de dólares.

## *Para saber más*

### ¿Quién decide cuánto es una unidad de medida básica?

El [Comité Internacional de Pesos y Medidas](#) (abreviado CIPM del francés Comité international des poids et mesures) es un organismo creado por la Convención del Metro, en París, en 1875. Su función es asegurar la uniformidad mundial de las unidades de medida, sea por acción directa o presentando propuestas en la Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM). Está conformado por 18 personas de distintos países, seleccionadas de los estados miembros de la Convención del Metro.



### 1.3. Algunas normas de uso del SI



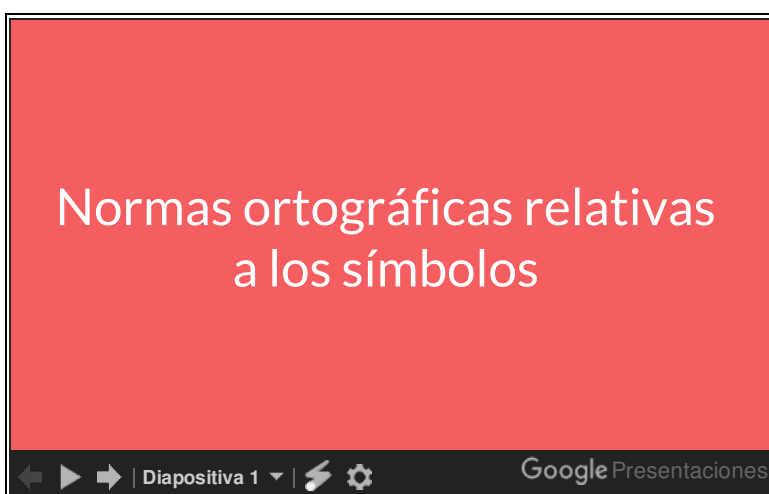
A estas alturas del tema, ya te habrás dado cuenta de que en el Sistema Internacional de Unidades no se deja nada al azar, hasta tal punto que todo debe escribirse tal y como está establecido, sin ninguna modificación.

En ocasiones, cuando resolvemos un problema estamos acostumbrados a dar las unidades de distintas formas. Por ejemplo, mts al referirnos a metros, o usar Kg para hablar de kilogramos. Pues bien, tanto una forma como la otra no estarían admitidas por el Sistema Internacional de Unidades.

#### Importante

Los símbolos de las unidades son entidades matemáticas y no abreviaturas. Por tanto, no van seguidos de un punto, salvo al final de una frase, ni se usa el plural, ni se pueden mezclar símbolos de unidades con nombres de unidades en una misma expresión, pues los nombres no son entidades matemáticas.

En la siguiente presentación, puedes ver otras reglas referidas al uso de los símbolos de las unidades.



También existen reglas relacionadas con los valores, como por ejemplo, el uso del punto para separar los miles (123.456.789). Esta notación es ajena al SI.

#### Ejercicio resuelto

En el siguiente texto, hay varios errores relacionados con las normas ortográficas del SI. Detéctalos y corrégelos.

Hoy que las técnicas envejecen con celeridad, resulta paradójico que las medidas de la masa dependan de un artefacto de 117 años de antigüedad guardado en las cámaras acorazadas de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas. Según el sistema internacional de unidades (SI), el KG es igual a la masa de este prototipo internacional de Kg, un cilindro de una aleación de platino e iridio, fabricado con gran precisión, de 39 mili-metros de altura e igual diámetro. El SI está administrado por la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas. En los últimos decenios, la Conferencia ha redefinido otras unidades fundamentales del SI para mejorar su precisión y mantenerlas acordes con el adelanto del conocimiento científico y técnico. Los patrones de m. y sg. se basan ahora en fenómenos naturales. Hoy en día, el kilogramo es la última unidad del SI que continúa dependiendo de un objeto manufacturado y único. Por eso, los metrólogos se proponen definir la masa mediante técnicas que dependan solo de las características inmutables de la naturaleza.

Hoy que las técnicas envejecen con celeridad, resulta paradójico que las medidas de la masa dependan de un artefacto de 117 años de antigüedad guardado en las cámaras acorazadas de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas. Según el sistema internacional de unidades (SI), el **kilogramo (kg)** es igual a la masa de este prototipo internacional de **kilogramo(kg)**, un cilindro de una aleación de platino e iridio, fabricado con gran precisión, de 39 **milímetros (mm)** de altura e igual diámetro. El SI está administrado por la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas. En los últimos decenios, la Conferencia ha redefinido otras unidades fundamentales del SI para mejorar su precisión y mantenerlas acordes con el adelanto del conocimiento científico y técnico. Los patrones de **metro (m)** y **segundo(s)** se basan ahora en fenómenos naturales. Hoy en día, el kilogramo es la última unidad del SI que continúa dependiendo de un objeto manufacturado y único. Por eso, los metrólogos se proponen definir la masa mediante técnicas que dependan solo de las características inmutables de la naturaleza.

## Curiosidad

Una comisión Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) ha propuesto revisar las definiciones formales de las unidades básicas del SI, propuestas que están siendo examinadas por este, y que podrían ser consideradas por la 26ª CGPM, en 2018.

Los cambios propuestos son:

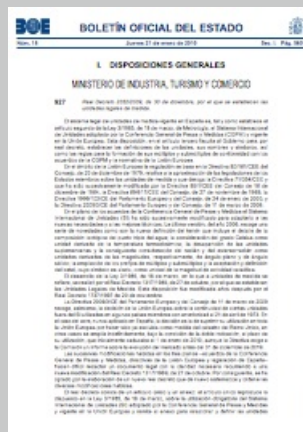
*"Seguirá habiendo las mismas siete unidades básicas (metro, segundo, kilogramo, amperio, kelvin, mol y candela). De éstos, el kilogramo, el amperio, el kelvin y el mol se redefinirán de acuerdo al cálculo de los valores numéricos exactos de la constante de Planck, de la carga eléctrica elemental, de la constante de Boltzmann y de la constante de Avogadro, respectivamente. El segundo, el metro y la candela ya están definidas por constantes físicas y sólo es necesario reeditar sus definiciones actuales. Las nuevas definiciones mejorarán el SI sin cambiar el tamaño de las unidades, asegurando así la continuidad con las mediciones actuales."*

Como ves las definiciones no tienden a simplificarse desde un punto de vista coloquial.

