

Las magnitudes y la medición

¿Cuál de los siguientes instrumentos permite medir el volumen de un líquido?

- ☐ Una balanza.
- ☐ Una probeta.
- ☐ Un termómetro.



Los cronómetros son utilizados para medir el tiempo.



Las reglas son instrumentos utilizados para medir distancias.

Las magnitudes

La necesidad de realizar distintas mediciones ha estado presente en la humanidad desde tiempos remotos, por ejemplo, para medir distancias entre ciudades o el tiempo transcurrido entre una estación cálida y una fría.

En la actualidad, en nuestra vida cotidiana realizamos mediciones a menudo. Por ejemplo, pesamos los ingredientes para preparar una torta, o nos tomamos la temperatura cuando creemos tener fiebre. Todas estas propiedades que pueden ser medidas son llamadas magnitudes, y existen muchos ejemplos de ellas, por ejemplo: el tiempo, la distancia, el volumen, la velocidad, la temperatura y la masa.

Las magnitudes siempre tienen un valor numérico y se expresan utilizando una unidad específica. Por ejemplo, el volumen de un sachet de leche puede expresarse en litros. El valor numérico de una magnitud se determina con un instrumento de medición característico. Por ejemplo, la distancia a la que salta un atleta de salto en largo se mide con una cinta métrica. Las magnitudes pueden clasificarse en dos grupos principales: las escalares y las vectoriales.

- Las **magnitudes escalares** tienen un valor numérico y una unidad de medida. El tiempo y la temperatura son ejemplos de magnitudes escalares.
- Las **magnitudes vectoriales** además de un valor numérico y una unidad poseen sentido y dirección (que se indican con vectores). La velocidad y la fuerza son ejemplos de este tipo de magnitudes.



actividades

- 1 ¿Se les ocurren otros ejemplos de propiedades que se puedan medir? ¿Qué magnitudes determinan?
- 2 Enumeren por lo menos cinco profesionales que requieran para su trabajo realizar mediciones, y cuáles son las magnitudes que necesitan medir.

La medición de las magnitudes a lo largo de la historia

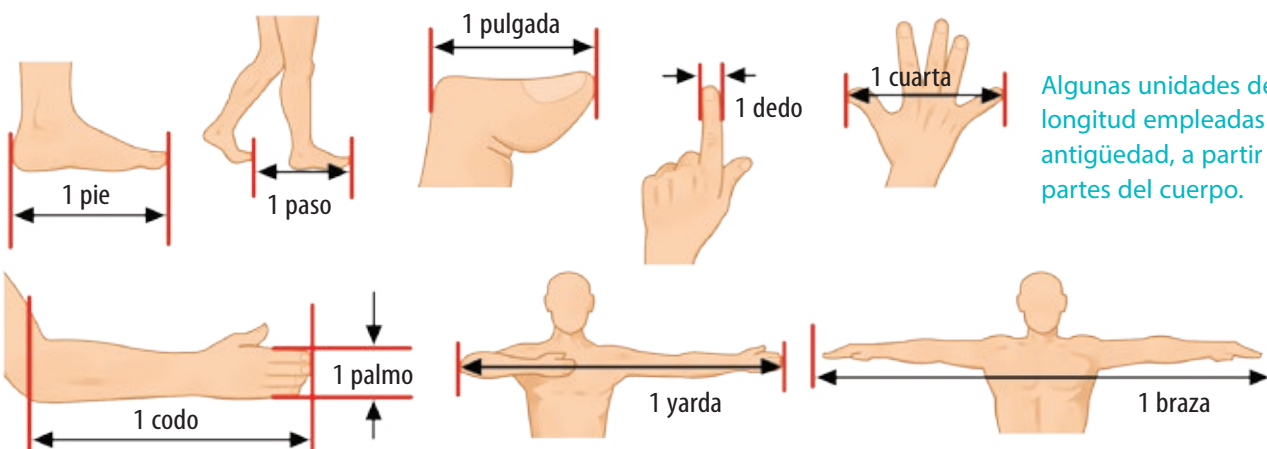
Desde la Antigüedad, en lugares como Egipto, Grecia y Roma, se pensaron unidades de medición para conocer distancias y cantidades, y para contabilizar el tiempo. Esto les permitió ubicarse en el espacio, explorar nuevos territorios, llevar un registro de sus cosechas y realizar intercambios comerciales, entre otras cosas.

