

## Tema 2. Aprender a medir. Magnitudes y unidades

### 2.0. Guión de trabajo del tema

Atiende a la exposición del profesor sobre los apartados 2.1 y 2.2.

Trabajo individual.

- Completa las actividades de 2.3.

Atiende a la exposición del profesor sobre el apartado 2.4.

Trabajo por parejas.

- Completa, con ayuda de tu pareja de trabajo, las actividades del apartado 2.5. Escribir las soluciones a lápiz.
- Cuando hayáis terminado, cada alumno intercambia su cuaderno con otro compañero de clase (distinto a la pareja de trabajo). Con bolígrafo rojo, corregimos el cuaderno que hemos recibido conforme la actividad se resuelve en la pizarra.

Trabajo en equipo.

- Leer, comentar y resumir los apartados 2.6 y 2.7.
- Comentamos las dudas con toda la clase.

Trabajo en equipo.

- Realizar en grupo el experimento detallado en el apartado 2.8.
- Redactar el informe científico correspondiente.

## 2.1. Magnitudes y unidades

Una magnitud física es todo aquello que puede medirse con un número y una unidad. Una unidad, en Ciencia, es la cantidad que sirve de referencia para comparar diferentes medidas.

Por ejemplo: el tiempo podemos medirlo en horas o en segundos. Es fácil afirmar que 4.000 segundos es una cantidad de tiempo mayor que 2.500 segundos, ya que ambos números están acompañados por la misma unidad (segundo). Pero, ¿qué pasaría si tuviésemos que comparar 4.000 segundos con 25 horas? Al no estar expresados ambos tiempos en la misma unidad, tendríamos que operar previamente para poder compararlos (es lo que se llama factor de conversión, que estudiaremos en el próximo tema).

No todo nuestro conocimiento se puede medir de forma objetiva con un número y una unidad. Por ejemplo: el color, el cansancio o la felicidad son conceptos cualitativos y unidos a la subjetividad del observador. Donde uno ve morado, otro ve violeta; donde uno está un poco cansado, otro afirma estar muy cansado.

En cambio, si decimos que llegamos en 15 minutos todo el mundo sabe exactamente el momento en que llegaremos.

En este tema vamos a estudiar las magnitudes físicas más conocidas: distancia, tiempo, masa, área, volumen y temperatura.

Ejemplos de magnitudes (unión de un número y una unidad):

- Distancia: 15 m (quince metros)
- Tiempo: 56 s (cincuenta y seis segundos)
- Masa: 2,45 kg (dos coma cuarenta y cinco kilogramos)
- Área (superficie): 1,32 m<sup>2</sup> (uno coma treinta y dos metros cuadrados)
- Volumen (espacio): 4 m<sup>3</sup> (cuatro metros cúbicos)
- Temperatura: 270 K (doscientos setenta grados kelvin)

Antiguamente se utilizaban las partes del cuerpo como unidades de medida. Por ejemplo: la "pulgada", que es el grosor del dedo pulgar en su base. El "codo", distancia entre el codo y el extremo del dedo medio de la mano. El "pie", dado por la longitud de la región plantar (un codo equivalía aproximadamente a dos pies).

Eran medidas poco precisas, ya que dos personas suelen tener diferente grosor de dedo, diferente longitud de codo y diferente pie. Es decir, lo que para una persona serían 23 codos, para otra podrían ser 28. Las medidas, bajo esas unidades, diferían mucho entre sí.

Por eso, con el paso del tiempo, los científicos fueron buscando un sistema de referencia más adecuado a la hora de medir. Formándose así el Sistema Internacional de Unidades (SI), aceptado por la inmensa mayoría de países (Estados Unidos y el Reino Unido son excepciones a esta afirmación, en determinadas unidades).

## 2.2. Magnitudes fundamentales y derivadas

Para resolver el problema que suponía la utilización de unidades diferentes en distintos lugares del mundo, en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas (París, 1960) se estableció el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Para ello, se actuó de la siguiente forma: en primer lugar, se eligieron las magnitudes fundamentales y la unidad correspondiente a cada magnitud fundamental.

Una magnitud fundamental es aquella que se define por sí misma y es independiente de las demás magnitudes. Actualmente consideramos siete magnitudes fundamentales: longitud, masa, tiempo, temperatura, intensidad de corriente, intensidad luminosa y cantidad de materia.