## Para saber más

### Algo de legislación

Te recomendamos que para poner colofón final a este apartado, eches una ojeada al siguiente pdf. En él encontrarás el Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida. Descubrirás que es algo más extenso que lo que has estudiado, pero que toda la información de este apartado está contenida en él.



Por cierto, un Real Decreto se sitúa en el orden de prelación de las normas jurídicas inmediatamente después de las normas con rango de Ley y antes de la Orden Ministerial.

En base a esto, dos reflexiones:

- 1) Quizás que haya un Real Decreto que legisle las medidas que tenemos que utilizar y cómo debemos expresarlas, te haga entender la importancia de este apartado.
- 2) Que con una formación adecuada podemos llegar a manejar textos legislativos como este.

## 2. Unidades básicas del SI

Ya hemos visto que el SI es el único sistema de unidades que es reconocido universalmente, por ello tiene la ventaja definida de permitir un entendimiento internacional. El uso del SI también simplifica la enseñanza de la ciencia. Por todas estas razones se recomienda el uso de las unidades del SI en todos los campos de la ciencia y la tecnología.

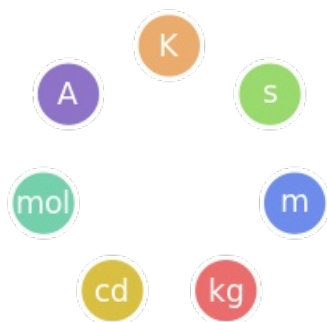


Imagen por DePied en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

## 2.1. Longitud

### ¿Qué es la longitud?

Todos tenemos claro más o menos lo que se entiende por longitud, es un concepto claramente ligado a la distancia.

En atletismo hablamos de una prueba llamada salto de longitud:

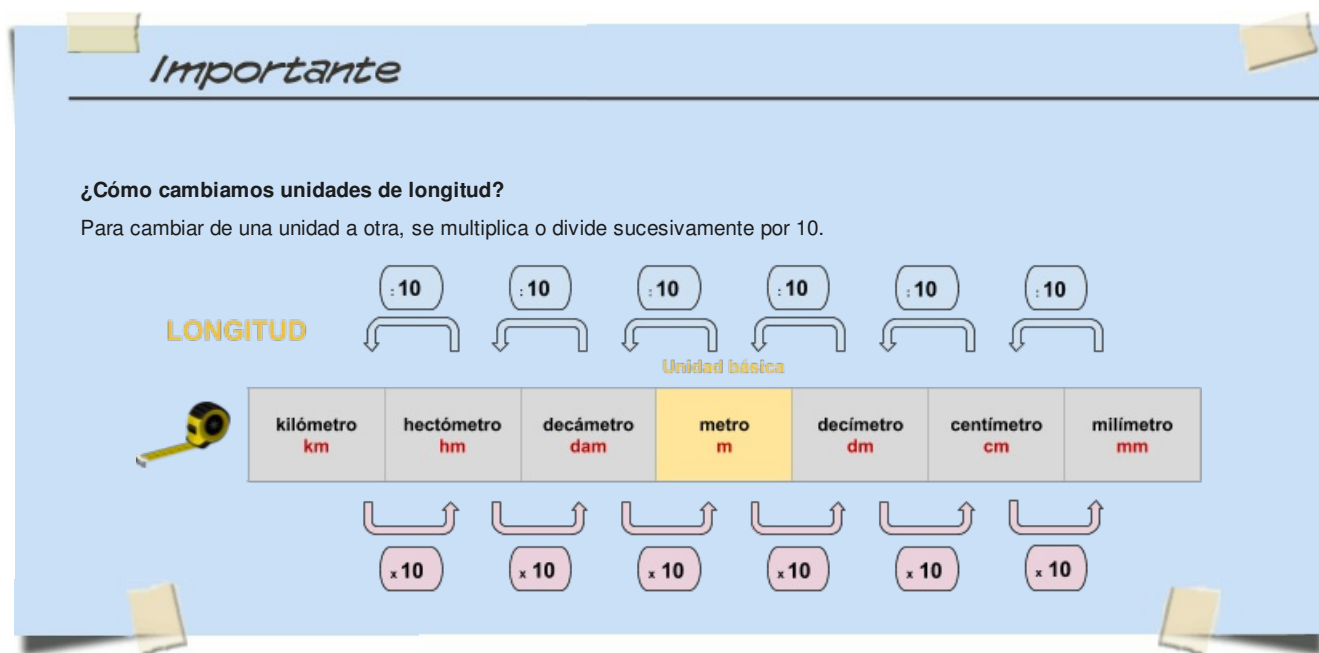


Imagen por Lumijaguaari en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

El salto de longitud o salto largo es una prueba actual del atletismo que consiste en recorrer la máxima distancia posible en el plano horizontal a partir de un salto tras una carrera.

### Unidades de longitud

La unidad fundamental es el metro que se representa con el símbolo m. Sus múltiplos son: decámetro (dam), hectómetro (hm) y kilómetro (km). Sus submúltiplos son: decímetro (dm), centímetro (cm) y milímetro (mm).



En el siguiente applet del Proyecto Descartes, puedes practicar con el cambio de unidades de longitud:

79,3 cm = mm

Escribe la solución sin ceros innecesarios.

Solución

Escena de Juan Simón Santamaría en [Proyecto Descartes](#). Licencia [CC](#)

### Instrumentos para medir la longitud

Son el metro y las reglas graduadas, que se han construido en distintos materiales según las profesiones.

Para pequeñas longitudes usamos el [calibrador o pie de rey](#), [micrómetro](#)...

Para grandes longitudes la cinta métrica de [tela](#) o de [metal](#), [odómetro](#), [telémetro láser](#)...