Las primeras unidades de distancia se relacionaban con partes del cuerpo, por ejemplo, la pulgada, el pie y el codo. Estas se fijaban por los tamaños de las partes del cuerpo del rey de turno: la pulgada era la distancia entre el extremo y el primer nudillo de su pulgar; el pie, el largo de esta parte del cuerpo del rey, y el codo, la distancia entre este y el extremo de los dedos de la mano, en posición extendida. Cuando debían medir distancias más largas, empleaban la vara (100 codos) o la milla (mil pasos del sistema romano, es decir, 1.841 m).

Pero estas primeras unidades tenían el grave inconveniente de que no eran las mismas para todos. El tamaño del pie o la pulgada variaban continuamente. Además, cada cultura creó sus propios sistemas de medición. Muchos siglos después, hace tan solo unos 150 años, comenzaron a usarse sistemas unificados de medidas, que permitieron establecer unidades iguales para muchos lugares.



Los relojes de sol se basaban en las sombras proyectadas por los objetos a medida que se desplazaba el Sol.



Algunas unidades de longitud empleadas en la antigüedad, a partir de las partes del cuerpo.



Habilidades y competencias del siglo XXI

Aprender a aprender

Un recorrido histórico por las magnitudes

Hoy en día, disponemos de una gran diversidad de elementos que usamos para medir diferentes magnitudes, como la balanza o la regla. Incluso, contamos con instrumental más específico para algunas actividades determinadas, como la investigación científica o la construcción.

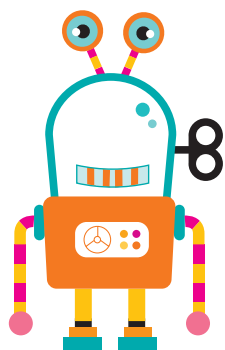
A partir de mediados del siglo XX, se encuentra vigente un sistema de medición unificado y universal. Sin embargo, esto no siempre ha sido así; fue necesario recorrer un largo camino en la historia para llegar a un criterio común en las unidades.

1. Les proponemos que se reúnan en grupos y busquen información sobre la historia de las mediciones. Sugerencia: e-sm.com.ar/historia-mediciones.
2. Luego, sobre la base de lo que hayan leído, escriban un breve relato (cuento) con relación al tema.
3. Intercambien sus escritos entre los grupos. Lean el relato que les tocó e ilústrenlo con uno o más dibujos.
4. Compartan y comenten los trabajos en clase. Para finalizar, expónganlos en la cartelera de la escuela.

¿Cómo se expresan las distintas magnitudes?

¿En todo el mundo se expresan igual?

En grupos, piensen un recurso gráfico o digital para presentar las unidades de medición.



El metro fue definido originariamente como la diezmillonésima parte de la distancia del polo norte al ecuador.

Las unidades de las magnitudes

Todas las magnitudes se expresan en unidades que les son propias y características. Una unidad es una cantidad que se adopta como patrón para comparar con ella cantidades de la misma especie. Por ejemplo, cuando decimos que un objeto mide dos metros, significa que es dos veces mayor que la unidad tomada como patrón (en este caso, el metro).

Las unidades tienen un nombre y un símbolo, que por lo general suele ser una abreviatura del nombre de la unidad, para lo que se usan una, dos o tres letras de este. Los símbolos de las unidades de medida se escriben en minúsculas, excepto si derivan de un nombre propio, en cuyo caso la primera letra es mayúscula. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos de unidades usadas cotidianamente y en el trabajo científico.

Magnitud	Unidad	Abreviatura
Temperatura	Grado Celsius	°C
Longitud	Metro	m
Velocidad	Kilómetro por hora	km/h
Masa	Gramo	g
Volumen	Litro	l
Fuerza y peso	Newton	N
Tiempo	Segundo	s

El Sistema Internacional de Unidades

Para resolver el problema que traía el uso de unidades diferentes en distintos lugares del mundo, en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas, celebrada en 1960 en París, se estableció el Sistema Internacional de Unidades (SI). Para ello, en primer lugar se eligieron las siete magnitudes fundamentales (aquellas que se definen por sí mismas y son independientes de las demás) y la unidad correspondiente a cada una de ellas. En general se caracterizan porque su valor se obtiene de algún fenómeno de la naturaleza. Luego, se definieron las magnitudes derivadas y la unidad correspondiente a cada una de ellas.

En la Argentina rige el Sistema Métrico Legal Argentino, que se abrevia "SIMELA", y se basa en las mismas unidades que el Sistema Internacional.

