

1 Investigación científica

Página 11

- 1  Explica con tus palabras cómo surge y evoluciona el conocimiento científico.

El conocimiento científico surge de la necesidad de dar respuesta a un problema, y evoluciona según un proceso hipotético-deductivo. Consultar la explicación del método que se ofrece en el cuadro inferior de la página 10.

- 2 En el siguiente relato, identifica las etapas del método científico (adaptado del libro *Grandes ideas de la ciencia*, de Isaac Asimov):

«A finales del siglo XVIII se pensaba que el calor era un fluido ingrávido al que llamaban calórico, de modo que los cuerpos más calientes lo contenían en mayor cantidad. En aquella época, B. Thompson, que trabajaba en una fábrica de cañones, se preguntó por qué al taladrar el metal se calentaban tanto este como la broca. La explicación que se daba es que, al romper el metal, el calórico se desprendía, pero, no conforme, Thompson utilizó una broca roma y observó que, pese a no romper el metal, las piezas se seguían calentando. Eso le hizo ver que el calórico no se desprendía por la rotura del metal, y que quizá no procediese de este, que inicialmente estaba frío. Finalmente, llegó al convencimiento de que el calor no era un fluido, sino una forma de movimiento».

Problema: ¿qué es el calor? / Hipótesis: no es algo que contengan los cuerpos, sino que se asocia a la fricción entre ellos / Experimento: taladrar un cañón con una broca roma / Resultados: pese a no romper el metal, tanto este como la broca se calientan / Conclusiones: el calórico no es un fluido que se desprenda al romper el metal, por lo que no es un fluido sino una forma de movimiento.

- 3  ¿Por qué se considera a Galileo Galilei el «padre de la ciencia moderna»? Busca información y argumenta la fiabilidad de las fuentes consultadas.

A Galileo se le atribuye ser el pionero en el uso de un método hipotético-deductivo.

- 4 ¿Por qué se habla de la ley de conservación de la masa en lugar de la teoría de la conservación de la masa? ¿Y por qué de la teoría atómica de Dalton, en lugar de la ley atómica de Dalton?

La ley de la conservación de la masa describe lo que ocurre en las reacciones químicas, pero no explica la razón de ello; por eso es ley en lugar de teoría. La explicación de que la masa se conserve, entre otras leyes, se consigue a partir de la teoría atómica de Dalton. Al proporcionar explicación, en lugar de descripción, se trata de una teoría.

- 5 En los libros más antiguos se habla de la hipótesis de Avogadro y, en los más modernos, de la ley de Avogadro. ¿A qué crees que se debe?

A día de hoy, la hipótesis se ha contrastado en numerosas ocasiones, por lo que ha pasado a ser ley (en este caso, ley teórica).

- 6 Analiza las distintas acepciones del término «teoría» en el DRAE. ¿Cuál se acerca más a la que se presenta en este libro? ¿Con qué otro término podría confundirse?

La que más se acerca es la que define teoría como «Serie de las leyes que sirven para relacionar determinado orden de fenómenos». Las otras acepciones se pueden confundir con el concepto epistemológico de hipótesis.

- 7** En muchas series de televisión, para dar respuesta a un problema, los protagonistas afirman tener «una teoría». ¿Se utiliza el término de modo correcto, desde el punto de vista de la terminología científica? ¿Cuál te parece más adecuado? Razona tus respuestas.

Se debería hablar de «hipótesis», entendida como conjetura, o posible respuesta al problema.

- 8** Indica una teoría y una ley física, diferentes de las mencionadas en estas páginas, y explica por qué lo son. Si lo necesitas, repasa algún contenido estudiado en cursos anteriores.

Se puede acudir a la ley de gravitación universal, que describe la atracción gravitatoria entre cuerpos sin dar explicación al fenómeno (lo que se hace en la Teoría General de la Relatividad), y a la teoría cinética de la materia, que explica numerosas leyes de los gases, entre otros fenómenos.

- 9** Resume, con un par de frases, el texto de esta página referido a la teoría atómica de Dalton, extrayendo las ideas principales en relación a los contenidos de estas páginas.

Las leyes describen y las teorías explican. Son modos de conocimiento diferentes, por lo que nunca podrán las unas convertirse en las otras. Además, la aceptación de una ley por la comunidad científica no siempre es inmediata.

Página 13

- 10**  Una fábrica de collares magnéticos utiliza el siguiente mensaje publicitario:

La energía electromagnética tiene propiedades beneficiosas para nuestro organismo, y todas estas propiedades se han unido en un nuevo producto: los collares magnéticos. Estos collares son una gran innovación que combina tres de las más novedosas tecnologías: la tecnología magnética, que emplea diminutos imanes que, inspirados por el campo magnético terrestre, estimulan el metabolismo; la tecnología de infrarrojo de onda larga, que refleja la energía negativa por un efecto de calentamiento progresivo; y la tecnología de aniones naturales, que libera el tipo de iones presentes en bosques y lagos, proporcionando la sensación de relajación que se alcanza en esos lugares.

Extrae de él la terminología científica. ¿Se trata de conocimiento científico? ¿Por qué?

La terminología científica es abundante: energía electromagnética, magnetismo, campo magnético, metabolismo, infrarrojo de onda larga, energía negativa, calentamiento, aniones naturales, entre otros. Además, se hace alusión a la tecnología. Si bien este conocimiento pudiese haber surgido de la necesidad de resolver un problema (mejorar nuestro organismo), no es contrastable ni reproducible. Para contrastarlo sería necesario establecer cómo comprobar el aumento del metabolismo, la reflexión de la energía negativa y cuáles son los aniones naturales presentes en bosques y lagos, sin entrar en la corrección de estos términos, a lo que dedicamos la siguiente actividad. Finalmente, si llegásemos a consenso sobre las cuestiones anteriores, este conocimiento no es reproducible, pues muchos de los resultados se basarían en sensaciones y sentimientos, con la subjetividad que ello supone.

- 11** De las expresiones con terminología científica de la actividad anterior, ¿cuáles utilizan los conceptos científicos de modo inadecuado? Razona tu respuesta.

