

2

El método de las ciencias experimentales

Se denomina **método científico** al procedimiento que siguen las personas de ciencia para estudiar los problemas y llegar a conclusiones ciertas.

El método científico sigue una serie de pasos, que son:

1. Observación.
2. Elaboración de hipótesis.
3. Experimentación.
4. Análisis de resultados.
5. Definición de leyes.
6. Establecimiento de teorías.
7. Publicación de resultados.

Algún paso se puede repetir o no realizarse. Por ejemplo, los astrónomos solo miden lo que sucede en el universo, pero no pueden experimentar con él.

SABER MÁS

Aristóteles y Galileo, dos científicos en acción

Aristóteles fue uno de los grandes sabios griegos. Vivió entre 384 y 322 a.C. y fue maestro de Alejandro Magno. La mayoría de sus estudios son filosóficos, aunque también dedicó parte de su tiempo al estudio de la física. Por intuición determinó que los cuerpos caían tanto más rápido cuanto mayor era su peso.

Años más tarde, el físico italiano **Galileo Galilei** (1564-1642) demostró que, si se eliminaba la resistencia del aire, todos los cuerpos caían con la misma rapidez. Para demostrarlo hizo caer una serie de cuerpos por un plano inclinado y midió el tiempo que tardaban en llegar a unas marcas colocadas en el propio plano. Sus resultados demostraron que Aristóteles estaba equivocado.

Galileo utilizó un método científico, mientras que Aristóteles se fió de su intuición.

2.1. La observación

Consiste en analizar el fenómeno utilizando nuestros sentidos. Como resultado de la observación se identifica el problema y nos hacemos preguntas sobre él.

➔ SABER HACER

Observar cómo caen los objetos

Deja caer una goma de borrar, unas llaves y una hoja de papel desde la altura de tu hombro. Observa cómo caen, cuánto tiempo tardan, etc.

- Problema: cuando se deja libre un cuerpo, se cae.
- Preguntas: ¿Por qué caen unos cuerpos más rápido que otros?
¿Por qué caen unos cuerpos en línea recta y otros parecen volar?

2.2. Las hipótesis

Una vez identificado el problema y planteadas las preguntas, el científico trata de dar una respuesta. Son respuestas hipotéticas, y habrá que comprobarlas:

«Parece que los objetos más pesados caen más rápido y en línea recta. Los objetos menos pesados tardan más en caer y lo hacen volando».

Una **hipótesis** es una suposición sobre un hecho real. Debe formularse de forma concreta y se debe poder comprobar.

Las hipótesis de nuestro estudio son:

- La rapidez con que cae un cuerpo que se deja libre es mayor cuanto mayor sea su masa.
- La trayectoria con que cae un cuerpo que se deja libre es más recta cuanto mayor sea su masa.

2.3. La experimentación

Para comprobar si la hipótesis es cierta o no diseñamos un experimento.

Experimentar es repetir el fenómeno observado en condiciones controladas, para saber qué variables influyen en él y cómo lo hacen.

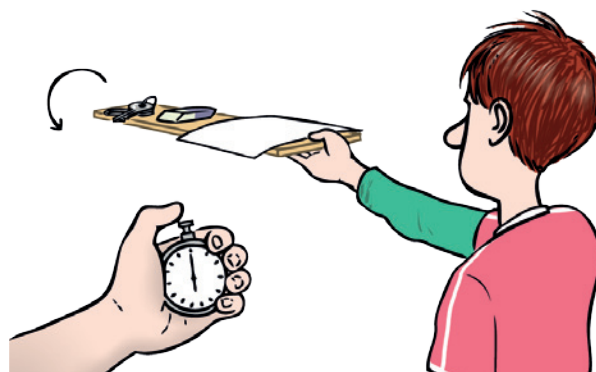
- Las **variables independientes** son aquellas cuyos valores podemos elegir libremente. En nuestro ejemplo elegimos la masa de los objetos.
- Las **variables dependientes** son aquellas cuyos valores quedan establecidos por las anteriores. En nuestro caso, el tiempo que tarda en caer cada objeto.
- Las **variables controladas** son aquellas cuyos valores permanecen fijos. En nuestro caso, la altura desde la que caen los objetos.

➔ SABER HACER

Observar cómo caen objetos de masa conocida

1. Determina la masa de los objetos con una balanza.
2. Coloca los objetos sobre una barra horizontal elevada.
3. Gira la barra para que caigan a la vez.
4. Mide el tiempo que tardan en caer.

Para asegurarte de que no hay nada más que influya, cierra las puertas y ventanas para evitar corrientes de aire, pues podrían desviar los objetos menos pesados.



Un posible resultado de la experiencia se muestra en la tabla del margen. Conclusión: parece ser cierto que los objetos caen más rápido cuanto mayor sea su masa.

	Llaves	Goma	Papel
Masa	32 g	7 g	1,5 g
Tiempo	0,8 s	1,3 s	5,4 s

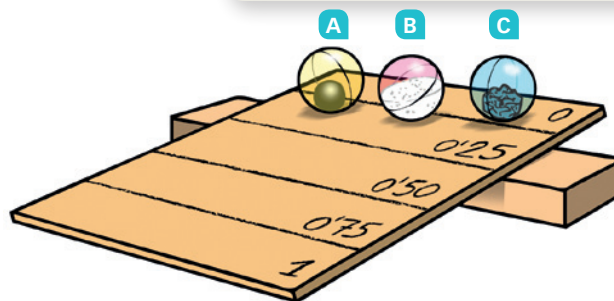
La hipótesis debe ser cierta en diversas condiciones

Si arrugamos la hoja, cae más rápido. Establecemos una nueva hipótesis: «La forma de un objeto influye en la rapidez con la que cae».

➔ SABER HACER

Observar cómo caen objetos con distinta masa pero con la misma forma externa

1. Utiliza un plano inclinado para que los cuerpos tarden más en llegar al final. Anota una marca cerca del comienzo y marcas sucesivas al cabo de 25 cm, 50 cm, 75 cm y 1 m.
2. En el interior de bolas huecas iguales (marcadas como A, B, C) coloca objetos de distinta masa: una bola de metal, arena o un trozo de papel de aluminio arrugado).
3. Pon un listón al comienzo del plano inclinado. Al levantarlo, las tres bolas salen a la vez.
4. Mide el tiempo que tardan en llegar a la marca de 25 cm.
5. Repite los pasos 3 y 4 midiendo el tiempo que tardan en llegar a cada una de las otras marcas.



? INTERPRETA LA IMAGEN

- ¿Cuáles son ahora las variables independientes, dependientes y controladas?

2.4. El análisis de los resultados: tablas y gráficas

Una **tabla** permite organizar los datos en filas y en columnas.

- En cada **columna** se representan los datos de una característica del problema, es decir, de una **variable**.
- En cada **fila** se colocan los valores de cada variable para una medición.

En nuestro ejemplo: completamos una tabla para cada bola.

En la cabecera de cada columna se coloca el nombre de la **variable**. Entre paréntesis, la **unidad** en que se mide.

En cada fila se colocan los **valores de una medición**.

Bola A → 50 g	
Longitud (m)	Tiempo (s)
0,25	0,34
0,50	0,48
0,75	0,59
1,00	0,68

Bola B → 37 g	
Longitud (m)	Tiempo (s)
0,25	0,33
0,50	0,48
0,75	0,59
1,00	0,68

Bola C → 22 g	
Longitud (m)	Tiempo (s)
0,25	0,34
0,50	0,48
0,75	0,59
1,00	0,68

Análisis: ¿qué podemos deducir de la tabla?

- La rapidez con la que bajan las bolas no depende de su masa.
- La rapidez es mayor cuanto mayor es la distancia recorrida. Cuando la distancia se duplica, el tiempo aumenta menos del doble.

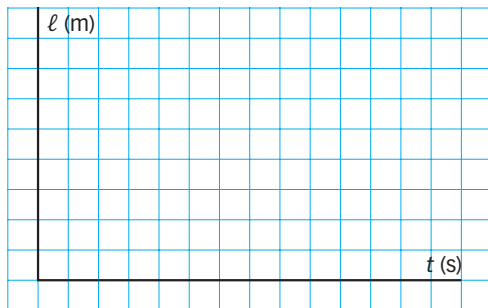
Longitud (m)	0,25	0,50	0,75	1,00
Tiempo (s)	0,34	0,48	0,59	0,68

Las **gráficas** muestran la relación entre dos variables de forma visual. Dibujaremos la gráfica correspondiente a la caída de la bola A por el plano.