### Otras unidades fuera del sistema internacional

Es frecuente encontrarnos con otras medidas de longitud, que no estén dentro del sistema internacional como por ejemplo, la pulgada, la milla o la legua.

Medida	Equivalencia	Uso
Pulgada	0,0254 metros	Aunque forma parte del Sistema Anglosajón de Unidades, también es de uso común en nuestro país (pulgadas de un televisor).
Yarda	0,9144 metros	Se usa en países anglosajones.
Milla terrestre	1.609,34 metros	Se usa en países anglosajones.
Milla marítima	1.852 metros	Se usa en Navegación.
Años luz	9,5 billones de kilómetros	Se usa en Astronomía.
Legua	4.828,032 metros	Es la unidad más grande del Sistema Anglosajón de Unidades.

## Curiosidad

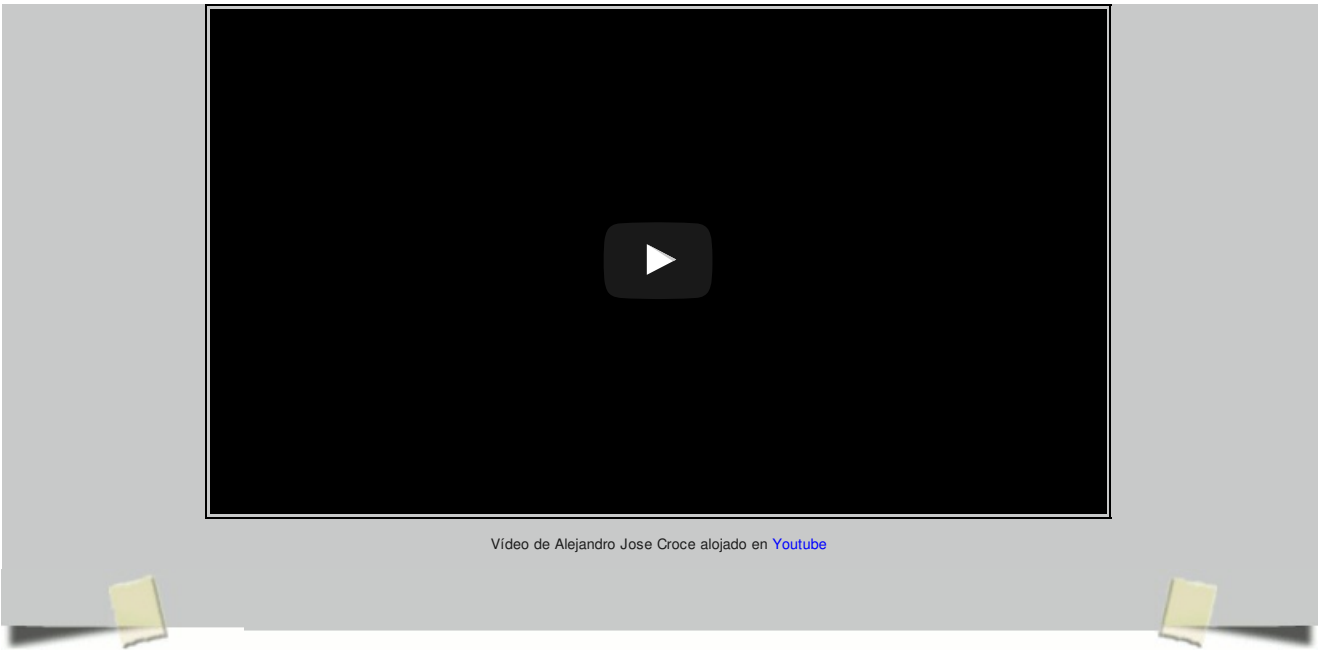
### ¿Cómo se define un metro?

Ya hemos visto que es el Comité internacional de Pesos y medidas el encargado de decir qué es un metro, pues recientemente se acordó que

el metro es la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299.792.458$  de segundo.

## Para saber más

Otro vídeo relacionado con la serie anterior, y centro en el metro: su historia y la evolución.



## 2.2. Masa

### ¿Qué es la masa?

La lluvia de ideas, también denominada tormenta de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Pues bien, empecemos este apartado con una lluvia de ideas sobre qué imagen aparece en nuestra cabeza cuando hablamos de masa. Lo más normal es que nos enfrentemos a una de estas dos situaciones, según tus aficiones, vivencias...



Collage elaborado con imágenes de Pixabay LicenciaCC

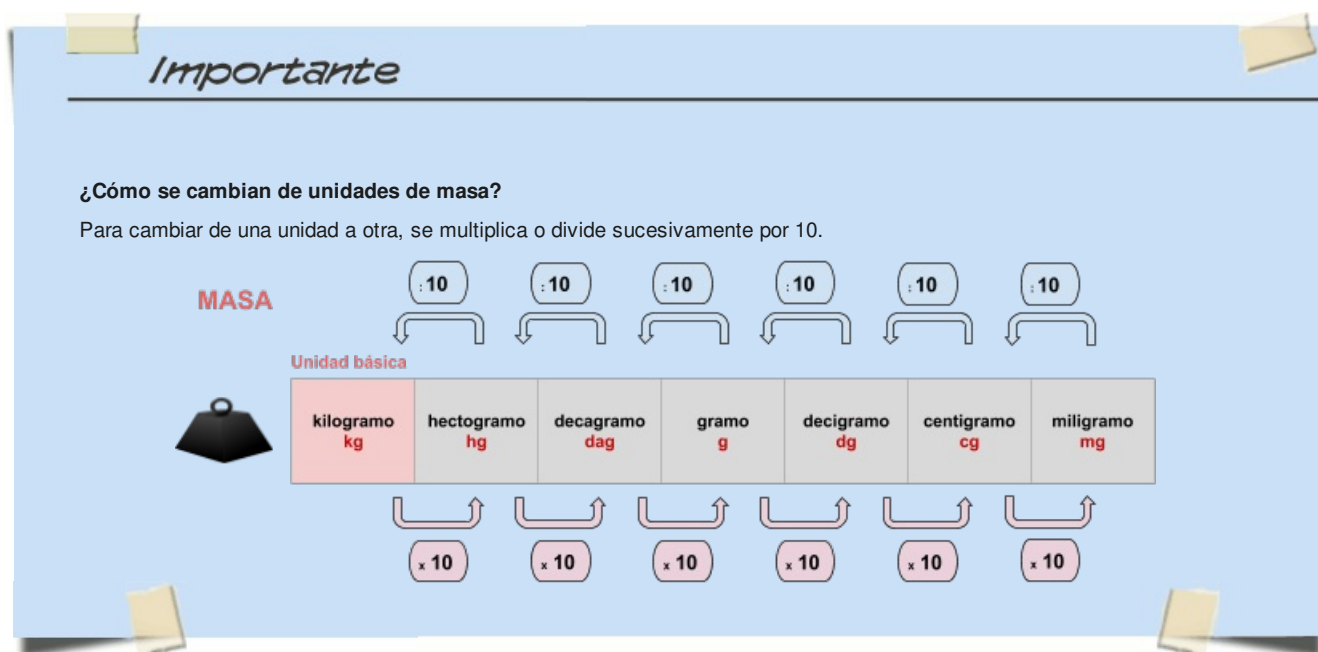
El concepto de masa como magnitud escalar es mucho más común de lo que en principio puedas pensar, ya que habitualmente y de forma poco científica, nosotros nos referimos a ella como peso. La masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