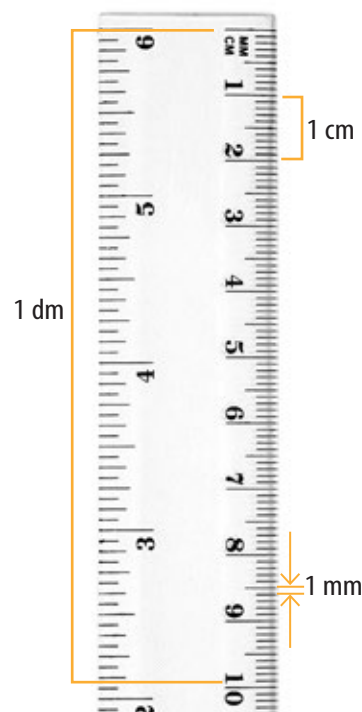
En la tabla pueden ver algunas de las magnitudes fundamentales del Sistema Internacional de Unidades:

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Temperatura	Grado Celsius	°C

Múltiplos y submúltiplos de unidades

El Sistema Internacional (SI), además de establecer unidades básicas y derivadas, también propone una regla para obtener, a partir de una unidad, múltiplos o submúltiplos de ella. Estos son utilizados cuando carece de sentido expresar el resultado de una medida en la unidad correspondiente del SI. Por ejemplo, no tendría sentido indicar la distancia entre la Tierra y la Luna en metros, ni el grosor de un cabello en kilómetros.

Los múltiplos son siempre mayores, y se logran mediante una multiplicación. Los submúltiplos son siempre menores, y se obtienen por medio de una división. Para nombrar múltiplos y submúltiplos de unidades se usa el mismo nombre de la unidad, con un prefijo adelante. Los múltiplos y submúltiplos más frecuentes se generan multiplicando o dividiendo por 10, 100 o 1.000. A partir de la unidad de referencia, deca- es diez veces mayor, hecto-, cien veces, y kilo-, mil veces más grande; mientras que deci- es diez veces menor, centi-, cien veces, y mili-, mil veces más chico. También existen otros múltiplos y submúltiplos que sirven para expresar valores mucho más grandes o mucho más pequeños.



Prefijo	Símbolo	Factor		Equivalencia
Múltiplos	Exa	E	10^{18}	1.000.000.000.000.000.000
	Peta	P	10^{15}	1.000.000.000.000.000
	Tera	T	10^{12}	1.000.000.000.000
	Giga	G	10^9	1.000.000.000
	Mega	M	10^6	1.000.000
	Kilo	k	10^3	1.000
	Hecto	h	10^2	100
	Deca	da	10^1	10
		10^0		1
Submúltiplos	Deci	d	10^{-1}	0,1
	Centi	c	10^{-2}	0,01
	Mili	m	10^{-3}	0,001
	Micro	μ	10^{-6}	0,000001
	Nano	n	10^{-9}	0,000000001
	Pico	p	10^{-12}	0,000000000001
	Femto	f	10^{-15}	0,000000000000001
	Atto	a	10^{-18}	0,000000000000000001

actividades



- 1 ¿En qué unidades se expresan las siguientes propiedades: la altura de una persona, el tiempo que dura un recreo y la temperatura corporal?
- 2 Averigüen qué son las magnitudes derivadas, y den por lo menos cinco ejemplos de ellas.

¿Con qué elementos se miden las distintas magnitudes?

¿Se puede medir mal?



El centímetro y la cinta métrica tienen forma de cinta, flexible o rígida.



El cronómetro permite medir pequeños lapsos de tiempo con gran exactitud.



El termómetro digital es más seguro que el de mercurio, ya que este metal es contaminante y tóxico.

Instrumentos de medición

Un instrumento de medición es un aparato o dispositivo que permite medir una o varias magnitudes diferentes. Todo instrumento de medición debe cumplir con ciertas características para ser confiable, como las siguientes:

- **Precisión.** Es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en iguales condiciones.
- **Exactitud.** Es la capacidad de un instrumento de medir un valor cercano al valor de la magnitud real.
- **Apreciación.** Es la medida más pequeña que es perceptible en un instrumento de medición.

Diversidad de instrumentos de medición

Los instrumentos de medición se clasifican según la magnitud que miden.

- Para medir la longitud se pueden utilizar cintas métricas o reglas graduadas. El calibre es otro dispositivo que permite medir longitudes, y cuyo rango incluye unidades milimétricas y de décima de milímetro.
- Para medir la temperatura pueden usarse distintos tipos de termómetros, como los de mercurio o los digitales. El pirómetro es un instrumento que permite medir la temperatura de un material sin entrar en contacto con él.
- Para medir el volumen existen instrumentos como probetas, vasos de precipitación y matraces. Las pipetas son mucho más exactas que los instrumentos anteriores, pero permiten medir volúmenes más pequeños.
- Para medir la masa y el peso existen en la actualidad diversos tipos de balanzas, como las electrónicas, las de platillos y las analíticas. Antes de utilizar una balanza es importante comprobar que esté calibrada, es decir que, si no tiene ningún cuerpo a ser pesado encima, esta marque cero.
- Para medir el tiempo se pueden usar cronómetros o relojes. También hay técnicas complejas para medir con alto grado de aproximación la antigüedad de rocas y fósiles, como la datación radiométrica.