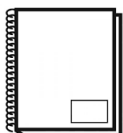
Tabla de magnitudes fundamentales		
Magnitud	Unidad (SI)	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	kelvin	K
Intensidad de corriente	amperio	A
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

En segundo lugar, se definieron las magnitudes derivadas y la unidad correspondiente a cada magnitud derivada. Una magnitud derivada es aquella que se obtiene mediante expresiones matemáticas a partir de las magnitudes fundamentales.

Existen infinidad de magnitudes derivadas. En la siguiente tabla, expresamos algunas de las que estudiaremos este curso.

Tabla de magnitudes derivadas		
Magnitud	Unidad (SI)	Símbolo
Área	metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Velocidad	metro partido segundo	m/s
Aceleración	metro partido segundo al cuadrado	m/s <sup>2</sup>
Densidad	masa partido metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
Fuerza	newton	N = kg · m/s <sup>2</sup>
Presión	pascal	Pa = N/m <sup>2</sup>
Energía	julio	J = N·m

### 2.3. Copia las preguntas en tu cuaderno y responde



1. ¿Qué es una magnitud física? ¿Qué es una magnitud fundamental? ¿Qué es una magnitud derivada?

2. Mide con una regla la longitud del grosor de tu dedo pulgar, la longitud de tu codo y la longitud de tu pie. Comenta y compara con tus compañeros de al lado los valores obtenidos.



3. Copia en tu cuaderno las tablas de magnitudes fundamentales y magnitudes derivadas del apartado anterior.

4. Redacta un breve texto en tu cuaderno en el que aparezcan los siguientes términos: magnitud, superficie, masa, derivada, velocidad, fundamental.

### 2.4. Múltiplos, submúltiplos y notación científica

Si vamos a medir cantidades muy grandes o muy pequeñas, aparecen lógicamente números muy grandes o números muy pequeños. En estos casos es recomendable utilizar múltiplos y submúltiplos, además de la notación científica.

En las siguientes tablas expresamos en negrita la unidad fundamental de diferentes magnitudes. En las tablas de distancia y masa, pasar de una unidad superior a otra unidad inferior implica multiplicar por 10. Mientras que subir, implica dividir por 10. En la tabla de área se multiplica y se divide por 100, mientras que en la tabla de volumen se multiplica y se divide por 1000.

Múltiplo/Submúltiplo de distancia	Equivalencia con la unidad del SI
kilómetro (km)	1 km = 1.000 m = $10^3$ m
hectómetro (hm)	1 hm = 100 m = $10^2$ m
decámetro (dam)	1 dam = 10 m = 10 m
<b>metro (m)</b>	
decímetro (dm)	1 dm = 0,1 m = $10^{-1}$ m
centímetro (cm)	1 cm = 0,01 m = $10^{-2}$ m
milímetro (mm)	1 mm = 0,001 m = $10^{-3}$ m
micra o micrómetro ( $\mu$ m)	1 $\mu$ m = 0,000001 m = $10^{-6}$ m
nanometro (nm)	1 nm = 0,000000001 m = $10^{-9}$ m
picometro (pm)	1 pm = 0,000000000001 m = $10^{-12}$ m

Múltiplo/Submúltiplo de masa	Equivalencia con la unidad del SI
tonelada (tm)	1 tm = 1.000 kg = $10^3$ kg
<b>kilogramo (kg)</b>	
hectogramo (hg)	1 hg = 0,1 kg = $10^{-1}$ kg
decagramo (dag)	1 dag = 0,01 kg = $10^{-2}$ kg
gramo (g)	1 g = 0,001 kg = $10^{-3}$ kg
decigramo (dg)	1 dg = 0,0001 kg = $10^{-4}$ kg
centigramo (cg)	1 cg = 0,00001 m = $10^{-5}$ kg
miligramo (mg)	1 mg = 0,000001 m = $10^{-6}$ kg

Múltiplo/Submúltiplo de tiempo	Equivalencia con la unidad del SI
día (d)	1 d = 24 · 3.600 s = 86.400 s
hora (h)	1 h = 60 · 60 s = 3.600 s
minuto (min)	1 min = 60 s
<b>segundo (s)</b>	
décimas de segundo (ds)	1 ds = 0,1 s = $10^{-1}$ s
centésima de segundo (cs)	1 cs = 0,01 s = $10^{-2}$ s
milésima de segundo (ms)	1 ms = 0,001 s = $10^{-3}$ s