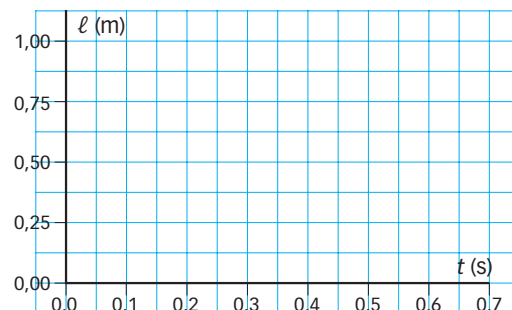
➔ SABER HACER

Elaborar una gráfica

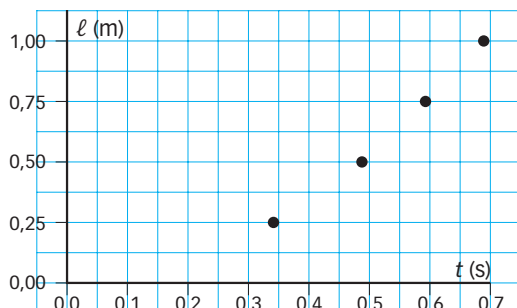
1. Dibuja dos ejes. En cada uno se va a representar una magnitud de la tabla. En cada eje especifica el nombre o símbolo de la magnitud.



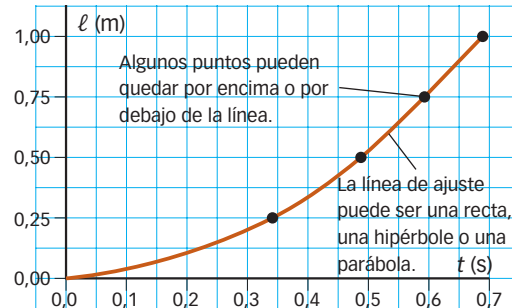
2. Teniendo en cuenta los valores máximo y mínimo de la tabla, anota la escala de cada eje. La escala de un eje es independiente de la del otro.



3. Representa con un punto cada par de valores.



4. Traza la línea que mejor marca la tendencia.



¿Qué podemos deducir de la gráfica? Cuanto mayor es la distancia recorrida, mayor es el tiempo que tarda la bola, pero no es directamente proporcional. La bola tarda más en recorrer 1 m que 0,5 m, pero no tarda el doble de tiempo.

La gráfica permite conocer valores que no hemos medido.

- **Interpolar datos** es obtener valores intermedios a otros medidos. ¿Cuánto tiempo tardará la bola en recorrer 0,35 m?
- **Extrapolar datos** es obtener valores más altos que los medidos. ¿Cuánto tardará la bola en recorrer 1,2 m?



PRESTA ATENCIÓN

La forma de la gráfica muestra la relación entre las variables.

Cuando la gráfica es una parábola, la relación matemática entre las variables es:

$$y = k \cdot x^2$$

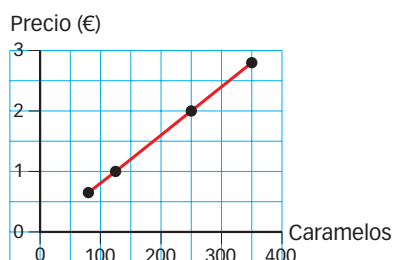
SABER HACER

Interpretar gráficas

Línea recta ascendente

Precio de distintas cantidades de caramelos:

Caramelos (g)	Precio (€)
80	0,65
125	1,00
250	2,00
350	2,80



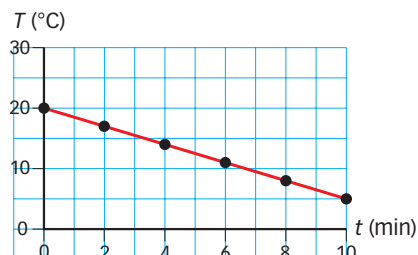
El precio de los caramelos es directamente proporcional a la cantidad: el doble de caramelos cuesta el doble. Si no hay caramelos, el coste es cero.

- Línea recta ascendente que pasa por el punto (0, 0). Magnitudes directamente proporcionales. Cuando una variable vale cero, la otra también vale cero.
- Matemáticamente: $y = k \cdot x$ o bien $\frac{y}{x} = k$.

Línea recta descendente

La tabla muestra cómo varía la temperatura de un líquido al introducirlo en la nevera:

Tiempo (min)	T (°C)
0	20
2	17
4	14
6	11
8	8
10	5

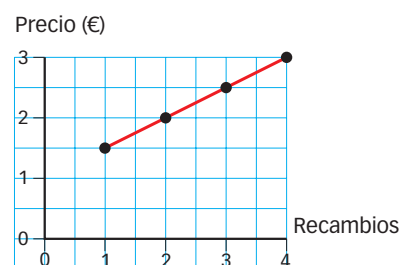


El descenso en la temperatura es directamente proporcional al tiempo. Cada dos minutos desciende 3 °C.

- Línea recta descendente. Magnitudes directamente proporcionales con constante negativa.
- Matemáticamente: $y = -k \cdot x + n$.
 n es el valor de y cuando x vale 0.

Precio de un bolígrafo con distintos recambios:

Bolígrafo + recambios	Precio (€)
1	1,5
2	2,0
3	2,5
4	3,0



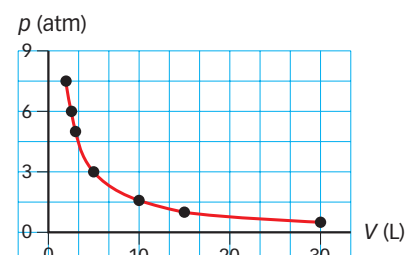
El precio es directamente proporcional al número de recambios, pero el bolígrafo solo tiene un precio.

- Línea recta ascendente que no pasa por el punto (0, 0). Magnitudes directamente proporcionales. Cuando una variable vale cero, la otra no vale cero.
- Matemáticamente: $y = k \cdot x + n$.
 n es el valor de y cuando x vale 0.

Curva hipérbola equilátera

La tabla muestra la presión (p) que ejerce un gas al variar el volumen del recipiente en que se encuentra, si $T = \text{cte}$.

V (L)	p (atm)
30	0,5
15	1,0
10	1,5
5,0	3,0
3,0	5,0
2,5	6,0
2,0	7,5



La presión del gas es inversamente proporcional al volumen que ocupa: a mayor volumen, menor presión, y viceversa.

- Curva hipérbola equilátera. Magnitudes inversamente proporcionales.
- Matemáticamente: $y \cdot x = k$.

SABER MÁS

La teoría cinética

Tras descubrir experimentalmente las distintas leyes que rigen el comportamiento de los gases, los científicos idearon la **teoría cinética** que explica por qué los gases se comportan así.

Esta teoría permite predecir que la temperatura no puede bajar de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.5. Definición de leyes

Después de analizar los resultados podemos confirmar o rechazar las hipótesis y con ello establecemos una ley científica.

Una **ley científica** es el enunciado de una hipótesis confirmada.

Una ley se puede expresar:

- Mediante una frase:
«La presión que ejerce un gas es inversamente proporcional al volumen que ocupa, siempre que no varíe su temperatura».
- Mediante una fórmula matemática:
Para un gas que se mantiene a temperatura constante:

$$p \cdot V = \text{cte.}$$

2.6. Las teorías

Cuando se estudian distintos aspectos de un problema, los científicos pueden llegar a imaginar el porqué de todo ello y enuncian una **teoría**.

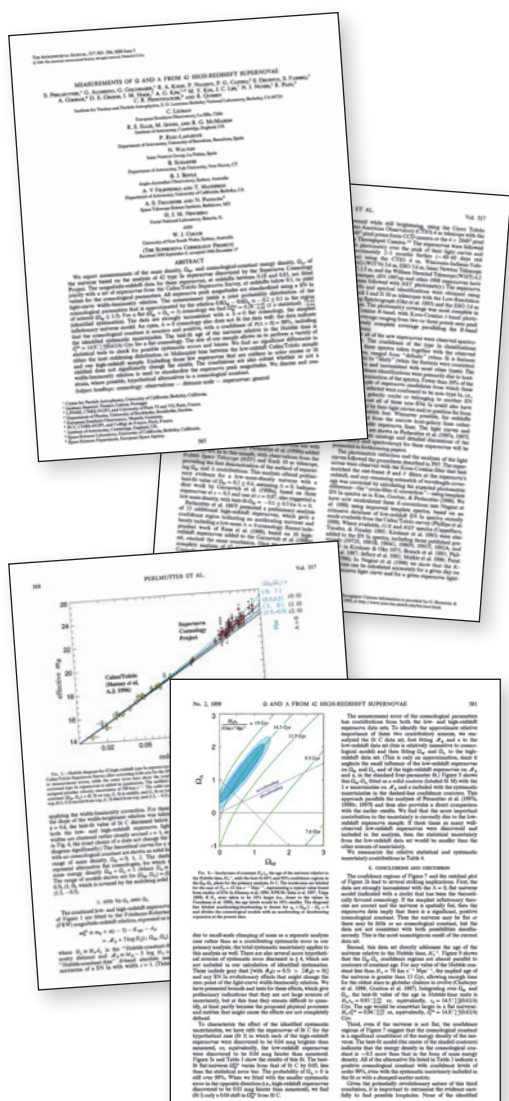
Una **teoría científica** es una explicación a una serie de hechos demostrados mediante leyes científicas. Permite predecir fenómenos desconocidos.