En cuanto a la tecnología magnética, los imanes no se inspiran por el campo magnético terrestre, sino que se orientan. Al respecto, es posible admitir que los campos magnéticos pueden estimular el metabolismo, aunque no hasta el punto de curar enfermedades terminales como a veces se oye en mensajes de magnetoterapia. En cuanto a la tecnología de infrarrojos de onda larga, el término «energía negativa» no tiene sentido físico según se utiliza. Por último, la tecnología de aniones naturales afirma que en bosques y lagos existen aniones que producen sensación de relajación, cuestión que queda lejos de ser científica.

- 12** En el laboratorio, introduces hielo en un vaso de precipitado que calientas con un mechero de alcohol. En intervalos de tiempo iguales mides la temperatura hasta que toda el agua haya vaporizado, y representas los datos en una gráfica temperatura-tiempo. Cuando sales del laboratorio, ¿podrías afirmar que has realizado un experimento? ¿Por qué?

En la experiencia descrita lo único que se hace es tomar medidas de temperatura y representarlas en una gráfica. No se trata, pues, de un experimento, pues no se utiliza control de variables. Como se dice en el texto, medir no es experimentar.

- 13**  Busca información sobre el «cañón orbital de Newton». ¿Qué pretendía explicar Newton con este cañón? ¿Se trata de un experimento mental? ¿Por qué?

El experimento mental del cañón con el que Newton demostró que la Luna cae hacia la Tierra, al igual que los demás cuerpos cercanos a ella, se estudió el curso pasado y es uno de los experimentos mentales más fácilmente comprensibles por el alumnado. Se trata de un experimento mental por la imposibilidad de llevarlo a la práctica.

- 14** Explica con tus propias palabras lo que se entiende como «control de variables».

Revisar apartado 1.4 de la unidad.

- 15** Lee de nuevo el experimento mental de Galileo relacionado con la ley de la inercia y explica cuál es la conclusión del experimento.

La conclusión es la ley de inercia: un cuerpo sobre el que no actúan fuerzas describe un m.r.u.

- 16**  En astronomía solo podemos observar y medir (no podemos reproducir un sol en el laboratorio), pero podemos emitir hipótesis para explicar lo que observamos. Resume en pocas líneas de qué observaciones surgen la «materia oscura» y «la energía oscura», dos hipótesis actuales.

La materia oscura surge de observaciones astronómicas que no se pueden explicar por efectos gravitacionales de la materia conocida. La energía oscura surge de comprobar que la expansión del universo se está acelerando, pese a la atracción gravitatoria entre astros.

Página 14

Trabaja con la imagen

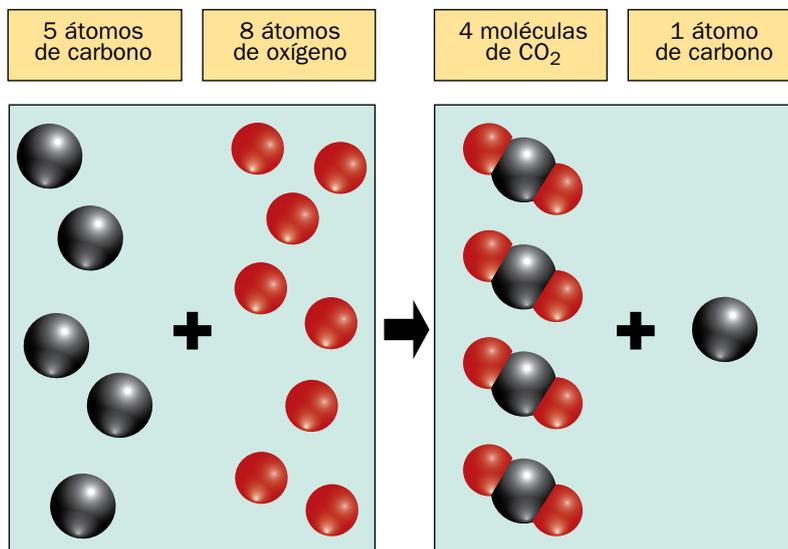
Dibuja, utilizando el modelo de bolas con niveles de abstracción diferentes, un recipiente que contiene vapor de agua.

Los dibujos solicitados son:



Página 15

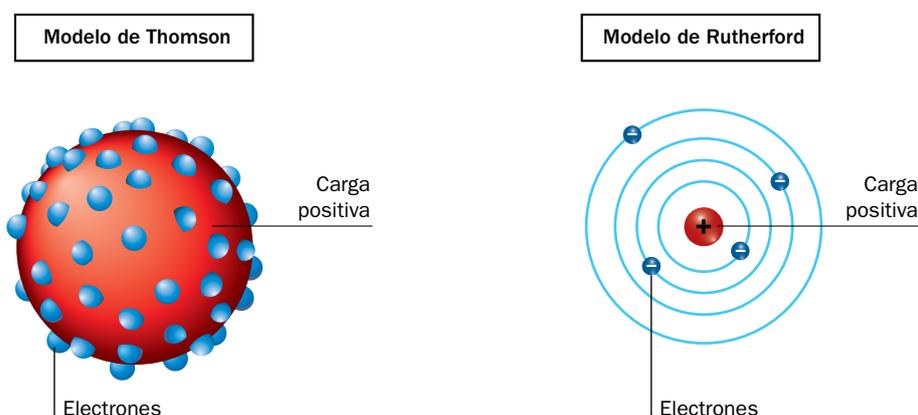
17 En la siguiente imagen, ¿qué modelo se utiliza? Cada bolita, ¿qué representa? Aparte de con los modelos, ¿con qué contenidos de los apartados anteriores puede relacionarse? Argumenta tu respuesta.



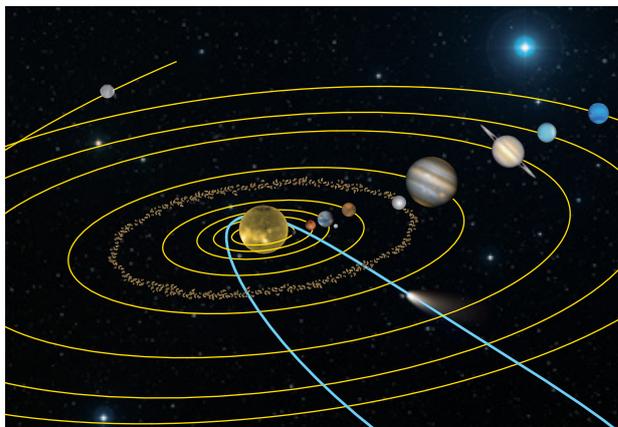
Las imágenes utilizan el modelo de bolas, en el que, en este caso, cada bolita corresponde a un átomo. Se trata de una explicación gráfica de la ley de conservación de la masa y la ley de las proporciones definidas, mencionadas en el apartado 1.2.