Múltiplo/Submúltiplo de área	Equivalencia con la unidad del SI
kilómetro cuadrado (km <sup>2</sup> )	1 km <sup>2</sup> = 1.000.000 m <sup>2</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> m <sup>2</sup> = 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>
hectómetro cuadrado (hm <sup>2</sup> )	1 hm <sup>2</sup> = 10.000 m <sup>2</sup> = (10 <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> m <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
decámetro cuadrado (dam <sup>2</sup> )	1 dam <sup>2</sup> = 100 m <sup>2</sup> = (10) <sup>2</sup> m <sup>2</sup> = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
<b>metro cuadrado (m<sup>2</sup>)</b>	
decímetro cuadrado (dm <sup>2</sup> )	1 dm <sup>2</sup> = 0,01 m <sup>2</sup> = (10 <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup> m <sup>2</sup> = 10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup>
centímetro cuadrado (cm <sup>2</sup> )	1 cm <sup>2</sup> = 0,0001 m <sup>2</sup> = (10 <sup>-2</sup> ) <sup>2</sup> m <sup>2</sup> = 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>
milímetro cuadrado (mm <sup>2</sup> )	1 mm <sup>2</sup> = 0,000001 m <sup>2</sup> = (10 <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup> m <sup>2</sup> = 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup>

Múltiplo/Submúltiplo de volumen	Equivalencia con la unidad del SI
kilómetro cúbico (km <sup>3</sup> )	1 km <sup>3</sup> = 1.000.000.000 m <sup>3</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>3</sup> m <sup>3</sup> = 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
hectómetro cúbico (hm <sup>3</sup> )	1 hm <sup>3</sup> = 1.000.000 m <sup>3</sup> = (10 <sup>2</sup> ) <sup>3</sup> m <sup>3</sup> = 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
decámetro cúbico (dam <sup>3</sup> )	1 dam <sup>3</sup> = 1.000 m <sup>3</sup> = (10) <sup>3</sup> m <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
<b>metro cúbico (m<sup>3</sup>)</b>	
decímetro cúbico (dm <sup>3</sup> )	1 dm <sup>3</sup> = 0,001 m <sup>3</sup> = (10 <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup> m <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
centímetro cúbico (cm <sup>3</sup> )	1 cm <sup>3</sup> = 0,000001 m <sup>3</sup> = (10 <sup>-2</sup> ) <sup>3</sup> m <sup>3</sup> = 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup>
milímetro cúbico (mm <sup>3</sup> )	1 mm <sup>3</sup> = 0,000000001 m <sup>3</sup> = (10 <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup> m <sup>3</sup> = 10 <sup>-9</sup> m <sup>3</sup>

Para aplicar la notación científica (potencias de base 10) debemos recordar las reglas aprendidas en Matemáticas y Ciencias Naturales en cursos anteriores.

- Multiplicar por 10 significa desplazar la coma decimal una posición a la derecha. Si no hay coma decimal, se añade un 0 a la derecha.

$$5,69 \cdot 10 = 56,9$$

$$0,231 \cdot 10 = 2,31$$

$$13 \cdot 10 = 130$$

- Dividir por 10 significa desplazar la coma decimal una posición a la izquierda. Si no hay coma decimal, la última cifra de la parte entera se convierte en decimal.

$$5,69 : 10 = 0,569$$

$$0,231 : 10 = 0,0231$$

$$13 : 10 = 1,3$$

- El número 100 se expresa también como 10<sup>2</sup>. El número 1.000 como 10<sup>3</sup>. El número 10.000 como 10<sup>4</sup>. El número 100.000 como 10<sup>5</sup>. El número 1.000.000 como 10<sup>6</sup>. Y así sucesivamente. Multiplicar por estos números significa desplazar a la derecha la coma decimal tantas posiciones como indique el exponente de la potencia de base 10. Si no hay coma decimal, se añaden tantos ceros como indique el exponente.

$$5,69 \cdot 10^4 = 56900$$

$$0,231 \cdot 10^2 = 23,1$$

$$13 \cdot 10^5 = 1.300.000$$

- Al dividir, desplazaremos a la izquierda la coma decimal tantas posiciones como marque el exponente de la potencia de base 10. Si no hay coma decimal, se empieza a contar a partir de la última cifra de la parte entera.