### Unidades de masa

La unidad en el SI es el kilogramo que se representa con el símbolo kg.

Sus múltiplos son: miriagramo (mag), quintal métrico (q) y tonelada métrica (t).

Sus submúltiplos son: hectogramo (hg), decagramo (dag), gramo (g), decigramo (dg), centigramo (cg) y miligramo (mg).



En el siguiente applet del Proyecto Descartes, puedes practicar con el cambio de unidades de masa:



$$779 \text{ dg} = \quad \text{q}$$

Escribe la solución sin ceros innecesarios.

Solución

Escena de Juan Simón Santamaría en [Proyecto Descartes](#). Licencia [CC](#)

### Instrumentos para medir la masa

Para medir la masa, tenemos como instrumentos cotidianos la balanza y la báscula, y su funcionamiento se basa en equilibrios y en el concepto físico de peso.



Collage de elaboración propia con imágenes de [Pixabay](#). Licencia [CC](#)

### Otras unidades fuera del sistema internacional

Existen otras medidas de masa que forman parte de nuestra cultura. Algunas de ellas, no se usan comunmente pero están presentes en expresiones y dichos populares, como por ejemplo: "dame una onza de chocolate", "esto pesa un quintal"...

Medida	Equivalencia en kg	Uso
Onza	0,02834952	Se usa en países anglosajones.
Libra	0,45362	Se usa en países anglosajones.
Quintal	46	Ahora se usa el quintal métrico.
Arroba	11,5	En España la usan aún los agricultores.

## Reflexiona

La arroba es la cuarta parte del quintal, y equivale aproximadamente a 25 libras. Demuéstralo.

Como nos dicen que la arroba es la cuarta parte del quintal, al dividir los kg que tiene un quintal entre cuatro tendríamos que obtener los kilogramos que tiene una arroba:



Para averiguar a cuántas libras equivale una arroba, tenemos que dividir los kg que supone una arroba entre los kg que supone una libra:



## Curiosidad

El prototipo internacional del kilogramo, un artefacto hecho de platino-iridio, se mantiene en el BIPM bajo las condiciones especificadas por la 1ª CGPM en 1889 cuando se sancionó el prototipo y declaró:

*Este prototipo será de aquí en adelante se considerará que la unidad de masa.*

La 3ª CGPM (1901), en una declaración destinada a poner fin a la ambigüedad en el uso popular en relación con el uso de la palabra "peso", confirmó que:

*El kilogramo es la unidad de masa; es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo.*

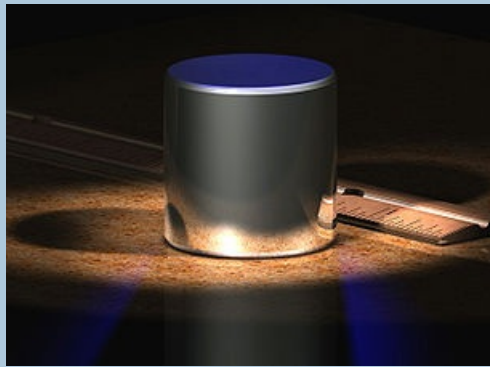
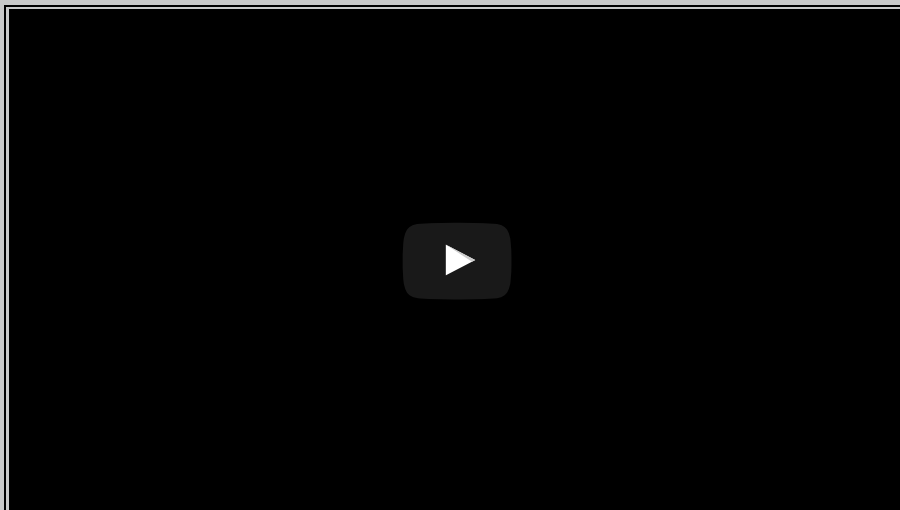


Imagen por GregL en [Wikimedia Commons](#). Licencia CC

## Para saber más

### Masa, peso y cantidad de materia

Como ya hemos visto al principio de este apartado la masa no debe confundirse con el peso, que es una magnitud vectorial que representa una fuerza. Tampoco debe confundirse con la cantidad de sustancia, cuya unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el mol.