18 Representa en un dibujo el modelo atómico de Thomson, y en otro el del Rutherford. ¿Qué semejanzas y diferencias presentan? ¿Cuál se acerca más a la realidad? ¿Cómo se supo? ¿La representa fielmente?

La semejanza entre los dos modelos es la presencia de carga positiva y negativa, que derivan en un átomo neutro. Como diferencia, en el de Thomson la carga positiva se distribuye de modo continuo en una zona del espacio, con los electrones incrustados en ella, y en el de Rutherford lo hace en partículas situadas en el núcleo, acercándose más a la realidad. Ninguno representa fielmente la realidad, no solo por no contener neutrones sino por la disposición de los electrones en el átomo, pues se trata de modelos clásicos.



- 19  En muchos libros encontrarás imágenes similares a la siguiente para representar el sistema solar. ¿Se trata de un modelo? ¿Por qué? Con lo que conoces de cursos pasados, ¿qué críticas le podrías hacer?



Se trata de un modelo, ya que se trata de una representación simplificada de la realidad, mucho más compleja. Como críticas principales, destacar que no está a escala (es imposible representarlo a escala de tamaños y distancias en una imagen de un libro) y que los planetas se presentan alineados, situación altamente improbable.

- 20  Cuando en 2012 se publicó la noticia del posible descubrimiento del bosón de Higgs, hubo quien preguntó: ¿para qué sirve? Infórmate y responde a estas personas.

Esta actividad se relaciona con los contenidos trabajados sobre investigación básica. La situación es análoga a la que se vivió cuando se descubrió el electrón, o la inducción electromagnética, ya que en aquel momento no se conocía utilidad, pero estos dos descubrimientos fueron la base de la electrónica y la energía eléctrica, respectivamente, tan presentes en nuestra vida cotidiana. El bosón de Higgs, aparte de consolidar nuestro conocimiento sobre la constitución de la materia, puede llegar a tener utilidad directa en sociedades futuras, pero, como en otras ocasiones, para ello habrá que esperar a disponer de un desarrollo tecnológico adecuado.

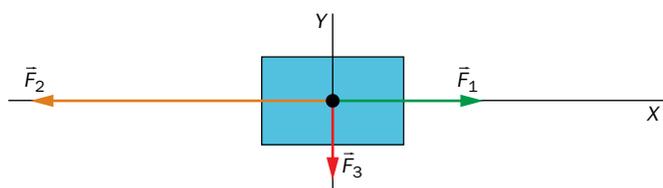
2 Magnitudes físicas y unidades

Página 16

Trabaja con la imagen

Representa, utilizando el modelo de punto material, un cuerpo sobre el que actúan tres fuerzas: una horizontal, otra de sentido contrario y de módulo doble, y otra perpendicular a ambas de módulo mitad que el de la primera.

La representación pedida es la siguiente:



Página 17

21  Se presenta a continuación un listado con algunas de las magnitudes con las que trabajarás este curso. Decide, en cada caso, si se trata de una magnitud escalar o vectorial, y explica las razones de tu elección: masa, tiempo, longitud, fuerza, velocidad, aceleración, presión, energía, trabajo y calor.

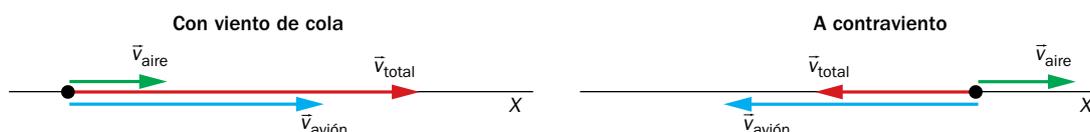
Son escalares la masa, el tiempo, la longitud, la presión, la energía, el trabajo y el calor, pues quedan definidas por un valor numérico y una unidad. Son vectoriales la fuerza, la velocidad y la aceleración, pues para describirlas hay que proporcionar, además, una dirección y un sentido.

22 Elige una de las magnitudes vectoriales de la actividad anterior y dibuja el vector que la representa, aplicado en un punto material. Describe los elementos del vector, y explica en qué consiste un punto material.

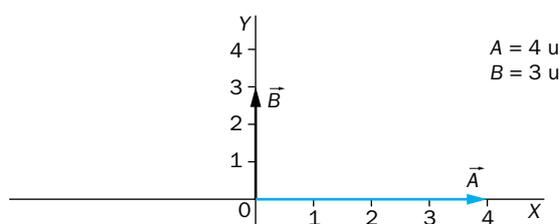
El punto material es un modelo físico en el que se considera toda la masa del cuerpo localizada en su centro de masas, que es importante que se señale en el dibujo. Las definiciones de los elementos de un vector se pueden consultar en el cuadro inferior de la página 16.

23 La velocidad crucero de un avión, con aire en calma, es de 600 km/h. ¿Qué ocurriría si volase en una corriente de aire de 10 km/h, con viento de cola? ¿Y si lo hiciese a contraviento? Dibuja, en ambos casos, los vectores que representan la velocidad del avión y la del aire.

Si el avión volase con el viento a favor las velocidades se suman, obteniendo 610 km/h. Con el viento en contra, se restan, quedando 590 km/h. Las representaciones gráficas de las velocidades en las situaciones descritas son:



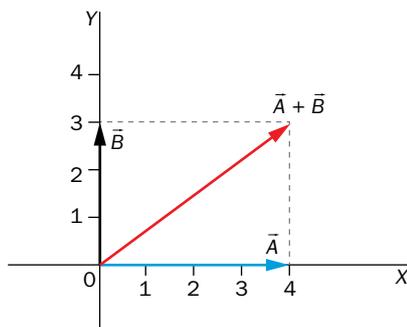
24 Sean los vectores \vec{A} y \vec{B} , que pueden representar cualquier magnitud física («u» es su unidad):



Representa $\vec{A} + \vec{B}$ y $2 \cdot \vec{A} - 3 \cdot \vec{B}$, y calcula su módulo.