$$5,69 : 10^4 = 0,000569$$

$$0,231 : 10^2 = 0,00231$$

$$13 : 10^5 = 0,00013$$

- En el producto de potencias de la misma base, se deja la base y se suman los exponentes. Recuerda que  $10 = 10^1$  y que  $10^0 = 1$ .

$$10^7 \cdot 10^2 = 10^9$$

$$10 \cdot 10^3 = 10^4$$

- En la división de potencias de la misma base, se deja la base y se restan los exponentes.

$$10^7 : 10^2 = 10^5$$

$$10 : 10^3 = 10^{-2}$$

- La división se puede expresar en forma de fracción, donde el primer número es el numerador y el segundo número el denominador.

$$10^7 : 10^2 = \frac{10^7}{10^2} = 10^5$$

$$10 : 10^3 = \frac{10}{10^3} = 10^{-2}$$

- Una potencia puede pasar del numerador al denominador, o al revés, simplemente cambiando el signo del exponente.

$$\frac{10^7}{10^2} = 10^7 \cdot 10^{-2} = 10^5$$

$$\frac{10}{10^3} = 10 \cdot 10^{-3} = 10^{-2}$$

- Por último: si tienes un producto o división de números y de potencias de la misma base, lo más práctico es operar por un lado todos los números y por otro lado todas las potencias.

$$3 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^2 = 15 \cdot 10^6$$

$$\frac{8 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^5} = 4 \cdot 10$$

Veamos algunos ejemplos de cómo expresar, en notación científica, magnitudes que vengan dadas con múltiplos, submúltiplos o con cifras grandes y pequeñas. **Aplicaremos siempre la siguiente regla para la notación científica: la parte entera se expresa con un único número diferente de 0 y la parte decimal con un máximo de dos cifras decimales.**

$$3 \text{ dam} = 3 \cdot 10 \text{ m}$$

$$42 \text{ hm} = 42 \cdot 100 \text{ m} = 42 \cdot 10^2 \text{ m} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$3 \text{ dam}^2 = 3 \cdot 100 \text{ m}^2 = 3 \cdot 10^2 \text{ m}^2$$

$$12 \text{ g} = 12 : 1000 \text{ kg} = 12 : 10^3 \text{ kg} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

$$5 \text{ dam}^3 = 5 \cdot 1000 \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$36 \text{ cg} = 36 : 100.000 \text{ kg} = 36 : 10^5 \text{ kg} = 36 \cdot 10^{-5} \text{ kg} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

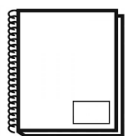
$$153.000.000 \text{ s} = 1,53 \cdot 10^8 \text{ s}$$

$$6.150 \text{ K} = 6,15 \cdot 10^3 \text{ K}$$

$$0,000075 \text{ kg} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

$$0,0000000623 \text{ m} = 6,23 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

## 2.5. Copia las preguntas en tu cuaderno y responde



1. Expresa en notación científica las siguientes magnitudes en su correspondiente unidad del SI. Recuerda: utiliza un único número distinto de 0 en la parte entera, y como máximo dos cifras decimales, redondeadas, cuando sea necesario en la notación científica).

a) 2.345 km

**CUADERNO** b) 8.234.321 g

c) 2 días, 14 horas, 36 minutos y 12 segundos

d) 0,26 mm<sup>2</sup>

e) 334,23 hm<sup>3</sup>

## 2.6. Otras escalas para volumen y temperatura

Cuando hablamos coloquialmente de volumen o espacio, no solemos emplear la unidad del metro cúbico. Hablamos de litros, ¿verdad?

Y cuando medimos temperaturas, no solemos usar en casa los grados kelvin sino los grados centígrados.

Son dos ejemplos de escalas de unidades diferentes, pero que podemos relacionar fácilmente con el SI.