Vídeo de Tegom Storm alojado en [Youtube](#)



## 2.3. Tiempo

### ¿Qué es el tiempo?

El tiempo es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, y nos permite ordenar los sucesos en secuencias. Junto con la longitud, es sin duda la magnitud "más cercana", aunque también la que quizás encierre más secretos y provoque más fantasías, y este filón lo ha aprovechado tanto la literatura como el cine, con títulos como: La máquina del tiempo o Atrapado en el tiempo.



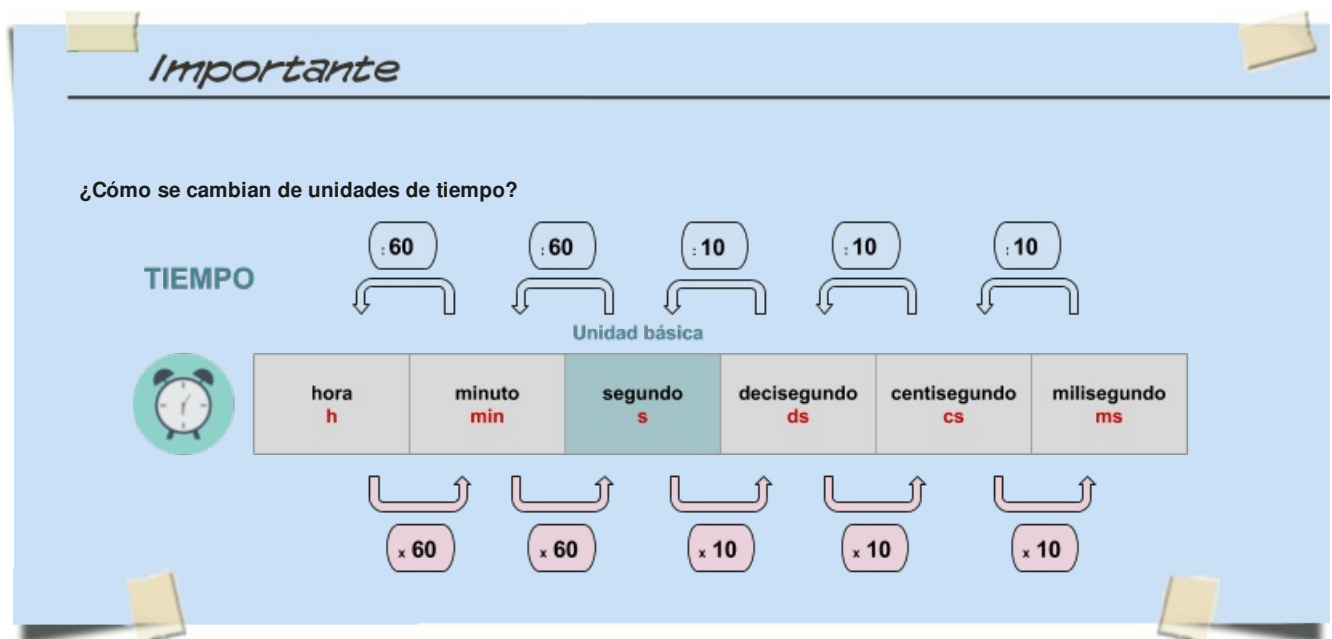
Imagen por Reynold Brown en [Wikimedia Commons](#). Licencia CC

### Unidades de tiempo

La unidad de tiempo básica es el segundo. Es una unidad de tiempo muy pequeña, por lo que cuando utilizemos intervalos de tiempo muy grandes, es mejor utilizar otras unidades de medida.

El tiempo es una magnitud que en lo que se refiere a múltiplos es algo peculiar (en submúltiplos funciona igual que las anteriores), ya que no sigue el formato de decimal, sino el sexagesimal, es decir, para pasar de una unidad a la siguiente dividimos por 60 en vez de por 10.

Por ejemplo, si queremos saber cuántos minutos es un segundo multiplicamos por 60.



En el siguiente applet del proyecto Descartes puedes practicar el cambio de unidades de tiempo:

Calcular la cantidad de segundos que hay en  
4 horas y 31 minutos.

Respuesta:  s

[Comprobar](#)
[Ver solución](#)
[Nuevo ejercicio](#)

Escena de Jesús M Muñoz Calle en [Proyecto Descartes](#). Licencia [CC](#)

### Instrumentos para medir el tiempo

El reloj, el calendario, el cronómetro todo dependerá de los periodos que queramos medir.



Imagen por qimono en [Pixabay](#). Licencia [CC](#)

### Otras unidades fuera del Sistema Internacional

Con el tiempo no pasa como con la longitud o la masa, tanto en los países anglosajones como en los que se tiene instaurado el SI la medida básica del tiempo es el segundo, por lo que estas unidades dependerán de la agrupación que se haga del tiempo:

- Agrupación de días: semana, quincena, mes...
- Agrupación de meses: trimestre, semestre...
- Agrupación de años: lustro, siglo, milenio...

### Expresiones complejas e incomplejas

Cuando hablamos de tiempo podemos expresar el resultado con una o varias unidades. Por ejemplo:

Si hemos hecho una ruta de senderismo podemos decir:

"Hemos tardado 2 h 40 min 30 s" (forma compleja) o bien "hemos tardado 2,675 horas" (forma incompleja).

Para pasar de una forma a otra, solo hay que aplicar las reglas de cambio de unidades.