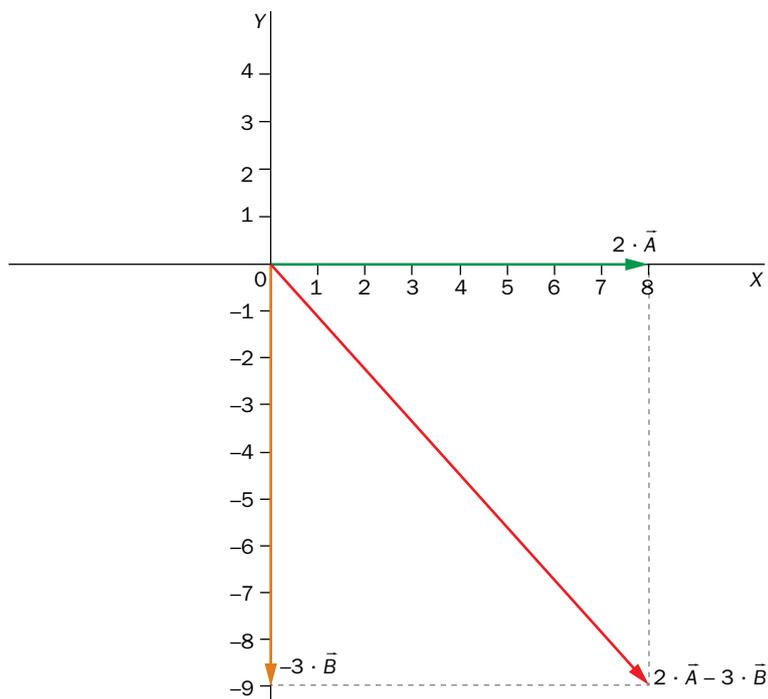
Este curso no se trabaja con las componentes de los vectores, y los módulos hay que calcularlos a partir de las representaciones gráficas:

a) En el primer caso, $\vec{u} = \vec{A} + \vec{B}$, tenemos:



$$u = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ u}$$

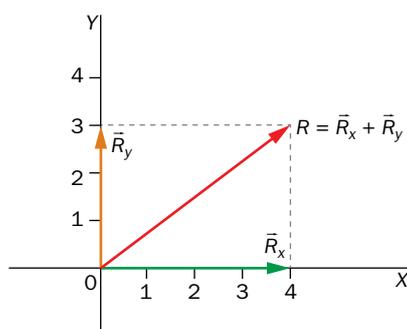
b) Para $\vec{w} = 2 \cdot \vec{A} - 3 \cdot \vec{B}$ queda:



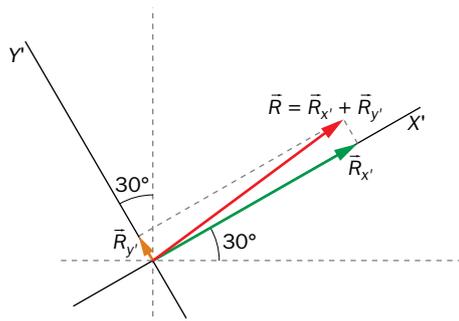
$$w = \sqrt{(2 \cdot A)^2 + (3 \cdot B)^2} = \sqrt{64 + 81} = 12 \text{ u}$$

25  Descompón el vector $\vec{A} + \vec{B}$ de la actividad anterior en dos ejes perpendiculares, uno vertical y otro horizontal, y en el mismo sistema de ejes pero girado 30° en sentido antihorario (puedes consultar la separata).

La representación gráfica de la descomposición en los ejes horizontal y vertical es:



Y la representación de la descomposición en el sistema de ejes girado 30° es:



Página 19

26  La masa de un objeto es de 750 g. Exprésala en kilogramos y en miligramos.

Conviene acostumbrar al alumnado a utilizar factores de conversión para los cambios de unidades:

$$750 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,75 \text{ kg}$$

$$750 \text{ g} \cdot \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 7,5 \cdot 10^5 \text{ mg}$$

27 Para las magnitudes escalares masa, longitud, tiempo y temperatura, propón dos unidades que no pertenezcan al Sistema Internacional, y que tampoco sean múltiplos o submúltiplos de ellas. En cada caso, relacionalas con las unidades SI.

La respuesta puede ser variada; se proponen algunos ejemplos. Masa: tonelada (1 t = 1 000 kg) y unidad de masa atómica (1 u = 1,66 · 10⁻²⁷ kg). Longitud: milla (1 milla = 1 609,3 m) y pulgada (0,0254 m). Tiempo: minuto (1 min = 60 s) y día (1 día = 86 400 s).

28 Deduce la dimensión de las magnitudes derivadas de la página anterior e indica, para cada una de ellas, dos posibles unidades.

Se presenta la solución en la siguiente tabla:

Magnitud	Dimensión	Unidades
Superficie	L ²	cm ² , km ²
Volumen	L ³	mm ³ , dam ³
Densidad	M · L ⁻³	mg/m ³ , kg/mm ³
Velocidad	L · T ⁻¹	dm/ms, cm/día
Aceleración	L · T ⁻²	m/cs ² , cm/ds ²
Fuerza	M · L · T ⁻²	g · cm/s ² , kg · mm/cs ²
Presión	M · L ⁻¹ · T ⁻²	cg/(mm · ms ²), Tg/(m · cs) ²
Energía	M · L ² · T ⁻²	Gg · mm ² /s ² , kg · m ² /s ²

29 Verifica la homogeneidad de la ecuación del espacio recorrido en un movimiento uniformemente acelerado, cuya expresión analítica es:

$$\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Para comprobar la homogeneidad hay que verificar que las dimensiones de los dos miembros de la ecuación son iguales:

$$[\Delta s] = L$$

$$[v_0 \cdot t] = [v_0] \cdot [t] = L \cdot T^{-1} \cdot T = L$$

$$[1/2 \cdot a \cdot t^2] = [1/2] \cdot [a] \cdot [t^2] = 1 \cdot L \cdot T^{-2} \cdot T^2 = L$$

La ecuación, por tanto, es dimensionalmente homogénea, pues todos los sumandos tienen dimensión de longitud.