Escala de volumen en litros	Equivalencia con la unidad del SI
kilolitro (kl)	<b>1 kl = 1.000 l = 10<sup>3</sup> l = 1 m<sup>3</sup></b>
hectolitro (hl)	1 hl = 100 l = 10 <sup>2</sup> l = 0,1 m <sup>3</sup> = 10 <sup>-1</sup> m <sup>3</sup>
decalitro (dal)	1 dal = 10 l = 0,01 m <sup>3</sup> = 10 <sup>-2</sup> m <sup>3</sup>
<b>litro (l)</b>	<b>1 l = 0,001 m<sup>3</sup> = 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup> (1 l = 1 dm<sup>3</sup>)</b>
decilitro (dl)	1 dl = 0,1 l = 0,0001 m <sup>3</sup> = 10 <sup>-4</sup> m <sup>3</sup>
centilitro (cl)	1 cl = 0,01 l = 0,00001 m <sup>3</sup> = 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup>
mililitro (ml)	1 ml = 0,001 l = 0,000001 m <sup>3</sup> = 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> ( <b>1 ml = 1 cm<sup>3</sup></b> )

Escala de temperatura en grados centígrados	Equivalencia con la unidad del SI
0 °C	273 K
-273 °C	0 K (cero absoluto)

### 2.7. Sensibilidad del instrumento de medida. Conceptos de precisión, exactitud y error instrumental

Cuando medimos utilizamos instrumentos. Una regla, una balanza o un cronómetro son instrumentos de medida. Todos los instrumentos poseen una sensibilidad, que es igual a la magnitud más pequeña que son capaces de medir. Por ejemplo:

- Una regla con sensibilidad de milímetros, la magnitud más pequeña que puede medir es 1 mm = 0,001 m =  $10^{-3}$  m.
- Un balanza con sensibilidad de miligramos, la magnitud más pequeña que puede medir es 1 mg = 0,000001 kg =  $10^{-6}$  kg.
- Un reloj con sensibilidad de centésimas de segundo, la magnitud más pequeña que puede medir es 1 cs = 0,01 s =  $10^{-2}$  s.

Siempre, siempre, siempre que midamos en el laboratorio con un instrumento deberemos indicar, junto a la medida, la sensibilidad del aparato. Es decir:

- $231 \pm 1$  mm =  $23,1 \pm 0,1$  cm =  $0,231 \pm 0,001$  m
- $15,420 \pm 0,001$  g (fíjate que no eliminamos el cero de la derecha, porque la tercera cifra decimal pertenece a la sensibilidad del aparato de medida)
- $38,59 \pm 0,01$  s

Por favor, no olvides indicar la sensibilidad de los aparatos en tus informes de práctica de laboratorio.

¿Qué significa que las medidas realizadas son precisas?

Significa que diferentes medidas de una misma magnitud arrojan diferencias muy pequeñas entre sí. Por ejemplo:

- Tres personas miden la longitud de un lápiz con una misma regla de sensibilidad  $\pm 0,1$  cm. La primera persona obtiene 15,1 cm, la segunda 15,0 cm y la tercera 15,2 cm. Las tres medidas son muy próximas entre sí, por lo que decimos que las medidas de la regla han resultado muy precisas.
- Medimos nuevamente el lápiz, pero ahora tomando como referencia el grosor del pulgar de cada observador (ahora la sensibilidad sería  $\pm 1$  pulgada). La primera persona mide 7 pulgadas, la segunda persona 9 pulgadas y la tercera 10 pulgadas. La diferencia entre las medidas es mayor que en el caso anterior, porque entre 10 y 7 hay mayor diferencia numérica que entre 15,2 y 15,0. Por lo que afirmamos que las medidas han sido poco precisas.

¿Es lo mismo medidas precisas que medidas exactas?

No. Para determinar si una medida experimental es exacta debemos conocer, previamente, el valor que se considera “verdadero” y comprobar qué diferencia hay entre el valor experimental y el valor verdadero. Veamos un ejemplo:

- Una fábrica vende cilindros de acero con un peso igual a 1 kg, y certifican su masa con una sensibilidad instrumental de  $\pm 0,001$  g. Por lo tanto, asumimos el valor de 1 kg como valor verdadero. En el laboratorio realizamos tres medidas con una balanza de sensibilidad  $\pm 1$  g y obtengo 1.121 g, 1.120 g y 1.121 g. Las tres medidas son muy precisas pero poco exactas, porque están muy próximas entre sí pero lejos del valor considerado como verdadero.
- ¿Por qué ocurre esto? Por errores propios del instrumento, debido a una mala calibración o a piezas que no funcionan correctamente. Es lo que se conoce como error instrumental.