Las teorías deben ser revisadas continuamente y solo se consideran ciertas mientras no se produzca algún nuevo descubrimiento que las contradiga.

2.7. Comunicación de resultados

Para que la ciencia avance hay que comunicar los resultados de los estudios científicos. Esto se hace publicando un artículo o un libro que tendrá los siguientes apartados:

1. **Título.** Incluye el título del trabajo, el nombre del autor, el lugar donde hizo la investigación y la fecha.
2. **Introducción.** Explica brevemente por qué se realiza esa investigación y qué se pretende demostrar.
3. **Metodología.** Indica cómo se ha realizado el trabajo, qué experiencias se han llevado a cabo o cuál ha sido el material utilizado. Se puede acompañar de fotografías o esquemas.
4. **Resultados.** Se indican claramente los resultados obtenidos. Si son datos numéricos, se expresan recogidos en tablas o representados en gráficas.
5. **Discusión de los resultados.** Se analizan los resultados para llegar a conclusiones claras.
6. **Resumen y conclusión final.** Se resume lo que se pretendía con el trabajo y la conclusión más importante.
7. **Bibliografía.** Se indica una reseña de cada uno de los artículos, libros y otro material publicados anteriormente y que se han consultado durante el desarrollo de la investigación.



La comunicación de los resultados obtenidos en las investigaciones es esencial para el avance de la ciencia.

2.8. Aplicaciones tecnológicas de la investigación científica

En muchos laboratorios industriales o de centros de investigación se llevan a cabo estudios que hacen posible continuos avances tecnológicos.

En nuestra experiencia hemos visto que la forma de los objetos influye en la velocidad con que caen y la trayectoria que siguen en su movimiento. La aerodinámica es una parte de la física que estudia la influencia de la forma de los objetos en su movimiento. En los **laboratorios de aerodinámica** se estudian todos los factores relacionados con la forma de los vehículos, de manera que su movimiento sea eficaz.

La forma del casco, la ropa, el diseño de la bicicleta y la posición del ciclista están estudiadas para que pueda mantener una velocidad elevada reduciendo el esfuerzo.



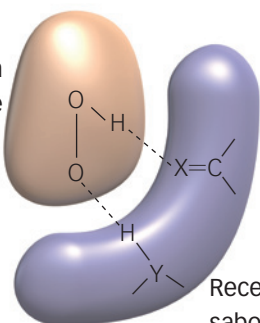
La forma del coche está diseñada para que se desplace ofreciendo la menor resistencia al aire. Así se ahorra combustible.



La forma de las alas del avión es la más adecuada para que la circulación del aire bajo ellas sostenga la aeronave.

En los **laboratorios de química** se estudian sustancias que solucionen problemas, de salud o de otro tipo. Por ejemplo, muchas personas, tienen problemas con las calorías que les aporta el consumo de azúcar. Para solucionarlo sustituyen el azúcar común por otras sustancias que aportan el sabor dulce sin proporcionar calorías: son los edulcorantes artificiales.

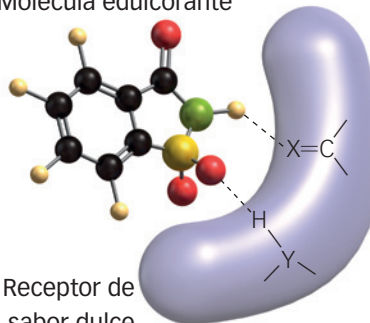
Molécula dulce



Los **azúcares** tienen en sus moléculas átomos que conectan con puntos específicos de los receptores del sabor dulce en nuestra lengua.

Receptor de sabor dulce

Molécula edulcorante



Receptor de sabor dulce

La **sacarina** y otros edulcorantes artificiales tienen átomos similares que también pueden conectar con los puntos específicos de los receptores del sabor dulce. Su poder edulcorante es mucho mayor que el del azúcar, y las personas lo eliminamos sin metabolizar, por lo que no aportan calorías.

ACTIVIDADES

7 USA LAS TIC. Busca información sobre algún avance tecnológico como los coches híbridos, la nanotecnología o la fibra óptica. Indica:

- En qué consiste el avance.
- Cuándo se desarrolló la investigación correspondiente.
- Qué consecuencias tiene su aplicación.



PRESTA ATENCIÓN

Tanto el nombre de las magnitudes como el de las unidades y sus símbolos se deben escribir como se indica en la tabla inferior.

Las unidades se escriben siempre en minúscula salvo que se refieran al nombre de un científico, que puede ir en mayúscula. Así, el símbolo del amperio es A, en honor del científico francés André-Marie Ampère (1775-1836).

ACTIVIDADES

- 8 Indica de forma razonada cuáles de las siguientes características de la materia son magnitudes y cuáles no.
- El volumen que ocupa.
 - Su color.
 - Su temperatura.
 - Su sabor.
 - La fuerza que hay que hacer para arrastrarla.
 - Lo que me gusta.
 - Su precio en euros.
- 9 Indica cuáles de las siguientes unidades son adecuadas para medir una magnitud y di qué magnitud miden.
- Una mano.
 - Un lápiz.
 - Una moneda de un euro.
 - Un grano de arroz.
 - Una taza.
 - Una pulgada.

- 10 **USA LAS TIC.** Busca la definición actual del SI para las unidades de longitud, masa y tiempo.

3

La medida

La física y la química son ciencias experimentales. Su trabajo requiere medir diversas características de la materia o de los cambios que experimenta. Se dice que la física y la química son las ciencias de la medida.

3.1. Magnitud y unidad

Llamamos **magnitud** a cualquier característica de la materia, o de los cambios que experimenta, que se puede medir, es decir, que se puede expresar con un número y una unidad.

La masa o la temperatura, por ejemplo, son magnitudes. Podemos decir que la masa de un cuerpo es de 60 kg y su temperatura es de 30 °C.

Medir una magnitud es compararla con una cantidad de su misma naturaleza que llamamos **unidad** para ver cuántas veces la contiene.

Podríamos utilizar cualquier cantidad como unidad; si utilizamos la goma de borrar como unidad, podemos medir la longitud del libro y decir que es de ocho gomas. Pero ¿obtendrías el mismo resultado con otra goma?

Para que el resultado de una medida sea adecuado, la unidad debe ser:

- **Constante:** la misma en todos los lugares y en todos los momentos.
- **Universal:** que pueda ser utilizada por cualquiera.
- **Fácil de reproducir:** que sea sencillo obtener muestras de esa unidad.

3.2. El Sistema Internacional de unidades (SI)

Para facilitar la comprensión de los estudios experimentales los científicos han elegido siete magnitudes fundamentales y la unidad base de cada una. Las **magnitudes fundamentales** son las más básicas. Todas las demás se llaman **magnitudes derivadas** y se pueden expresar en función de las magnitudes fundamentales.

El **Sistema Internacional de unidades (SI)** está formado por las siete magnitudes fundamentales y sus unidades básicas.

Magnitud		Unidad	
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Longitud	ℓ	metro	m
Masa	m	kilogramo	kg
Tiempo	t	segundo	s
Temperatura	T	kelvin	K
Intensidad de corriente	I	amperio	A
Intensidad luminosa	I_v	candela	cd
Cantidad de sustancia	n	mol	mol

3.3. Las magnitudes derivadas y el SI

El SI establece cuáles son las magnitudes derivadas y sus unidades.

A veces, la unidad de la magnitud derivada tiene un nombre propio, como el newton (N), que es la unidad de fuerza. Otras veces nombramos la unidad a partir de su relación con las unidades de las magnitudes fundamentales; por ejemplo, la velocidad se mide en m/s.

Algunas magnitudes también se expresan habitualmente en unidades que no son del SI. Así, es frecuente expresar la velocidad en km/h.

Magnitudes derivadas del Sistema Internacional			
Magnitud	Símbolo	Unidad	Otras unidades admitidas
Superficie	S	m ²	ha (hectárea); 1 ha = 10 000 m ²
Volumen	V	m ³	L (dm ³); 1 m ³ = 1000 L
Densidad	d, ρ	kg/m ³	g/L = kg/m ³ ; kg/L; 1 kg/L = 1000 kg/m ³
Velocidad	v	m/s	km/h; 1 km/h = 0,278 m/s
Aceleración	a	m/s ²	
Fuerza	F	N (newton)	1 kgf (kilogramo fuerza) = 9,8 N
Presión	p, P	Pa (pascal)	mm de Hg (milímetro de mercurio) 1 mm de Hg = 133,3 Pa atm (atmósfera); 1 atm = 101 325 Pa
Energía	E	J (julio)	kWh (kilovatio hora); 1 kWh = 3,6 · 10 ⁶ J

3.4. Múltiplos y submúltiplos

Los científicos manejan a menudo cantidades muy grandes o muy pequeñas con respecto a la unidad básica. Por ejemplo, el tamaño de algunas células es 0,000 003 m, y la distancia de la Tierra al Sol es 149 597 870 700 m.