3 Medida de magnitudes físicas. Errores

Página 20

Trabaja con la imagen

Después de estudiar el apartado siguiente, expresa las medidas realizadas con los instrumentos de estas imágenes:



$$m = 2,1803 \pm 0,0001 \text{ kg}$$

$$V = 36 \pm 1 \text{ mL}$$

$$t = 6\,919,220 \text{ s} \pm 0,001 \text{ s}$$

Nota. Aunque en la probeta no se vean las unidades, utilizamos el mL por ser la habitual de estos instrumentos de medida.

Página 21

30 Indica la sensibilidad de instrumentos de medida habituales con los que se han podido realizar las siguientes medidas:

- $l = 71 \text{ cm}$.
- $m = 24,5 \text{ g}$.
- $t = 2,35 \text{ s}$.
- $l = 35,7 \text{ cm}$.
- $m = 1\,235 \text{ g}$.
- $t = 23,7 \text{ s}$.

La sensibilidad se extrae del propio valor de la medida, suponiendo que se usan instrumentos habituales de laboratorio. Podría ser otra, pero las que se ofrecen como soluciones son las más frecuentes.

31 Expresa las medidas anteriores, indicando el error absoluto.

Se añaden los errores absolutos (sensibilidad del instrumento) a las medidas:

- a) $l = 71 \pm 1$ cm. b) $m = 24,5 \pm 0,1$ g. c) $t = 2,35 \pm 0,01$ s.
d) $l = 35,7 \pm 0,1$ cm. e) $m = 1235 \pm 1$ g. f) $t = 23,7 \pm 0,1$ s.

32 De las medidas del alto y el ancho de la hoja de tamaño A4, ¿cuál es de mejor calidad?

Para determinar qué medida es de mayor calidad se calcula el error relativo:

– Alto: $\varepsilon_r = \frac{1 \text{ mm}}{297 \text{ mm}} = 0,0034 = 0,34 \%$

– Ancho: $\varepsilon_r = \frac{1 \text{ mm}}{210 \text{ mm}} = 0,0048 = 0,48 \%$

Al ser menor el error relativo en la medida del alto, es esta la de mejor calidad.

Página 23**33 Redondea a la centésima:**

- a) 3,124. b) 15,357. c) 9,5850. d) 0,2350.

Es fácil llegar a los resultados sin más que aplicar las reglas de redondeo:

- a) 3,12. b) 15,36. c) 9,58 d) 0,24.

34 Indica qué medidas están mal expresadas, y exprésalas correctamente:

- a) $t = 1,236 \pm 0,15$ g. b) $m = 15,4 \pm 0,1$ g. c) $l = 3,98 \pm 0,1$ cm.

Están mal expresadas la a y la c. La primera porque el error absoluto tienen más de una cifra significativa y la segunda porque la posición de la última cifra decimal del valor de la medida (centésima) no coincide con la de la cifra significativa del error absoluto (décima). Aplicando las reglas de redondeo y el hecho de que el error absoluto solo puede tener una cifra significativa, obtenemos:

- a) $t = 1,2 \pm 0,2$ s. c) $l = 4,0 \pm 0,1$ cm.

35 Con una balanza digital de sensibilidad 1 cg se realizan las siguientes medidas de la masa de un objeto:

$$m_1 = 12,00 \text{ g} ; m_2 = 11,89 \text{ g} ; m_3 = 11,94 \text{ g} ; m_4 = 12,07 \text{ g}$$

Expresa el resultado de la medida.

Recuerda que para ello debes calcular la media aritmética y la dispersión estadística, y comprobar si es mayor o menor que la sensibilidad de la balanza; por último, has de aplicar las reglas de redondeo y expresar correctamente la medida.

Se ofrecen los cálculos en la siguiente tabla:

m (g)	$m - \bar{m}$ (g)	Δm (g)
12,00	0,025	0,03883727
11,89	-0,085	
11,94	-0,035	
12,07	0,095	
$\bar{m} = 11,975$ g		

Dado que la dispersión estadística, Δm , es mayor que la sensibilidad de la balanza (0,01 g), se toma aquella como error absoluto de la medida. Redondeada a la centésima, para que solo tenga una cifra significativa, queda:

$$\Delta m = 0,04 \text{ g}$$

Finalmente, redondeando la media aritmética a la centésima se obtiene la expresión de la medida:

$$m = 11,98 \pm 0,04 \text{ g}$$

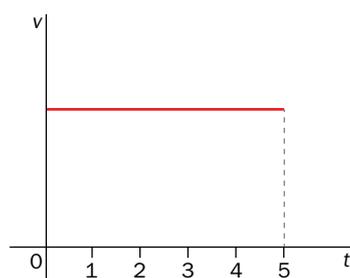
4 Análisis de datos experimentales

Página 24

Trabaja con la imagen

Representa gráficamente la velocidad de un móvil que durante cinco segundos se mueve con velocidad constante.

Aparte de las relaciones de proporcionalidad estudiadas, la constancia de una magnitud es algo a lo que la ciencia acude con frecuencia, por lo que interesa que el alumnado conozca el modo de expresarlo gráficamente. La gráfica solicitada es:



Página 25

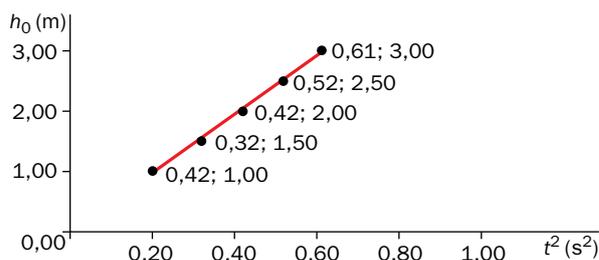
36  La ley física del ejercicio resuelto 7 también se puede expresar en los siguientes términos: «la altura es directamente proporcional al tiempo al cuadrado». Si esto es así, al representar la altura en función del tiempo al cuadrado se debería obtener una línea recta. Compruébalo.

Efectivamente, como veremos a continuación, si se representa la altura en función del tiempo al cuadrado se obtiene una línea recta con pendiente positiva, lo que nos permite asegurar que la relación obtenida en el ejercicio resuelto 7 es correcta.