Los contadores Geiger se utilizan para medir la radiactividad de un objeto o lugar. ¿Qué disciplina científica creen que usa estos instrumentos? ¿Por qué?



¿Por qué las balanzas y las probetas son instrumentos utilizados muy frecuentemente en los laboratorios experimentales?

Los errores en las mediciones

Los errores forman parte de la medición y, si bien los asociamos con equivocaciones, tienen en realidad causas muy diversas. Los errores pueden ser clasificados en dos grandes grupos: los sistemáticos y los accidentales.

- **Errores sistemáticos.** Son errores que se repiten constantemente en el transcurso de un experimento y que afectan a los resultados finales siempre en el mismo sentido. Estos errores pueden ser instrumentales, por ejemplo, en el caso de fallas o problemas de calibración en el instrumento de medición; personales, si el observador tiene poca o ninguna experiencia para realizar mediciones, o debidos a las condiciones ambientales, por ejemplo, si las mediciones se realizan en condiciones ambientales (temperatura, humedad, etcétera) diferentes de las recomendadas.
- **Errores accidentales o azarosos.** Son errores imposibles de controlar y que alteran la medida realizada. Pueden deberse a múltiples causas, por ejemplo, cambios temporarios de las condiciones del entorno, como una corriente de aire, el desnivel en la mesa en la que se está midiendo o el aumento de la temperatura, o en ciertos casos a errores de apreciación asociados a las limitaciones de los órganos de los sentidos (visuales, auditivas, etcétera) de quien mide.



Si medimos el peso de una pluma con una balanza de cocina, seguramente nos marcará un valor incorrecto. ¿Por qué?



Habilidades y competencias del siglo XXI

Aprender a aprender

Para medir mejor: minimizando el error

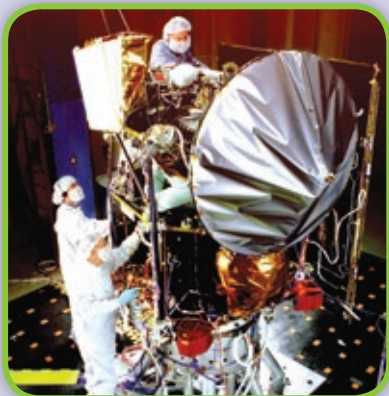
En ciencia, los errores accidentales pueden darse por exceso o por defecto. Por eso, repetir varias veces la medida permite minimizarlos. Luego, el valor de la magnitud se calcula a partir de un promedio: se suman todos los resultados y el número que se obtiene se divide por la cantidad de veces que se midió. Así, si en una de las mediciones ocurrió algún error accidental se compensa con los otros resultados. Por ejemplo, se mide la temperatura del agua de un vaso tres veces y se obtienen los siguientes valores: 22,5 °C; 23,5 °C; 24 °C; el promedio de las temperaturas

que se toman como valor de la medición es: $69\text{ °C} / 3 = 23\text{ °C}$.

Les proponemos que realicen una sencilla experiencia.

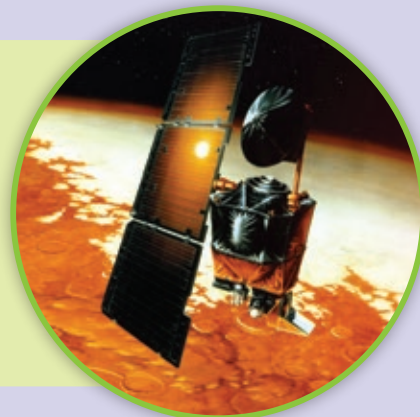
1. Entre todos elijan una regla, un objeto y una parte de este a medir (por ejemplo, el largo de un borrador).
2. En grupos, midan la magnitud elegida, y repitan este procedimiento 10 veces. Es importante que todos usen la misma regla. (¿Por qué?) Luego calculen el promedio.
3. Compartan los resultados obtenidos en clase, y entre todos elaboren sus conclusiones.