### *Ejercicio resuelto*

- a) Expresa 4,5 horas en forma compleja.  
b) Expresa 2 h 40 min 12 s en forma incompleja.

a) La parte entera del número decimal son las horas. Por lo que tenemos 4 horas.  
¿Cuántos minutos son 0,5 horas? Para pasar de horas a minutos, multiplicamos por 60, luego tenemos  $60 \cdot 0,5 = 30$  min.  
Como no obtenemos un número decimal, sabemos que no hay segundos.  
Luego 4,5 h son 4 h 30 min

b) Lo primero es pasar los segundos a minutos, dividiendo entre 60.

$$12:60=0,2$$

Luego tenemos 2 h 40,2 min.

Ahora tenemos que pasar los minutos a horas, dividiendo de nuevo entre 60:

$$40,2:60=0,67.$$

Por lo que tenemos un total de 2,67 h

## Curiosidad

La unidad de tiempo, el segundo, fue en un tiempo considerado como la fracción  $1/86.400$  del día solar medio. La definición exacta de "día solar medio" se dejó a los astrónomos. Sin embargo, las mediciones mostraron que las irregularidades en la rotación de la Tierra hacen de esta una definición poco satisfactoria. Teniendo en cuenta que una definición muy precisa de la unidad de tiempo es indispensable para la ciencia y la tecnología, la 13ª CGPM (1967/68, Resolución 1) sustituyó a la definición del segundo por el texto siguiente:

*El segundo es la duración de 9.192.631.770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.*

## 2.4. Temperatura

### ¿Qué es la Temperatura?

La temperatura es una magnitud física que expresa el grado o nivel de calor o frío de los cuerpos o del ambiente. Con la temperatura pasa lo contrario que con la masa, es un concepto, que alberga algo más de complejidad que lo que conocemos habitualmente, ya que está ligado al concepto de la agitación de las partículas de los cuerpos, a mayor velocidad de estas partículas más temperatura tiene.

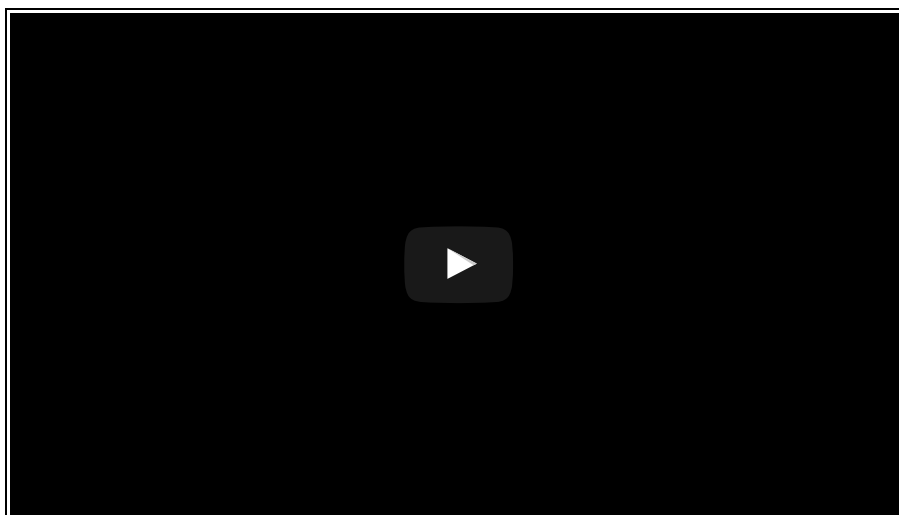


Imagen de Lekies en [Pixabay](#). Licencia [CC](#)

Cuando dos cuerpos, que se encuentran a distinta temperatura, se ponen en contacto, se produce una transferencia de energía, en forma de calor, desde el cuerpo caliente al frío, esto ocurre hasta que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan.

Esta es precisamente la idea en la que se basa el termómetro, el instrumento más usado para medir la temperatura.

En el siguiente vídeo, se explica de una forma muy sencilla estas ideas.



Vídeo de Gerardo Guinea Vendrell alojado en [Youtube](#)

### Instrumentos para medir la temperatura

El instrumento utilizado habitualmente para medir la temperatura es el **termómetro**. Los termómetros de líquido encerrado en vidrio son los más populares; se basan en la propiedad que tiene el mercurio, y otras sustancias (alcohol coloreado, etc.), de dilatarse cuando aumenta la temperatura. El líquido se aloja en una burbuja -bulbo- conectada a un capilar (tubo muy fino). Cuando la temperatura aumenta, el líquido se expande por el capilar, así, pequeñas variaciones de su volumen resultan claramente visibles.

### Unidades de temperatura

Existen tres grandes escalas para medir la temperatura:

#### Escala centígrada o Celsius:

- Se asigna el valor 0 del termómetro al punto normal de congelación del agua.
- Se asigna el valor 100 del termómetro al punto normal de ebullición del agua.
- Dicho intervalo se divide en 100 partes iguales. Cada una de ellas se denomina grado Celsius ( °C )

#### Escala Fahrenheit:

- Se asigna el valor 32 del termómetro al punto normal de congelación del agua.
- Se asigna el valor 212 del termómetro al punto normal de ebullición del agua.
- Dicho intervalo se divide en 180 partes iguales. Cada una de ellas se denomina grado Fahrenheit ( °F )

*Importante*



### Cero absoluto de temperatura

Es el estado de mínima temperatura que puede tener un cuerpo. En él, el movimiento de los átomos y moléculas que componen el cuerpo sería nulo. Es una temperatura teórica que no puede alcanzarse en la práctica. El cero absoluto son  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Escala Kelvin