Para hacerlo, en primer lugar calculamos los valores del tiempo al cuadrado:

h_0 (m)	t (s)	t^2 (s ²)
1,00	0,45	0,20
1,50	0,57	0,32
2,00	0,65	0,42
2,50	0,72	0,52
3,00	0,78	0,61

Con estos valores, representamos la altura en función del tiempo al cuadrado y comprobamos que se obtiene una línea recta:

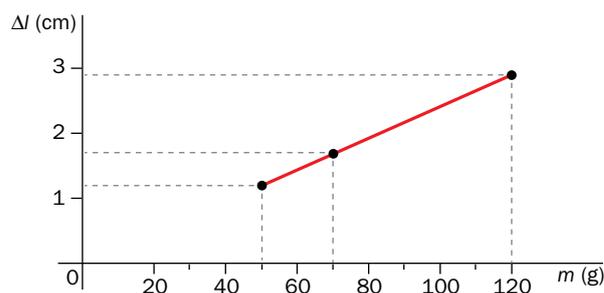


37 Se realizan tres medidas de la deformación de un muelle ($\varepsilon_a = 0,1$ cm) al colgarle pesas de distinta masa. A partir de los datos, extrae la ley física.

m (g)	Δl_1 (cm)	Δl_2 (cm)	Δl_3 (cm)
50	1,2	1,1	1,2
70	1,8	1,7	1,7
120	2,9	3,0	2,8

En primer lugar se calcula la media de cada trío de deformaciones y se representan los datos:

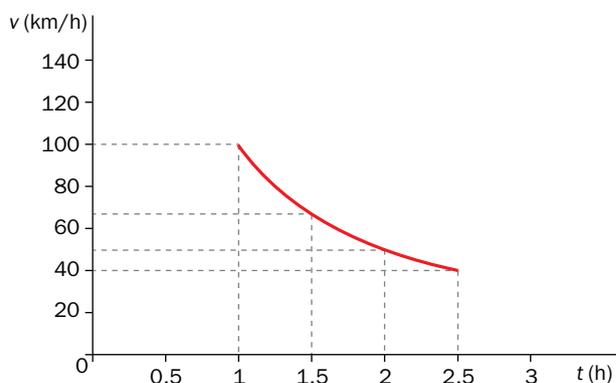
m (g)	$\Delta \bar{l}$ (cm)
50	1,2
70	1,7
120	2,9



De los datos, y la gráfica, podemos concluir que la deformación que sufre el muelle es directamente proporcional a la masa que se le cuelga. Matemáticamente: $\Delta l = k \cdot m$.

La constante k se puede obtener de la media aritmética de la obtenida para cada par de datos, obteniendo un valor $k = 0,024$ cm/g.

38 ¿Qué ley física se puede extraer de la siguiente representación gráfica? Exprésala en lenguaje verbal y matemático.



La gráfica es la característica de una relación de proporcionalidad inversa, por lo que podríamos decir que la velocidad es inversamente proporcional al tiempo. Matemáticamente: $v = k/t$.

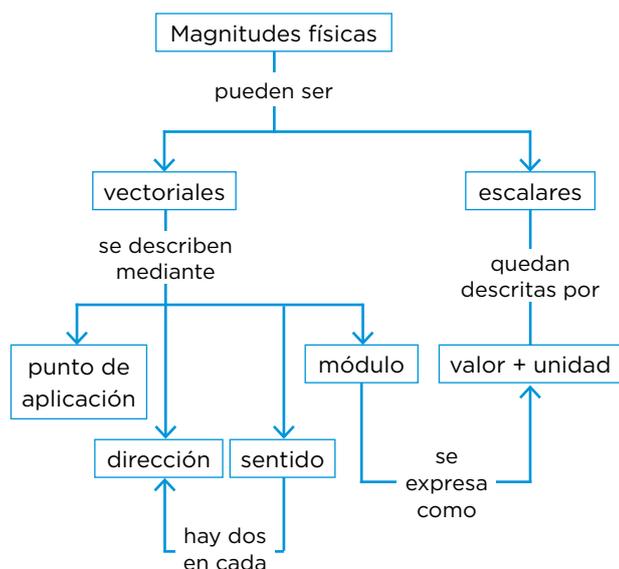
Se puede comprobar que la constante de proporcionalidad es $k = 100$ km.

Taller de ciencias

Página 34

Organizo las ideas

El mapa conceptual debe ser completado de la siguiente forma:



Trabajo práctico

Página 35

- 1 **Elabora un breve informe sobre el trabajo práctico, que contenga los apartados descritos en la unidad.**

El informe debe seguir la estructura presentada en el epígrafe 5 de esta unidad.

- 2 **¿Se ha confirmado tu hipótesis? ¿Por qué?**

Se presta atención a la contrastación con la realidad. El alumnado debe argumentar si su hipótesis ha sido contrastada o refutada.

- 3 **¿Coinciden las densidades obtenidas por los dos procedimientos? En caso negativo, ¿a qué puede deberse?**

Respuesta abierta, orientada al reconocimiento, por parte del alumnado, de los errores de medida.

- 4 **¿De qué modo se podrían minimizar los errores cometidos en las medidas individuales?**

Se podrían minimizar utilizando instrumentos de medida con mayor sensibilidad (menor resolución).

5 Las magnitudes que intervienen en la práctica, ¿son fundamentales o derivadas? Sus medidas, ¿han sido directas o indirectas?

La masa es una magnitud fundamental. El volumen y la densidad, derivadas. La medida de la masa es directa, y las del volumen y la densidad, en este caso, indirectas.

6 ¿Podrías afirmar que has participado en un experimento científico? ¿Por qué?

No se ha participado en un experimento científico, pues no ha habido control de variables. Se trata de una experiencia. Se podría transformar en experimento estudiando una variable (por ejemplo, color, o fabricante), manteniendo las otras constantes.

7 Con la densidad obtenida, ¿crees que flotará la plastilina en agua?

La densidad de la plastilina es mayor que la del agua, por lo que, a priori, no flota en ella. No obstante, depende de la forma que se le dé, pues si es, por ejemplo, una esfera, no flota, pero si se le da forma de barco sí puede flotar (ver actividad siguiente).

8  Busca en Internet «plastilina flota» y vuelve a la cuestión anterior.

Se pretende que el alumnado reflexione sobre la respuesta a la actividad anterior después de ver algún vídeo relacionado con lo comentado sobre la flotación de la plastilina.