Mars Climate Orbiter: un error de unidades



La *Mars Climate Orbiter* (MCO) fue una sonda de la NASA lanzada el 11 de diciembre de 1998 con destino a Marte, con el propósito de realizar estudios. Esta sonda, junto con otra perteneciente al mismo programa, debía registrar valores sobre la presencia de agua y la abundancia de dióxido de carbono, para entender cómo se acumulan, su interacción entre la atmósfera y la superficie del planeta, y obtener evidencias de cómo fue el clima del pasado y cómo sería el del futuro. La MCO también debía transmitir a la Tierra datos sobre el suelo y las rocas marcianas.

La MCO debía pasar sobre el polo norte de Marte a 200 km de la superficie, por encima de su atmósfera. Esto no era difícil, pues sondas anteriores habían sido guiadas con mucha precisión. Pero durante los últimos días de vuelo de la MCO, a medida que la gravedad de Marte tenía cada vez más influencia sobre la nave, se observó que se desviaba mucho de la trayectoria prevista y se acercaba más y más a la superficie del planeta. El 23 de septiembre de 1999, la sonda pasó sobre Marte a 57 km de altura, en lugar de los 140-150 km previstos, y la fricción con la atmósfera marciana la destruyó. Un proyecto de casi 330 millones de dólares fracasó estrepitosamente.



La nave estaba programada con el Sistema Internacional de Unidades (SI), mundialmente aceptado hace décadas, tal como figuraba en las especificaciones de la empresa que la fabricó. Pero hay países como Estados Unidos, Canadá e Inglaterra que históricamente usaron otro sistema, el Sistema Anglosajón de Unidades (SA), y que lo siguen usando. Este tiene unidades como la onza (28,3 g), el pie (30,5 cm), la milla (1,6 km) y el galón (3,8 l). El centro de control de la NASA usaba este sistema.

Así, mientras desde la Tierra se le enviaban órdenes para corregir el rumbo (potencia de los motores, distancia respecto de Marte, etcétera) en unidades del SA, la sonda las interpretaba en unidades del SI. Cada encendido de motores durante nueve meses modificó la velocidad de la sonda de una forma no prevista y el error se fue acumulando.

Reflexión

- Expliquen con sus palabras, en un breve texto, la historia de la *Mars Climate Orbiter*. Luego, con ayuda de ese texto, cuéntenle el caso a un adulto. Compartan sus experiencias en clase.
- Piensen tres situaciones ficticias, similares al siguiente caso real: *Usar dos sistemas de unidades al mismo tiempo puede causar graves problemas de todo tipo. En 1983, un avión canadiense se quedó sin combustible porque quien lo cargó confundió litros con galones.*



1 Revisen la respuesta que dieron a la pregunta de la página 8. Ahora que terminaron de estudiar la unidad, ¿la modificarían? Si es así, escriban la nueva respuesta en sus carpetas.

2 ¿Qué es una magnitud? Cuáles de los siguientes términos son magnitudes y cuáles no? ¿Por qué?

aspecto • color • tristeza • volumen • sabor
alegría • densidad • dureza • tiempo • amor
distancia • presión • olor • curiosidad

3 Completen las palabras que faltan en este texto.

Las magnitudes pueden dividirse en dos grupos, las escalares y las Las primeras se pueden describir por completo usando un y una En cambio, para el otro grupo de magnitudes es necesario indicar también la y el La velocidad es un ejemplo de una magnitud, mientras que el tiempo es un ejemplo de magnitud

4 ¿Qué es el SI? ¿Con qué fin se creó? Averigüen en qué otro sistema se basaron quienes lo diseñaron.

5 Lean atentamente las siguientes oraciones, y luego tachen la opción incorrecta.

- a) Las propiedades de los objetos que pueden medirse son llamadas magnitudes/unidades.
- b) Todas las unidades tienen un nombre y un vector/símbolo.
- c) Para medir la temperatura pueden usarse distintos tipos de termómetros/cintas métricas.
- d) Los errores pueden clasificarse en dos grupos: sistemáticos/intencionales o azarosos.

6 Vuelvan a la página 13 y observen con atención el esquema central. Luego, reúnanse en grupos y realicen este organizador en una lámina, incluyendo imágenes y ejemplos de los distintos tipos de errores.

7 Observen las siguientes imágenes atentamente y luego resuelvan las consignas.

- a) ¿Con qué magnitud o magnitudes relacionarían cada imagen? ¿Qué unidad, múltiplo o submúltiplo de ella es adecuado usar en cada caso?
- b) ¿En alguno de ellos podrían expresar el valor numérico de la medición con dos unidades distintas? Justifiquen sus respuestas.



8 Observen los esquemas y relacionen las siguientes expresiones con cada uno de ellos.

- a) Alta precisión y baja exactitud
- b) Alta precisión y alta exactitud
- c) Baja precisión y alta exactitud
- d) Baja precisión y baja exactitud