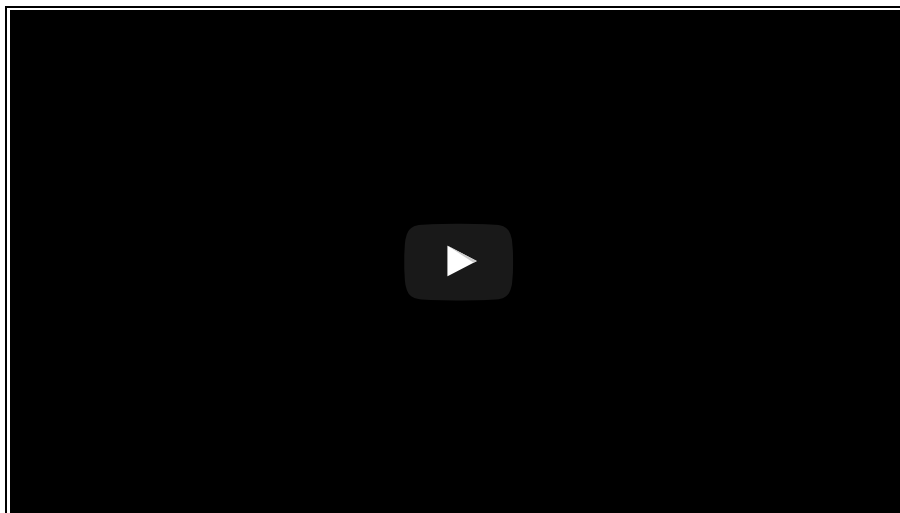
El kelvin es la unidad de medida del SI. La escala kelvin absoluta parte del cero absoluto y el tamaño de los grados es el mismo que en la escala Celsius, un incremento de temperatura en grados Kelvin coincide con el incremento de grados centígrados.

### Reflexiona

¿Pueden existir temperaturas con valores negativos en las distintas escalas?

En la escala Celsius y en la Fahrenheit sí, sin embargo, en la Kelvin es imposible ya que parte del valor del cero absoluto.

En la siguiente lista de reproducción, que consta de dos vídeos, se explica cómo pasar de unas escalas de temperatura a otras. Además, incluyen algunos ejemplos:



Lista de reproducción de vídeos de unprofesor alojado en [Youtube](#)

### Comprueba lo aprendido

Completa la tabla:

$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	kelvin
<input type="text"/>	86	<input type="text"/>
-2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	281,15

Enviar

## *Curiosidad*

---

### **Termómetro sin contacto**

Últimamente se vienen utilizando unos termómetros que no necesitan contacto, y que se conocen popularmente por termómetro de infrarrojos. Pero, no te confundas, el láser es simplemente para apuntar mejor hacia el lugar de medición (como en ciertas miras de rifles), no para hacer la medida.

## Importante

### Magnitudes

Las cualidades de los objetos que se pueden medir se denominan **magnitudes**. Para medir una cantidad de una magnitud, la comparamos con otra cantidad fija a la que denominamos **unidad de medida**.

Las magnitudes fundamentales son las que permiten expresar cualquier magnitud física en términos de ellas. Entre las que están la longitud, masa, tiempo.

Magnitudes derivadas, aquellas que se obtienen al combinar las fundamentales. Por ejemplo, volumen, velocidad...

Magnitud física es la asociada a una propiedad física o cualidad medible de un sistema físico. Por ejemplo la temperatura.

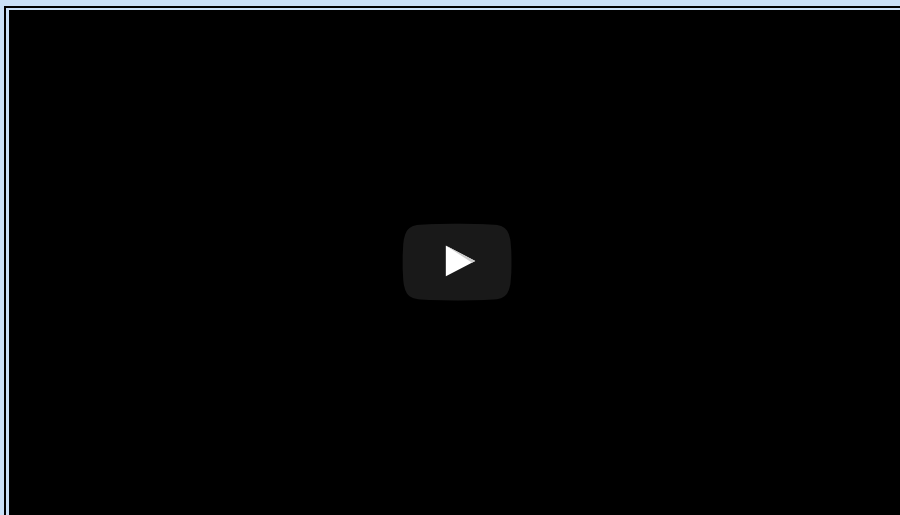
Magnitudes escalares: definidas con el valor y la unidad

Magnitudes vectoriales, se necesita una información extra, por ejemplo dirección, sentido...

## Importante

### Sistema internacional de Unidades

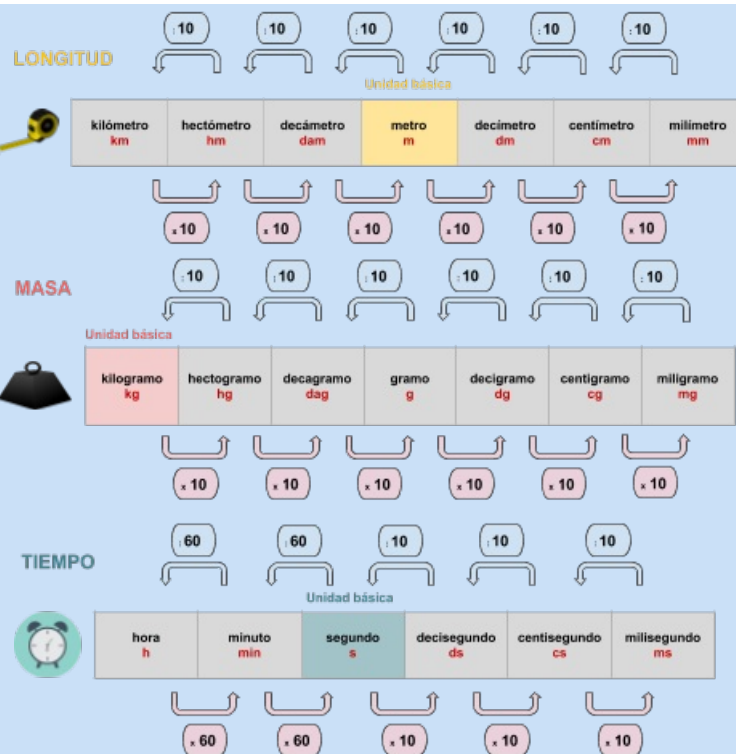
En el siguiente vídeo se resumen muchos de los conceptos vistos en el apartado dedicado al SI:



Vídeo de Mario Gastón Gómez alojado en [Youtube](#)

## Importante

Unidades básicas: longitud, masa y tiempo.