Trabaja con lo aprendido

Página 36

Investigación científica

1 En el siguiente texto, identifica las etapas del método científico.

En la Grecia Antigua, el rey Hierón encargó una corona de oro y le quedó la duda de si el orfebre habría sustituido parte del oro por plata, o cobre. Pidió a Arquímedes que lo comprobase.

Arquímedes no sabía qué hacer. De haber sustituido oro por otros metales más ligeros la corona ocuparía más espacio, pero no sabía cómo medir su volumen.

Un día se sumergió en una tinaja y observó cómo rebosaba el agua, y en ese momento pensó que el volumen de un cuerpo coincide con el del agua que desplaza. Salió corriendo, desnudo, gritando «¡Eureka!».

Introdujo la corona en un recipiente con agua y midió el volumen de agua que desplazaba. Hizo lo mismo con un trozo de oro puro del mismo peso y... el rey ordenó ejecutar al orfebre.

Problema: ¿Había sustituido el orfebre parte del oro por otro metal? Hipótesis: De ser así, la corona ocuparía más volumen. Experimento: Comparó el agua que desplazaba la corona con la que desplazaba un trozo de oro de la misma masa. Resultados: La corona desplazaba más agua (ocupaba más volumen). Conclusiones: El orfebre había sustituido parte del oro por otro metal. (Nota. Se puede aprovechar para comentar la serendipia).

2  Repasa el método científico y describe alguna situación cotidiana en la que pienses que lo utilizas.

Pueden ser muchas. Por ejemplo, cuando algún dispositivo eléctrico no funciona, nuestra mascota enferma, o cuando encontramos en el mismo establecimiento dos productos igua-

les a distinto precio. En todos estos casos se emiten hipótesis, se contrastan y se extraen conclusiones basadas en los resultados obtenidos durante la contrastación.

3 Explica qué es una hipótesis, una ley y una teoría científicas. ¿Puede alguna de ellas convertirse en las otras? Razona tu respuesta.

Para las definiciones, repasar apartado 1.2. Las hipótesis pueden llegar a ser leyes o teorías. Las leyes no se pueden convertir en teorías, ni viceversa, por tratarse de tipos de conocimiento diferentes.

4 La ley de conservación de la energía establece que en un sistema aislado la energía se conserva. ¿Por qué se habla de «ley» y no de «teoría»?

Porque describe lo que ocurre en los fenómenos observados, pero no explica por qué ocurre.

5  Busca información sobre tu horóscopo y razona si se trata de conocimiento científico.

Es difícil encontrar la misma información en fuentes diferentes, hecho que no es acorde con el conocimiento científico. De cualquier modo, este conocimiento no es reproducible, ni sus conclusiones están basadas en pruebas, por lo que no se trata de conocimiento científico.

6 ¿Qué es «experimentar»? ¿Siempre que se utiliza un instrumento de medida se está experimentando? Razona tus respuestas.

Experimentar consiste en reproducir fenómenos con variables controladas. Medir, aunque forma parte de la experimentación, no es en sí experimentar.

7  Busca información sobre el agotamiento de recursos y analízala desde una perspectiva CTS, esto es, indica cómo intervienen la ciencia, la tecnología y la sociedad en esta problemática mundial.

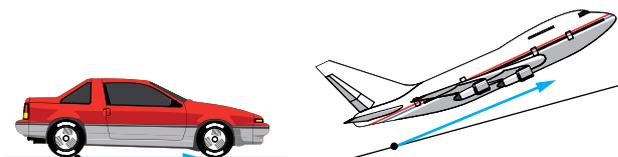
Respuesta abierta. En general, la ciencia busca nuevas formas de conseguir energía, la tecnología desarrolla dispositivos para conseguirlo y la sociedad demanda, o no, estas nuevas fuentes de energía.

Magnitudes físicas

8 Describe una situación cotidiana con la que demuestres que las fuerzas son magnitudes vectoriales.

Basta con aplicarla en direcciones y sentidos distintos y observar que sus efectos también lo son.

9 Describe los siguientes vectores.

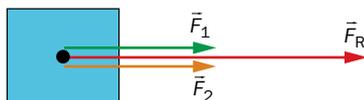


Se trata de proporcionar la dirección y sentido de cada uno, y comparar cualitativamente sus módulos.

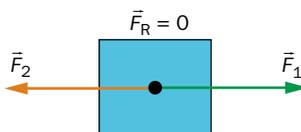
10 Dos personas empujan un objeto con sendas fuerzas del mismo módulo, $F = 90 \text{ N}$. Representa la fuerza resultante, \vec{F}_R , y calcula su módulo, si las fuerzas se ejercen en...

- a) ... la misma dirección y sentido.
- b) ... la misma dirección y sentidos contrarios.
- c) ... direcciones perpendiculares.

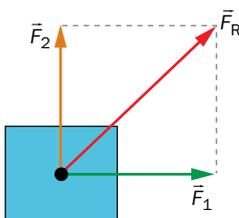
a) $F_R = F_1 + F_2 = 90 + 90 = 180 \text{ N}$



b) $F_R = F_1 - F_2 = 90 - 90 = 0$



c) $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(90^2 + 90^2)} = 127,28 \text{ N}$



11 Indica a qué magnitudes corresponden los siguientes valores y exprésalos en el Sistema Internacional utilizando notación científica: a) 18 Gm; b) 11,6 μs ; c) 54 cg; d) 9,56 MN (si lo necesitas, consulta la separata que acompaña al libro).

- a) Longitud: $l = 18 \text{ Gm} = 1,8 \cdot 10^{10} \text{ m}$.
- b) Tiempo: $t = 11,6 \mu\text{s} = 1,16 \cdot 10^{-5} \text{ s}$.
- c) Masa: $m = 54 \text{ cg} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$.
- d) Fuerzas: $F = 9,56 \text{ MN} = 9,56 \cdot 10^6 \text{ N}$.

12 La aceleración de la gravedad terrestre la podemos encontrar expresada en m/s^2 y en N/kg . Comprueba que en ambos casos tiene la misma ecuación de dimensiones.

Como la ecuación dimensional de la fuerza es $[F] = \text{M} \cdot \text{L} \cdot \text{T}^{-2}$ y el newton es $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ y resulta $\text{N/kg} = \text{m/s}^2$.