El Sistema Internacional también indica el nombre y el símbolo de los múltiplos y submúltiplos que van a facilitar su escritura.

Las cantidades anteriores se pueden expresar así de forma más sencilla:

- El tamaño de algunas células es 3 μm .
- La distancia de la Tierra al Sol es 149,6 Gm.

SABER MÁS

Cómo escribir las unidades

El Sistema Internacional de unidades se estableció en 1960 por acuerdo de 36 naciones, entre ellas España.

Incluye normas de escritura y definiciones muy precisas de las unidades.

Después del símbolo de una unidad nunca se escribe punto ni se añade «s» para indicar plural. Ejemplo: ocho metros se escribe así:

8 m

Prefijos del Sistema Internacional

Factor	Prefijo		Factor	Prefijo	
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ¹²	tera	T	10 ⁻¹²	pico	p
10 ⁹	giga	G	10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁶	mega	M	10 ⁻⁶	micro	μ
10 ³	kilo	k	10 ⁻³	mili	m
10 ²	hecto	h	10 ⁻²	centi	c
10	deca	da	10 ⁻¹	deci	d

ACTIVIDADES

- 11** De los siguientes términos, identifica cuáles son magnitudes y cuáles son unidades.

- a) Velocidad. d) Fuerza. g) Temperatura.
b) Metro. e) Amperio. h) Julio.
c) Tiempo. f) Mol. i) Presión.

- 12** Indica cuáles de las siguientes son unidades del SI y cuáles no. Señala la magnitud que miden.

- a) m/s d) g g) h (hora)
b) Hectárea e) °C h) m³
c) kg/m³ f) atm (atmósfera)

- 13** Escribe el símbolo adecuado para estas unidades y su equivalencia con la unidad correspondiente del SI. Por ejemplo, decagramo: dag = 10¹ g.

- a) Miligramo. d) Terámetro.
b) Kilolitro. e) Nanosegundo.
c) Gigajulio. f) Micronewton.

- 14** Escribe con todas las letras las siguientes cantidades y su equivalencia con la unidad correspondiente. Por ejemplo, μm es un micrómetro y equivale a 10⁻⁶ m.

- a) hL c) Mg e) dA
b) ks d) pN f) cL

3.5. Cambio de unidades y factores de conversión

Para cambiar de una unidad a otra se utilizan los factores de conversión.

Un **factor de conversión** es una fracción que tiene en su numerador y en su denominador la misma cantidad, pero expresada en distintas unidades.

Multiplicar una cantidad por un factor de conversión es lo mismo que multiplicarla por 1; no cambia la cantidad, solo sus unidades, por eso cambia el número con que se expresa esa cantidad.

Para encontrar el factor de conversión adecuado:

1. Escribe la cantidad que quieres cambiar de unidad.	0,27 nm
2. Escribe al lado una fracción con esta unidad (nm) y la unidad en la que la quieres convertir (m). Hazlo de manera que se simplifique la unidad de partida (nm).	$0,27 \text{ nm} \cdot \frac{\text{m}}{\text{nm}}$
3. Al lado de cada unidad pon su equivalencia con la otra.	$0,27 \text{ nm} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}}$
4. Simplifica lo que sobre y expresa el resultado final.	$0,27 \cancel{\text{ nm}} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \cancel{\text{ nm}}} = 0,27 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

2. EJEMPLO RESUELTO

El radio de un átomo es 0,85 nm. Exprésalo en m.

1 nm equivale a 10^{-9} m.

Factor de conversión

$$0,85 \cancel{\text{ nm}} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \cancel{\text{ nm}}} = 0,85 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 8,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

3. EJEMPLO RESUELTO

La película duró 2 horas. Exprésalo en s.

1 h tiene 3600 s.

Factor de conversión

$$2 \cancel{\text{ h}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \cancel{\text{ h}}} = 7200 \text{ s}$$

Puedes usar factores de conversión para cambiar unidades derivadas.

4. EJEMPLO RESUELTO

La velocidad de un coche es 90 km/h. Exprésalo en m/s.

Usa los factores de conversión correspondientes:

$$90 \frac{\cancel{\text{ km}}}{\cancel{\text{ h}}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \cancel{\text{ km}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ h}}}{3600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{ m}}{\text{ s}}$$

5. EJEMPLO RESUELTO

La densidad del agua del mar es 1,13 g/mL. Exprésala en unidades del Sistema Internacional (SI).

En el SI la masa se expresa en kg, y el volumen, en m^3 .

Recuerda que $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$.

$$1,13 \frac{\cancel{\text{ g}}}{\cancel{\text{ mL}}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \cancel{\text{ g}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ mL}}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 1,13 \frac{\text{ kg}}{10^{-3} \text{ m}^3} = 1,13 \cdot 10^3 \frac{\text{ kg}}{\text{ m}^3}$$

ACTIVIDADES

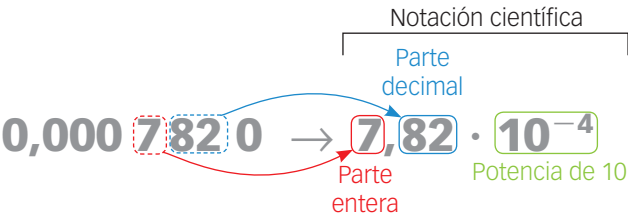
15 En el lanzamiento de una falta el balón de fútbol puede alcanzar una velocidad de 34 m/s. ¿Cuál es el valor de esta velocidad expresado en km/h?

16 El aire de una habitación tiene una densidad de 1225 en unidades del SI. ¿Cuáles son esas unidades? Expresa la densidad en g/L.

3.6. Notación científica

A veces, el resultado de una operación con la calculadora es un número muy grande o muy pequeño, y no siempre nos conviene utilizar múltiplos o submúltiplos para expresarlo.

La **notación científica** consiste en escribir las cantidades con una cifra entera, los decimales y una potencia de diez.



La notación científica es una manera de escribir números que facilita su lectura y comprensión.



La distancia a la **Nebulosa de Orión** es de 1270 años luz. Para expresar este valor en otras unidades es aconsejable emplear la notación científica:

1,2 · 10¹⁶ km

6. EJEMPLO RESUELTO

Escribe con notación científica los siguientes números:

- a) 346 000
- b) 0,000 064

Vamos a completar una tabla para cada número:

	A	B
1. Observa el número original.	346 000	0,000 064
2. Escribe la primera cifra distinta de cero, luego coma y después las cifras restantes. No pongas los ceros a la derecha.	3,46	6,4
3. Escribe la potencia de diez (10 ⁿ). Cuenta los lugares que tienes que desplazar la coma hasta que quede solo una cifra entera. Ese valor será el exponente que usarás.	3 <u>4</u> <u>6</u> <u>0</u> <u>0</u> <u>0</u> → 3,46 · 10 ⁵ Si el número era mayor que uno, la potencia será positiva.	0, <u>0</u> <u>0</u> <u>0</u> <u>0</u> <u>6</u> <u>4</u> → 6,4 · 10 ⁻⁵ Si el número era menor que uno, la potencia será negativa.

ACTIVIDADES

- 17 Escribe los siguientes números con notación científica.

a) 2 073 500 b) 0,000 350 002
- 18 Escribe todas las cifras de los números cuya notación científica es:

a) 2,705 · 10² b) 1,075 · 10⁻⁴
- 19 La luz se desplaza a 300 000 km/s. Calcula su velocidad en m/h y expresa el resultado con notación científica.
- 20 El caracol de jardín se desplaza a 14 mm/s. Calcula su velocidad en km/h y expresa el resultado con notación científica.

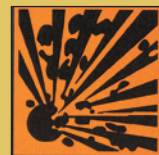
COMPROMETIDOS

Normas de seguridad en el laboratorio

La química es una ciencia experimental. Los estudiantes de química realizan parte de su estudio en los laboratorios, donde existe un material frágil y preciso, y unos productos que pueden ser peligrosos. Por todo ello, hay que conocer una serie de normas que harán que nuestras clases en el laboratorio sean seguras y provechosas.

