



Física y Química

SERIE INVESTIGA

El libro **Física y Química**, para 1.^{er} curso de Bachillerato, es una obra colectiva concebida, diseñada y creada en el Departamento de Ediciones Educativas de Santillana Educación, S. L., dirigido por **Teresa Grence Ruiz**.

En su elaboración ha participado el siguiente equipo:

TEXTO

Francisco Barradas Solas
Pedro Valera Arroyo
M.^a del Carmen Vidal Fernández

EDICIÓN

Raúl M.^a Carreras Soriano

EDICIÓN EJECUTIVA

David Sánchez Gómez

DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Antonio Brandi Fernández

Las actividades de este libro no deben ser realizadas en ningún caso en el propio libro. Las tablas, esquemas y otros recursos que se incluyen son modelos para que el alumno los traslade a su cuaderno.

Página de introducción a la unidad

Al principio de cada unidad se ilustra para reflexionar alrededor de los contenidos y centrar la atención.

Contenidos de la unidad.

Un esquema de la exposición de los contenidos y técnicas o procedimientos.

Ilustración. Una fotografía que acerca a los contenidos de la unidad.

Texto. Una reflexión introductoria sobre la importancia de los contenidos.



Título de la unidad

Para comenzar. Algunas preguntas que abren la reflexión, o el debate, en relación con el tema.

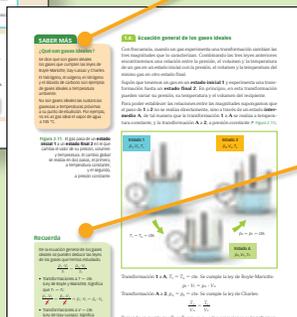
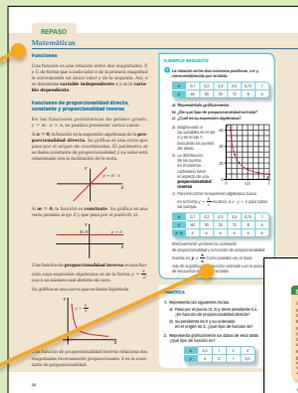
Páginas de desarrollo de los contenidos

La estructura del desarrollo de los contenidos está compuesta por varios elementos.

Repaso. Antes de tratar los contenidos de cada unidad se recuerdan contenidos de Matemáticas, o Física y Química, necesarios para comprender el tema.

Ejemplos resueltos. A lo largo de toda la unidad se incluyen numerosos ejemplos resueltos, numéricos o no, que ayudan a poner en práctica los conceptos expuestos.

La ciencia en tus manos. Ayuda a reconocer en la vida cotidiana del alumnado aquellos elementos que están en relación con los contenidos que se tratan.



Saber más. Se incluyen contenidos relacionados con la materia pero que no son esenciales para el desarrollo de la unidad.

Recuerda. Aquí se incluyen contenidos de cursos anteriores o estudiados en unidades precedentes.

Destacados. Los contenidos y definiciones esenciales aparecen destacados con un fondo de color.

Actividades al pie. Recoge actividades que acompañan el trabajo de los contenidos próximos a dónde se exponen.

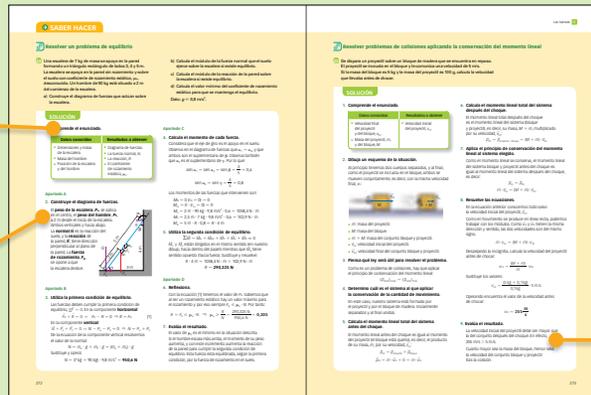
SABER HACER

Muestra procedimientos que deben dominarse para mostrar que están asimilados los contenidos de la unidad.