13 La ecuación física que describe el comportamiento de los gases ideales es:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

en la que p es la presión; V , el volumen; n , la cantidad de sustancia, y T , la temperatura del gas. Determina la ecuación de dimensiones de la constante de los gases, R .

Si sustituimos en la expresión cada magnitud por sus dimensiones se obtiene (ver actividad 28 de los epígrafes):

$$[p] \cdot [V] = [n] \cdot [R] \cdot [T] \rightarrow \text{M} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{T}^{-2} \cdot \text{L}^3 = \text{N} \cdot [R] \cdot \theta \rightarrow [R] = \text{M} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \theta^{-1}$$

- 14** Este curso estudiarás la ecuación general de la hidrostática: $p = d \cdot g \cdot h$ (p : presión; d : densidad; g : aceleración de la gravedad; h : profundidad). Comprueba su homogeneidad dimensional.

Para comprobar la homogeneidad dimensional de la ecuación, determinamos la ecuación de dimensiones de los dos miembros:

$$[p] = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$$

$$[d] \cdot [g] \cdot [h] = M \cdot L^{-3} \cdot L \cdot T^{-2} \cdot L = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$$

Los dos miembros tienen la misma ecuación de dimensiones, por lo que la ecuación general de la hidrostática es dimensionalmente homogénea.

Página 37

Medida de magnitudes físicas

- 15** Con una balanza antigua se mide la masa de una pesa que marca 50 g, obteniendo un valor $m = 53,3$ g. ¿Qué error relativo se ha cometido?

Para calcular el error relativo, en primer lugar se determina el absoluto, como diferencia entre la medida obtenida y el valor real:

$$\varepsilon_a = 53,3 \text{ g} - 50 \text{ g} = 3,3 \text{ g}$$

El error relativo se obtiene dividiendo el error absoluto entre el valor real:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{m} = \frac{3,3 \text{ g}}{50 \text{ g}} = 0,066 = 6,6 \%$$

- 16** Indica cuáles de las siguientes medidas están mal expresadas, y exprésalas correctamente: a) $t = 3,45 \pm 0,01$ s. b) $V = 123 \pm 2,5$ mL. c) $l = 3,46 \pm 0,1$ cm.

Están mal expresadas b) y c). La primera porque el error tiene más de una cifra significativa, y la segunda porque el valor de la medida tiene más cifras decimales que el error. La expresión correcta de estas medidas es:

b) $V = 123 \pm 3$ mL. c) $l = 3,5 \pm 0,1$ cm.

- 17** Se realizan tres medidas de la masa de un objeto ($\varepsilon_a = 0,1$ g): $m_1 = 45,8$ g, $m_2 = 45,6$ g; $m_3 = 46,1$ g. ¿Cuál es el resultado final de la medida?

Para obtener el resultado final de la medida se calcula la media aritmética de las medidas individuales y la dispersión estadística:

$$\bar{m} = \frac{45,8 \text{ g} + 45,6 \text{ g} + 46,1 \text{ g}}{3} = 45,8\hat{3} \text{ g}$$

$$\Delta m = 0,1453 \text{ g}$$

Como la dispersión estadística, redondeada a una cifra decimal, coincide con la sensibilidad del instrumento de medida (0,1 g), será este valor el del error a considerar, y el resultado de la medida es:

$$m = 45,8 \pm 0,1 \text{ g}$$

Análisis de datos experimentales

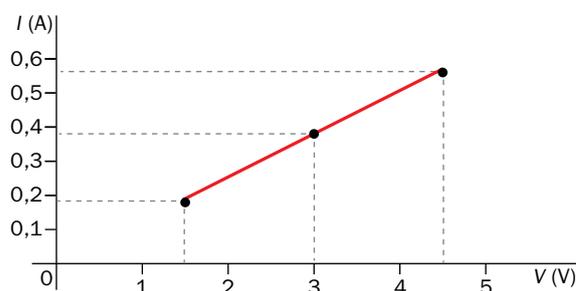
- 18** En una práctica de laboratorio se realizan, para tres voltajes distintos, tres medidas de la intensidad que circula por una lámpara incandescente. A partir de ella, extrae la ley física que relaciona estas magnitudes, y exprésala en lenguaje verbal, matemático y gráfico:

V (V)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)
1,5	0,17	0,19	0,18
3	0,38	0,36	0,39
4,5	0,55	0,56	0,57

En primer lugar se calcula la media de las intensidades obtenidas para cada voltaje, redondeada a la centésima:

V (V)	\bar{I} (A)
1,5	0,18
3	0,38
4,5	0,56

Al representar estos datos (I - V) se obtiene una relación lineal entre la intensidad y el voltaje:



Se puede afirmar, pues, que la intensidad que circula por la lámpara es directamente proporcional al voltaje que se aplica. En lenguaje matemático:

$$I = k \cdot V$$

Conviene hacer hincapié en que la representación gráfica, el enunciado y la ecuación física son tres modos de expresar la misma ley física.

- 19** La presión es directamente proporcional a la fuerza aplicada, e inversamente proporcional a la superficie sobre la que se aplica. Expresa esta definición en lenguaje matemático y gráfico.

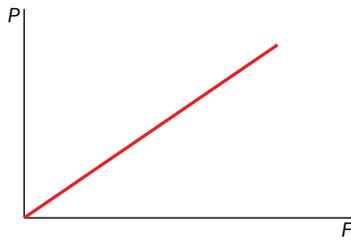
En lenguaje matemático, la expresión adopta la forma:

$$p = \frac{F}{S}$$

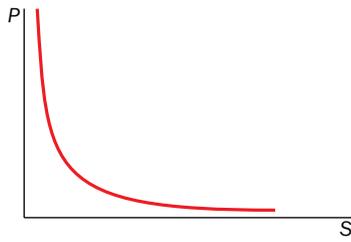
Donde p es la presión; F , la fuerza, y S , la superficie.

En lenguaje gráfico, al tratarse de dos relaciones de proporcionalidad hay que representar dos gráficas, como veremos a continuación.

a) S constante:



b) F constante:



20 ¿A qué tipo de movimiento corresponde cada una de las gráficas siguientes?

Las dos gráficas superiores corresponden a un m.r.u., y las dos inferiores, a un m.r.u.a.