- Observa dónde están las salidas y los equipos de emergencia. Aprende a utilizar los lavaojos.
- Utiliza guantes y gafas de seguridad cuando sean necesarios.
- Haz solo los experimentos que te indique tu profesor o profesora; no trates de hacer pruebas por tu cuenta.
- Ten encima de la mesa solo el material necesario. Deja los libros y la ropa que no vayas a utilizar en el lugar apropiado, de forma que no moleste el paso de nadie.
- No te muevas más de lo necesario. No corras ni juegues.
- No comas, ni bebas ni masques chicle.
- Lávate bien las manos cuando salgas del laboratorio.
- No toques, huelas ni pruebes los productos del laboratorio.
- No manejes ningún producto desconocido. Si algún frasco no tiene etiqueta, no lo uses y avisa al profesor. Deja los frascos en el armario, con su etiqueta visible.
- No pipetees los líquidos con la boca; utiliza las pipetas con dispositivo para pipetear.
- No utilices material de vidrio roto; si se te rompe algo, avisa al profesor.
- Maneja los aparatos eléctricos con seguridad y nunca con las manos mojadas.
- Si tienes que calentar un tubo de ensayo, sujétalo con unas pinzas. Haz que se mantenga inclinado de forma que su boca no apunte hacia ti ni a ningún compañero.
- Utiliza material limpio para coger un producto de un frasco, a fin de evitar contaminar todo el recipiente.
- Cierra los frascos tras usarlos.
- Si necesitas tirar algo, pregunta al profesor cómo lo puedes hacer para no contaminar.
- Al terminar la práctica, deja el material limpio y ordenado, y los productos en su sitio.

ALGUNAS de las SEÑALES de PREVENCIÓN de RIESGOS



Explosivo

Comburente
(favorece la combustión)

Corrosivo



Inflamable



Muy tóxico

Nocivo
o irritante

Balanza



Embudo

Embudo
de decantación

Termómetro



Cristalizador

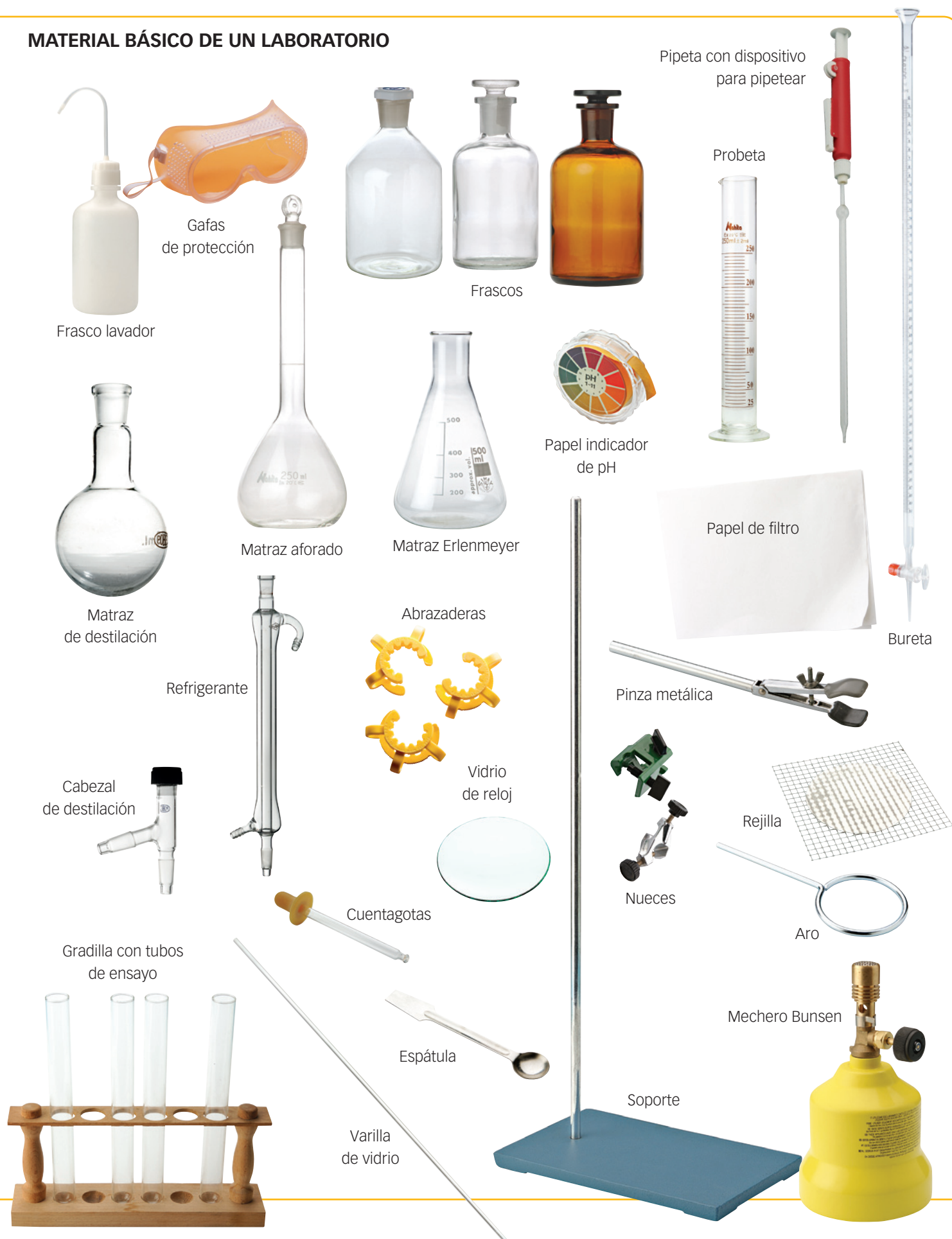


Mortero



Vaso de precipitados



MATERIAL BÁSICO DE UN LABORATORIO

4.1. Técnicas básicas de laboratorio

En cada unidad de este libro se propone una experiencia de laboratorio en la que se indica el material necesario y se explica cómo se lleva a cabo.

A continuación repasamos algunas operaciones que son muy frecuentes en el trabajo de laboratorio.

➔ SABER HACER



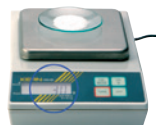
Manipular sólidos

- Utiliza **guantes** de látex. No toques los productos con las manos.
- Agrega los **productos** sólidos con la espátula; no uses las manos.
- Deposita los productos sólidos en un **recipiente** de vidrio o de cerámica.
- Para remover utiliza una **varilla de vidrio**.
- Sujeta los recipientes con firmeza para evitar que se caigan.

Pesar sustancias

No coloques las sustancias directamente sobre la balanza. Debes colocarlas en un recipiente de vidrio o de cerámica.

- Enciende la balanza y espera a que marque cero.
- Coloca sobre el platillo el recipiente en el que vas a pesar.



- Pulsa el botón **Tara** para que la balanza se ponga nuevamente a cero: indica que va a descontar la masa del recipiente.
- Pon dentro del recipiente la sustancia que vas a pesar y lee su masa en la balanza.



Manipular líquidos

- Utiliza **guantes** de látex. No derrames líquidos, especialmente sobre tu cuerpo o tu ropa. Ten en cuenta, también, donde están situados tus compañeros.
- Para coger una pequeña cantidad de líquido puedes utilizar una **pipeta Pasteur** o **cuentagotas**. Para coger cantidades mayores puedes utilizar **pipetas**, **probetas** o **buretas**.

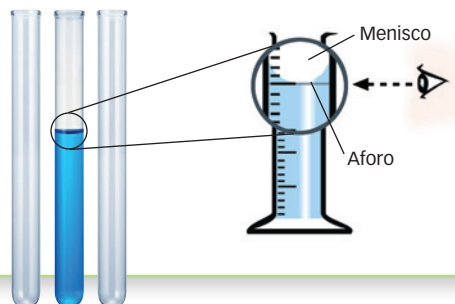
Si no necesitas medir exactamente la cantidad de líquido, puedes utilizar vasos u otros matraces.

- Utiliza un **embudo** para echar líquido en un recipiente estrecho.
- Las pipetas permiten coger y soltar líquido. Para asegurarte de que lo sabes utilizar, haz pruebas cogiendo y soltando distintas cantidades de agua.

Medir volúmenes

- Para medir el volumen de un líquido con exactitud se emplean **pipetas**, **probetas** o **buretas graduadas**.
- Cuando el líquido asciende por un tubo estrecho, su superficie se curva formando un **menisco**.
- La medida es la que indica la parte inferior del menisco.

Para evitar error de paralaje en la medida, el recipiente debe estar apoyado sobre una superficie horizontal, y nuestros ojos deben estar a la altura del menisco.