## Importante

### Unidades de temperatura

- Pasar de escala Celsius a Kelvin:

$$K = ^\circ C + 273$$

- Pasar de escala Celsius a Fahrenheit:

$$^{\circ}F = ^{\circ}C \times 1,8 + 32$$

- Pasar de escala Kelvin a Celsius

$$^{\circ}C = K - 273$$

- Pasar de Fahrenheit a Celsius:

$$^{\circ}C = (^{\circ}F - 32) / 1,8$$

## Importante

### Consejo:

Uno de los secretos para resolver un problema en el que intervienen unidades, es siempre pasar todos los datos de la misma magnitud a la misma unidad.

Además, procura elegir una unidad coherente con el contexto. Por ejemplo, si hablamos de distancia entre ciudades no tendría sentido tomar el centímetro, ya que al operar con estas distancias con la calculadora, lo normal es que los resultados nos aparezcan en notación científica, lo que nos podría complicar algo el problema.

## Comprueba lo aprendido

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

Una unidad derivada está formada por el producto o división de unidades básicas distintas.

☐ Verdadero ☐ Falso

**Falso**

No tienen que ser distintas. Por ejemplo, el  $\text{m}^2$  es una unidad derivada del metro.

Para calcular los múltiplos y submúltiplos del segundo recurrimos al sistema decimal.

☐ Verdadero ☐ Falso

**Falso**

Para los submúltiplos sí utilizamos el sistema decimal, pero para los múltiplos el sexagesimal.

Por ejemplo, pasamos de segundos a minutos, dividiendo entre 60.

Los símbolos de las unidades son entidades matemáticas y no abreviaturas.

☐ Verdadero ☐ Falso

**Verdadero**

Es una de las normas ortográficas relativas a símbolos del SI

Todas las magnitudes son físicas.

☐ Verdadero ☐ Falso

**Falso**


Existen magnitudes fuera de la física, como por ejemplo el dinero.

## Comprueba lo aprendido

### Autoevaluación

Vamos a ver si manejas los cambios de unidades de masa, para lo cual vas a resolver varias cuestiones, eligiendo la respuesta correcta.

1. Hoy he comprado medio kilo de uvas, 100 gramos de laurel, una bolsita de azafrán de 50 mg y cuarto y mitad de pimientos. Calcula los gramos totales de la compra.

 [Sugerencia](#)

- ☐ a) 905 g
- ☐ b) 975,05 g
- ☐ c) 750 g



Me parece que te has confundido



Tú sí que sabes.



Inténtalo de nuevo

#### Solution

1. Incorrecto (Retroalimentación)
2. Opción correcta (Retroalimentación)
3. Incorrecto (Retroalimentación)

2. Hoy Juan se ha pesado en una balanza un poco rara, le daba el peso de la siguiente manera: 7 kg, 700 hg, 350 dag, 300 g y 10000 mg. Y se queda perplejo, no sabe cual es su peso ¿le ayudas?

Sugerencia

- ☐ a) Más de 80 kg
- ☐ b) Entre 70 y 80 kg
- ☐ c) Alrededor de 97 kg



Vaya que bien, has acertado, concretamente el peso es de 80,81 kg



Lo siento, hay que calcular un poco mejor



Te has pasado un poco ¿no?

#### Solution

1. Opción correcta (Retroalimentación)
2. Incorrecto (Retroalimentación)
3. Incorrecto (Retroalimentación)

## Ejercicio resuelto

Necesitamos una cuerda de al menos 3 metros. Para ello anudamos trozos de distintas cuerdas con las siguientes dimensiones:

Trozo 1: 4 dm

Trozo 2: 1,2 m

Trozo 3: 34 cm

Trozo 4: 0,15 dam

Si por cada nudo perdemos 60 mm (son 3 nudos), ¿conseguiremos llegar a los 3 m?.

Pasemos todo a la misma unidad: metros.

4 dm → 0,4 m

1,2 m → 1,2 m

34 cm → 0,34 m

0,15 dam → 1,5 m

Que hacen un total de 3,44 metros.

Se sabe que perdemos 60 mm por cada nudo, luego en total perdemos  $3 \cdot 60 = 180 \text{ mm} = 0,18 \text{ m}$ .

En total la cuerda anudada es de 3,26 metros.

## Ejercicio resuelto

En un remolque llevamos una carga de 3 toneladas y 9 quintales. Expresa dicha carga en kilogramos.

$$3 \text{ toneladas} = 3 \cdot 1000 = 3000 \text{ kg}$$

$$9 \text{ quintales} = 9 \cdot 100 = 900 \text{ kg}$$

En total la carga es de 3 900 kg

## Ejercicio resuelto

Expresa en segundos:

a) 20 minutos

b) 3 horas

c) 1 día

$$a) 20 \cdot 60 = 1\,200 \text{ s}$$

$$b) 3 \cdot 60 = 180 \text{ min} \rightarrow 180 \cdot 60 = 10\,800 \text{ s}$$

$$c) 24 \cdot 60 = 1\,440 \text{ min} \rightarrow 1\,440 \cdot 60 = 86\,400 \text{ s}$$

## Comprueba lo aprendido

Completa la tabla

°C	°F	kelvin
<input type="text"/>	<input type="text"/>	273,15
<input type="text"/>	14	<input type="text"/>
25	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Enviar