**2.8. Experimento a realizar: medir con palmos y con reglas**

Los materiales necesarios para la práctica son: regla graduada en milímetros, lápiz, goma, una caja de cartón, un libro texto y un diccionario. Recuerda: **en el cuaderno personal de clase debe aparecer una descripción de 5-10 líneas de la práctica, además de las tablas que aparecen a continuación con todas las medidas realizadas.**

El objetivo de la siguiente práctica es comparar la precisión de una serie de medidas de longitud, realizadas con dos instrumentos diferentes de medida. Y que utilicemos el concepto de sensibilidad del aparato de medida.

Para profundizar más en los conceptos de error, precisión y exactitud en el laboratorio, puedes consultar las páginas 2 y 3 del siguiente pdf (publicado en la web de la Universidad de Granada):

<http://www.ugr.es/~andyk/Docencia/TEB/Errores.pdf>

De este pdf puedes tomar ideas y conceptos científicos para completar el informe de práctica.

Cada miembro del grupo mide su palmo o cuarta con la regla graduada en milímetros (ver imagen). Luego cuenta el número de palmos o cuartas que necesita para medir la mesa de trabajo en el laboratorio.



Imagen tomada de la web <http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web> del INTEF

Autor: Antonio Ortega Moreno

Licencia CC BY-NC-SA 3.0

Cada grupo debe completar la siguiente tabla (una fila por miembro del grupo).

Nombre del alumno	Longitud del palmo o cuarta (± 1 mm)	Medida de la mesa con palmos (± 1 palmo)	Convertir el número de palmos de la mesa en metros (usar notación científica)

A continuación, medimos con la regla las dimensiones en milímetros (largo, ancho y alto) de un libro de texto y de un diccionario. Calculamos el volumen de cada objeto en mm<sup>3</sup> multiplicando largo por ancho y por alto. Expresamos ese volumen en m<sup>3</sup> empleando notación científica. ¡Ojo a las unidades!

Objeto	Dimensiones $\text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto}$ (± 1 mm × ± 1 mm × ± 1 mm)	Volumen del objeto en mm <sup>3</sup> y en m <sup>3</sup> (usar notación decimal para los milímetros cúbicos y científica para los metros cúbicos)
Libro de texto		
Diccionario		

Medir, además, las dimensiones de la caja de cartón. Calcula su volumen.

Dimensiones de la caja <i>largo</i> × <i>ancho</i> × <i>alto</i> (± 1 mm × ± 1 mm × ± 1 mm)	Volumen objeto en mm <sup>3</sup> y en m <sup>3</sup> (usar notación decimal para los milímetros cúbicos y científica para los metros cúbicos)

Finalmente, calcula el número libros de texto y de diccionarios que como máximo podemos guardar en la caja, indicando todas las operaciones necesarias.

El informe de esta práctica debe incluir los siguientes contenidos:

- **Portada.** Debe indicar el título del experimento, los autores y la fecha de realización.
- **Planteamiento del problema e hipótesis.** Explicar qué es lo que se quiere estudiar en la práctica y elaborar una hipótesis previa (antes de medir) del número de libros que tiene la mesa del laboratorio y su longitud total en metros. Realizar también una hipótesis previa del número de libros de texto y de diccionarios que creemos entrarán como máximo en la caja de cartón.
- **Fundamentos científicos.** Indicar los contenidos científicos en que se basa la práctica, definiendo conceptos como sensibilidad, precisión, exactitud, error sistemático y error accidental. Aplicar esos conceptos a algún dato concreto de la práctica. Si hemos consultado alguna fuente de información para documentarnos previamente sobre el asunto, debemos citarla y señalar explícitamente la información que hemos obtenido.
- **Procedimiento y material técnico.** Explicar paso a paso todo lo que se ha hecho. Indicar todos y cada uno de los materiales empleados.  
Si algún miembro del grupo dibuja bien, se puede ilustrar esta parte con sencillas imágenes ilustrativas.
- **Resultados experimentales.** Presentar de forma ordenada, clara y precisa los resultados experimentales, utilizando las tablas anteriormente indicadas.
- **Conclusiones.** Concluir cuáles de las hipótesis de partida han sido acertadas, y razonar por qué.