REPASA LO ESENCIAL

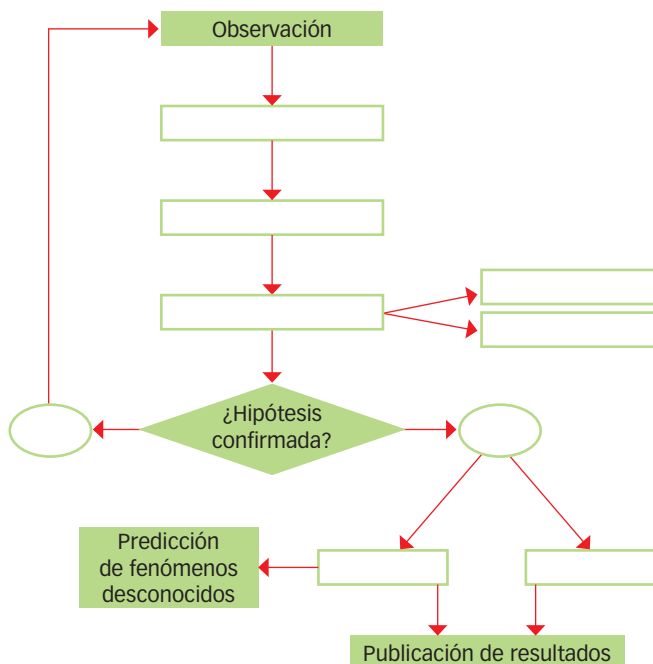
21 De los siguientes aspectos de la materia, indica cuál o cuáles estudia la química y cuál la física.

- La composición de la materia.
- Los cambios que experimenta la materia que no alteran su naturaleza.
- Los cambios que experimenta la materia que la transforman en otra de naturaleza diferente.



22 Completa el esquema en tu cuaderno con las siguientes palabras.

- Ley
- Hipótesis
- Gráfica
- Teoría
- Experimentación
- Sí
- Tabla
- Análisis de datos
- No



23 Completa en tu cuaderno con las palabras que faltan.

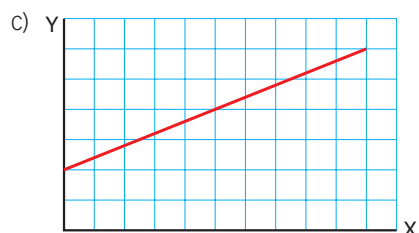
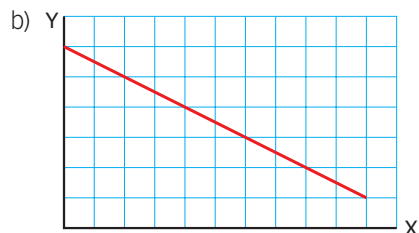
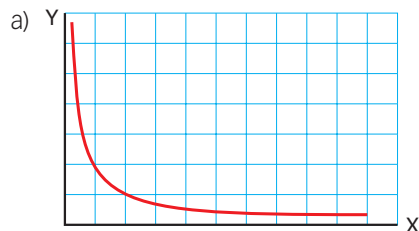
- Una _____ es cualquier característica de la materia que podemos medir, es decir, que podemos expresar con _____ y _____.
- Medir _____ es compararla con una cantidad de _____ a la que llamamos _____.

24 Explica por qué una unidad de medida adecuada debe ser constante, universal y fácil de reproducir.

25 Razona cuál de las siguientes afirmaciones es cierta:

- Un factor de conversión cambia una cantidad en otra.
- Un factor de conversión cambia una unidad en otra.

26 Relaciona cada gráfica con la expresión que refleja la relación entre las magnitudes.



- Directamente proporcionales. Constante negativa.
- Directamente proporcionales. No pasa por el punto (0, 0).
- Inversamente proporcionales.

27 Elabora una lista con las unidades de las magnitudes fundamentales del SI que encuentres en la sopa de letras.

T	O	R	S	P	M	D	Ñ	N	T	Y	C	D	M
U	K	O	V	A	E	M	M	V	A	T	I	O	I
D	X	I	O	R	T	I	L	L	B	X	M	B	I
E	E	M	S	A	R	H	E	D	O	U	A	V	S
E	R	O	P	C	O	D	N	U	G	E	S	A	D
O	I	I	M	E	N	F	H	R	R	P	O	N	O
D	O	R	H	A	N	V	I	I	A	M	F	G	Ñ
X	C	E	C	A	R	I	N	E	M	N	I	N	F
R	I	P	E	M	U	G	C	M	O	I	C	J	Z
A	T	M	E	K	E	E	O	I	U	V	U	O	F
D	R	A	L	R	I	L	F	L	L	L	L	K	C
R	O	I	I	F	K	J	P	U	I	E	I	E	D
K	C	R	K	O	D	G	N	O	P	K	N	N	A
R	D	N	B	M	N	F	H	O	C	F	A	D	F

ACTIVIDADES FINALES

PRACTICA

Ciencia o ciencias

28 Señala cuáles de estos problemas se pueden estudiar en las clases de física y cuáles en las de química.

- a) Un vagón descendiendo por una montaña rusa.
- b) Preparar un bocadillo de queso.
- c) Digerir un bocadillo de queso.
- d) Encender una bombilla.
- e) Una explosión de fuegos artificiales.
- f) Encender una vela.
- g) Calentar leche.
- h) Hacer yogur.

29 Lee el texto siguiente y responde a las preguntas.

«¡Señoras y señores, pasen y vean! ¡Acérquense y asómbrense ante el descubrimiento del doctor Einstenio, el mayor avance de la ciencia en los últimos siglos! ¡Pruebe las fantásticas píldoras RapidStar! ¡Su espectro viajará por el tiempo y el espacio sin mayores inconvenientes! Visite a sus ancestros cualquiera que sea la estrella en que se encuentren».

- a) Razona si el texto se refiere a ciencia o a falsa ciencia.
- b) ¿Por qué crees que se llama doctor al descubridor?
- c) ¿Se puede viajar por el tiempo? ¿Y por el espacio? Explícalo con ejemplos científicos.

El método de las ciencias experimentales

30 Para estudiar el problema de la evaporación de agua se diseña un experimento: con una probeta medimos 50 mL de agua y los echamos:

- En un vaso de tubo alto.
- En un plato.
- En un vaso ancho y bajo.

Al día siguiente medimos la cantidad de agua que hay en cada recipiente y calculamos lo que se ha evaporado. Responde.

- a) ¿Qué observación nos ha podido llevar a plantear este problema?
- b) ¿Qué hipótesis vamos a comprobar?
- c) Señala cuál es la variable independiente, cuál la variable dependiente y cuál la variable de control.
- d) Imagina los resultados y escribe la ley que se puede deducir del estudio.

31 Teniendo en cuenta las fases del método científico:

- a) Explica la diferencia entre ley e hipótesis.
- b) Explica la diferencia entre ley y teoría.

7. EJEMPLO RESUELTO

En una experiencia se programa un coche mecánico para que corra a una determinada velocidad y se mide el tiempo que tarda en recorrer una distancia concreta.

Observa la tabla.

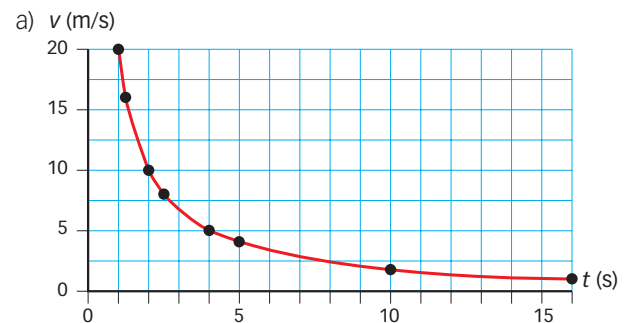
a) Representa la gráfica correspondiente.

b) ¿Qué ley se deduce de este estudio?

Comprueba que se cumple la ley.

c) ¿A qué velocidad va el coche cuando han transcurrido 6 s?

v (m/s)	t (s)
20	1
16	1,25
10	2
8	2,5
5	4
4	5
2	10
1,25	16



b) La línea de ajuste es una curva hipérbola equilátera:

- «La velocidad del coche mecánico es inversamente proporcional al tiempo que tarda en recorrer una determinada distancia».
- Fórmula matemática: $v \cdot t = k$.
- En todas las mediciones, el producto de $v \cdot t = 20$.

c) En la gráfica se lee que cuando $t = 6$ s, $v = 3,3$ m/s.

32 Observa la tabla siguiente.

Moneda (€)	1	0,50	0,10	0,05	0,02
Circunferencia (mm)	73,01	76,17	62,02	66,73	58,88
Diámetro (mm)	23,25	24,25	19,75	21,25	18,75

- a) Representa en una gráfica la longitud de la circunferencia frente al diámetro. ¿Qué relación hay entre las dos magnitudes?
- b) Calcula el cociente entre la longitud de la circunferencia y el diámetro para cada moneda. ¿Qué representa?
- c) Lee en la gráfica y luego calcula la longitud de la circunferencia de las siguientes monedas.

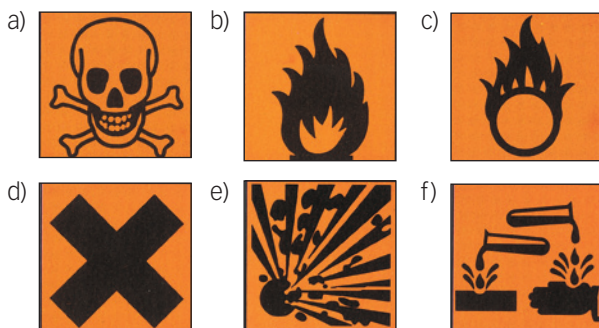
Moneda (€)	2	0,20	0,01
Circunferencia (mm)			
Diámetro (mm)	25,75	22,25	16,25

La medida

- 33** Indica cuál de las siguientes características de una persona son magnitudes físicas.
- La altura.
 - La simpatía.
 - El peso.
 - La velocidad con que se mueve.
 - La belleza.
 - El índice de masa corporal.
- 34** Ordena de mayor a menor en cada apartado.
- 154,5 cm ; 20 000 μm ; 0,000 154 km
 - 25 min ; 250 s ; 0,25 h
 - 36 km/h ; 9 m/s ; 990 cm/s
 - 2,7 kg/L ; 1270 kg/m³ ; 13,6 g/mL
- 35** Expresa las cantidades que aparecen en las siguientes frases con el símbolo correspondiente. A continuación, utiliza la potencia de diez adecuada para indicar su equivalencia con la unidad base:
- En cirugía ocular se usa un láser de 2 femtosegundos.
 - Mi ordenador tiene un disco duro externo de 5 terabytes.
 - En un control antidopaje se detectaron en la orina de un ciclista 50 picogramas de clenbuterol por mililitro.
- 36** El disco duro de mi ordenador tiene 500 gigabytes. ¿En cuánto aumenta su capacidad de almacenamiento si le conectamos un disco duro externo de 2 terabytes?
- 37** Escribe los siguientes números con notación científica.
- 2 751 724
 - 0, 000 034 625
 - 35
 - 0,090 02

El trabajo en el laboratorio

- 38** Asocia cada pictograma con el riesgo correspondiente:



Irritante

Tóxico

Inflamable

Explosivo

Corrosivo

Comburente

AMPLÍA

8. EJEMPLO RESUELTO

Los países anglosajones utilizan unidades propias para medir la longitud y, por tanto, la velocidad. Expresa las siguientes velocidades en unidades del SI y ordénalas.

Guepardo	Tortuga	Balón de fútbol	Pelota de tenis
75 mph (millas/hora)	2625 in/min (pulgadas/min)	127 ft/s (pies/s)	75 yd/s (yardas/s)

Equivalencia entre unidades.

Pulgada (in)	Pie (ft)	Yarda (yd)	Milla (mi)
2,54 cm	30,48 cm	91,44 cm	1,609 km

Utiliza factores de conversión.

- Guepardo:

$$75 \frac{\cancel{\text{millas}}}{\cancel{\text{h}}} \cdot \frac{1609 \text{ m}}{1 \cancel{\text{milla}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = 33,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Tortuga:

$$2625 \frac{\cancel{\text{in}}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{2,54 \cancel{\text{cm}}}{1 \cancel{\text{in}}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{cm}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{min}}}{60 \text{ s}} = 1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Balón de fútbol:

$$127 \frac{\cancel{\text{ft}}}{\cancel{\text{s}}} \cdot \frac{30,48 \cancel{\text{cm}}}{1 \cancel{\text{ft}}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{cm}}} = 38,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Pelota de tenis:

$$75 \frac{\cancel{\text{yd}}}{\cancel{\text{s}}} \cdot \frac{91,44 \cancel{\text{cm}}}{1 \cancel{\text{yd}}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{cm}}} = 68,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pelotas > Balón > Guepardo > Tortuga.

- 39** En el SI la presión se mide en pascles (Pa). En los mapas del tiempo la presión atmosférica se suele expresar en hectopascles (hPa) aunque hace algunos años se expresaba en atmósferas (atm) o milímetros de mercurio (mm de Hg). La relación entre ellas es:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg} \quad \bullet \quad 1 \text{ atm} = 101\,300 \text{ Pa}$$

Expresa en hPa los siguientes valores:

- 1,25 atm
- 680 mm de Hg
- 98 500 Pa
- 1500 mm de Hg

- 40** Lee la siguiente hipótesis:

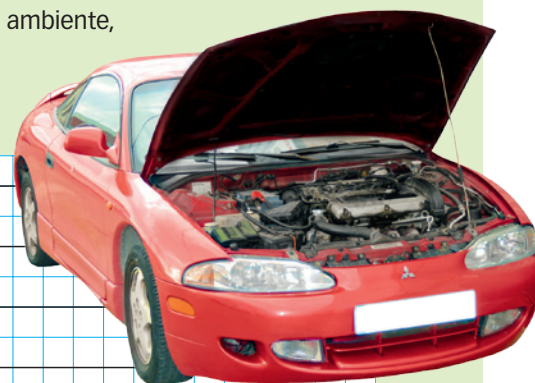
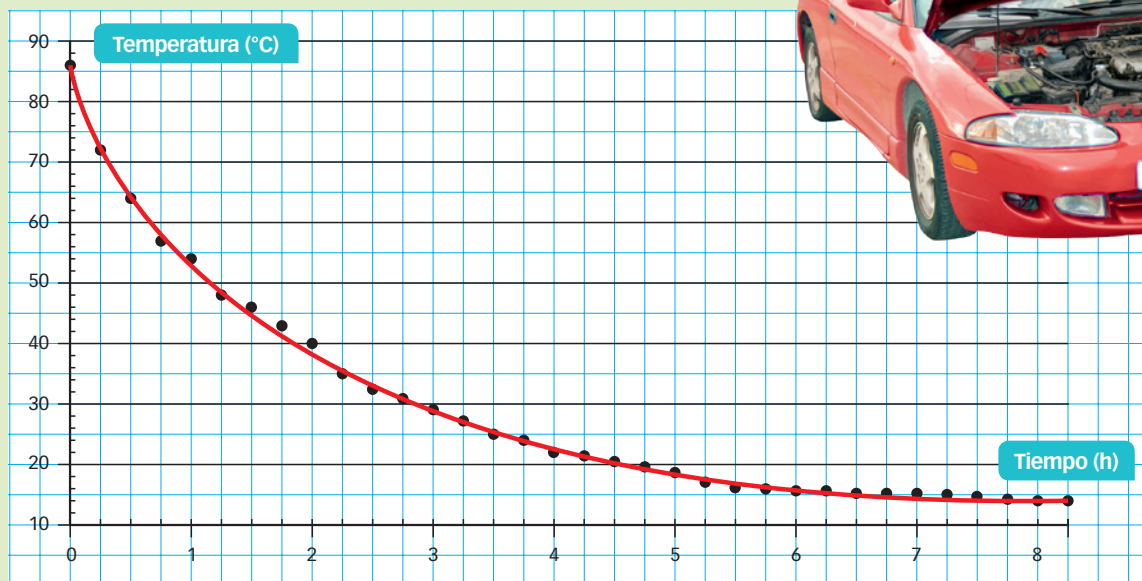
«Todas las sustancias líquidas disminuyen de volumen cuando se congelan».

A partir de ella diseña un experimento que te permita comprobar si se cumple o no en el caso del agua. ¿Es cierta la hipótesis?



APLICA UNA TÉCNICA. **Analizar una gráfica**

Cuando se mide la temperatura del líquido refrigerante (anticongelante) de un coche una vez que el vehículo se ha detenido en un garaje a 14°C de temperatura ambiente, se obtiene una gráfica como la siguiente:



41 Contesta.

- ¿Qué magnitudes aparecen representadas en la gráfica?
- ¿Qué unidades se han empleado?
- ¿Pertencen estas unidades al Sistema Internacional?
- ¿Qué representa la línea trazada?

42 Fíjate en los ejes y responde.

- ¿Cuál era la temperatura inicial del líquido refrigerante?
- ¿Cada cuánto tiempo se ha medido la temperatura del refrigerante?

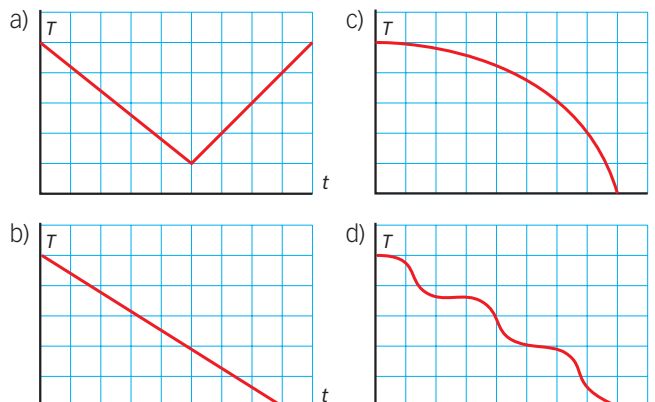
43 ¿Cómo varía la temperatura del refrigerante a medida que transcurre el tiempo?

44 ¿Disminuye la temperatura del refrigerante a un ritmo constante?

45 Calcula la temperatura media de enfriamiento (en $^{\circ}\text{C}/\text{hora}$) sabiendo que al cabo de ocho horas la temperatura del refrigerante es de 14°C .

46 ¿Qué forma tendría la gráfica si la temperatura se representase en kelvin? ¿Y si el tiempo se midiese en minutos?

47 ¿Qué forma tendría la gráfica si la temperatura del refrigerante disminuyese a un ritmo constante? Elige la opción correcta.



48 Dibuja ahora una nueva gráfica correspondiente al caso en que el coche se aparca en la calle un día de invierno a una temperatura de 0°C .

FORMAS DE PENSAR. Análisis ético. ¿Compartirías tus descubrimientos?

El último y más maravilloso milagro era que el radio podía convertirse en un aliado del hombre en su lucha contra el cáncer. Tenía, pues, una utilidad práctica [...].

Sin embargo, los ingenieros solo podrían producir el «fabuloso metal» si dominaban el secreto de las delicadas operaciones a que había de someterse la materia prima. Cierta mañana de domingo, Pierre [Curie] explicó a su esposa lo que ocurría. Acababa de leer una carta que le habían dirigido en demanda de información varios ingenieros de Estados Unidos [...].

–Tenemos dos caminos –le dijo Pierre–, o bien describir los resultados de nuestra investigación, sin reserva alguna, incluyendo el proceso de la purificación...

Marie hizo un gesto de aprobación y murmuró:

–Sí, desde luego.

–O bien podríamos considerarnos propietarios e «inventores» del radio, patentar la técnica del tratamiento de la pechblenda [mineral

que contiene radio] y asegurarnos los derechos de la fabricación del radio en todo el mundo.

Marie reflexionó unos segundos:

–Es imposible –dijo luego–. Sería contrario al espíritu científico.

Pierre sonrió con satisfacción. Marie continuó:

–Los físicos siempre publican el resultado completo de sus investigaciones. Si nuestro descubrimiento tiene posibilidades comerciales, será una circunstancia de la cual no debemos sacar partido. Además, el radio se va a emplear para combatir una enfermedad. Sería imposible aprovecharnos de eso...

–Esta misma noche escribiré a los ingenieros norteamericanos para darles toda la información [...].

Un cuarto de hora después, Pierre y Marie rodaban sobre sus bicicletas hacia el bosque. Acababan de escoger para siempre entre la fortuna y la pobreza.

La vida heroica de Marie Curie, descubridora del radio.

Eve Curie, Espasa Calpe.



49 COMPRENSIÓN LECTORA. Relee la frase: «Tenía, pues, una utilidad práctica».

- ¿A qué sustancia se refiere?
- ¿Qué utilidad práctica se cita en el texto?

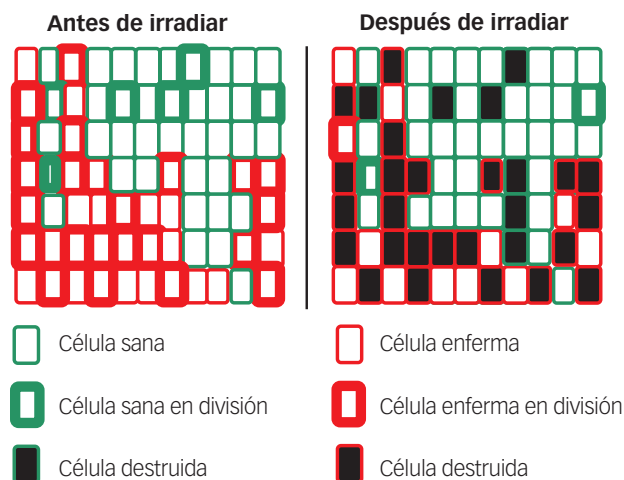
50 ¿Cuál es el descubrimiento tan especial que habían hecho Pierre y Marie Curie?

51 Explica la frase: «Acababan de escoger para siempre entre la fortuna y la pobreza». Indica en tu cuaderno a qué fortuna se refiere.

- Al valor que alcanzaba en el mercado el radio, una sustancia muy rara y cara.
- Al beneficio que obtendrían si quien emplease en el futuro la técnica descubierta por los Curie para obtener radio tuviese que pagarles un «canon».
- A la fortuna que tenían Pierre y Marie Curie y que habían cedido para investigar contra el cáncer.

52 Marie Curie recibió dos Premios Nobel. ¿Por qué crees que hay más hombres que mujeres galardonados?

53 Las células cancerígenas se dividen a un ritmo más rápido de lo normal. El esquema muestra cómo actúa la radioterapia en los enfermos de cáncer.



Escribe las frases verdaderas en tu cuaderno.

- La radiación no afecta a las células.
- La radiación mata todas las células a las que llega.
- La radiación mata más células enfermas que sanas.
- La radiación solo mata a las células enfermas.
- La radiación transforma las células cancerígenas en células sanas.

54 Ahora decide: ¿compartirías tus descubrimientos sin reservas o los patentarías para obtener un beneficio?



RELACIÓN ENTRE LA MASA Y EL VOLUMEN DE UNA SUSTANCIA

Observando a nuestro alrededor parece que el volumen que ocupa una determinada cantidad de sustancia es mayor cuanto mayor es la cantidad de la misma. Planteemos un estudio siguiendo el método científico. Elegimos como sustancia el agua y realizamos esta experiencia:

MATERIAL

- Tres probetas de diferente capacidad.
- Una balanza electrónica.



PROCEDIMIENTO

1. Primero, enciende la balanza, coloca la probeta pequeña encima y tálala.



2. Echa agua en la probeta y colócala en la balanza. Anota la masa y el volumen.



3. Repite los pasos 1 y 2 con la probeta mediana.



4. Luego repite los pasos 1 y 2 con la probeta grande.

Resultados experimentales

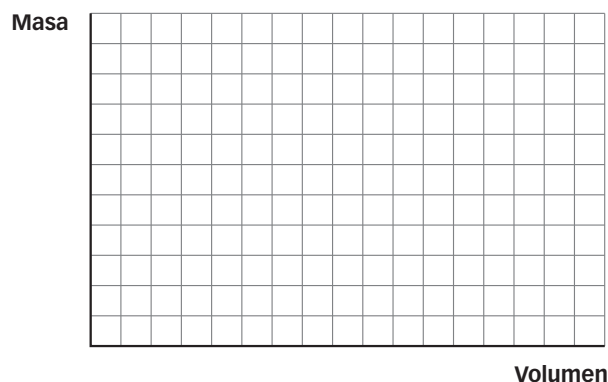
Completa en tu cuaderno una tabla similar a la siguiente y anota los resultados experimentales.

Los datos correspondientes a una experiencia real son:

	Probeta 1 (10 mL)	Probeta 2 (100 mL)	Probeta 3 (250 mL)
Masa (g)	8,8	94,0	226,4
Volumen (mL)	8,8	95	227

Para elaborar una gráfica a partir de la tabla, rotula en los ejes las magnitudes que vas a representar.

Antes de elegir la escala sobre cada eje, fíjate en los valores mínimo y máximo que se alcanzan en la tabla para cada magnitud.



ACTIVIDADES

55 Representa gráficamente los datos de la tabla y responde:

- ¿Qué forma tiene la gráfica?
- ¿Pasa por el punto (0,0)? Interpreta este hecho.
- ¿Cuál es la relación matemática entre estas magnitudes?
- ¿Qué volumen ocuparían 45 g de agua?
- ¿Cuál sería la masa de 243 mL de agua?



Informe científico

Trabajando en grupo, elaborad un informe científico que recoja este estudio. Podéis elaborarlo usando un procesador de textos e imprimirlo en papel o realizar una presentación multimedia.

1. Título

Incluye el título del trabajo, tu nombre, el lugar donde se realizó la investigación y la fecha.

2. Introducción

Explica brevemente por qué se lleva a cabo esa investigación y qué se pretende demostrar.

- Observación: define el problema que vas a estudiar.
- Hipótesis: enuncia la hipótesis que pretendes comprobar.

3. Metodología

Describe el experimento:

- Material.
- Procedimiento.
- ¿Cuál es la variable independiente?
- ¿Cuál es la variable dependiente?

4. Resultados

Representa los resultados obtenidos en una tabla. Elabora la gráfica correspondiente.

- ¿Coinciden todos los datos sobre la línea de ajuste? Si no es así, explica por qué ha sucedido y si se puede evitar.

5. Discusión de los resultados

Analiza la gráfica para establecer la relación entre las variables.

- ¿Cómo se llama la magnitud que relaciona estas variables?

6. Resumen y conclusión final

Retoma la hipótesis barajada en principio y enuncia la ley científica que resulta el estudio realizado.

- ¿Se cumple la hipótesis?