Comprende el enunciado.

Con un sencillo esquema se invita a la lectura comprensiva de la actividad propuesta.

Desarrollo. Paso a paso se van dando las indicaciones de cómo desarrollar la actividad propuesta.



Evalúa el resultado.

En cada caso se debe valorar el resultado conseguido, dentro del contexto de la actividad.

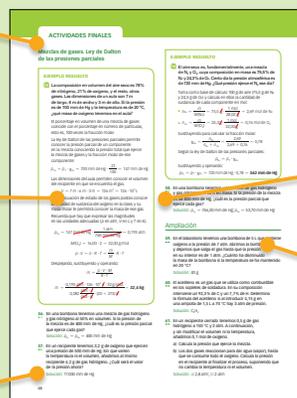
Actividades finales

Colección de actividades que permiten asentar el aprendizaje.

Apartados. Las actividades están clasificadas según los contenidos de la unidad.

Ejemplos resueltos. En las actividades también se incluyen ejemplos resueltos justo antes de abordar determinados problemas.

Solución. Hay una línea con el resultado para las actividades con solución numérica. Así se facilita el trabajo personal del alumnado.



Nivel de dificultad. La dificultad de cada actividad se muestra según el código:

●●● Fácil ●●● Media ●●● Difícil

Ampliación. Se recogen aquí actividades que presentan un mayor nivel de dificultad.

Física y Química en tu vida

Cada unidad se cierra con material complementario.

Al final de cada unidad en una página se expone algún aspecto, más o menos cotidiano, en relación con el contenido del tema y que sea familiar para la mayoría de los alumnos.

Las actividades del pie de página invitan a la lectura comprensiva; despiertan la reflexión y la opinión; ayudan a poner en práctica las TIC.



Competencias

A lo largo del libro, diferentes iconos señalan e identifican la competencia concreta que se trabaja en cada actividad o apartado.

-  Competencia matemática, científica y tecnológica.
-  Comunicación lingüística
-  Competencia social y cívica
-  Competencia digital
-  Conciencia y expresión artística
-  Aprender a aprender
-  Iniciativa y emprendimiento



Índice

0. La medida	7
1. Introducción.....	8
2. Magnitudes y unidades de medida	9
3. Incertidumbre y error	12
4. Representación gráfica de la medida.....	15
5. La comunicación científica	16
Saber Hacer.....	18
Física y Química en tu vida: Los números del mundo.....	20

Química

1. Identificación de sustancias	21
1. Leyes fundamentales de la química.....	23
2. La medida de la cantidad de sustancia.....	29
3. La fórmula de las sustancias	32
4. Análisis espectroscópico.....	34
5. Espectrometría de masas.....	38
Saber Hacer.....	40
Actividades finales.....	42
Química en tu vida: Contaminación de agua por metales pesados.....	46
2. Los gases	47
1. Leyes de los gases.....	50
2. Ecuación de estado de los gases ideales.....	58
3. Mezclas de gases.....	61
Saber Hacer.....	63
Actividades finales.....	66
Química en tu vida: La presión de los neumáticos.....	70
3. Disoluciones	71
1. Las disoluciones.....	74
2. La concentración de una disolución.....	74
3. Solubilidad	82
4. Propiedades coligativas.....	84
Saber hacer	89
Actividades finales.....	92
Química en tu vida: Tratamiento de agua.....	96
4. Reacciones químicas	97
1. Ajuste de una ecuación química	100
2. Cálculos estequiométricos en las reacciones químicas.....	102
3. La industria química	108
Saber Hacer.....	114
Actividades finales.....	117
Química en tu vida: El airbag una reacción química para tu seguridad.....	122



5. Termodinámica química	123
1. Reacciones químicas y energía	125
2. Intercambio de energía en un proceso	127
3. Primer principio de la termodinámica.....	128
4. La entalpía.....	129
5. Cómo se calcula la variación de entalpía.....	132
6. La espontaneidad de los procesos.....	136
7. Reacciones de combustión	141
Saber Hacer.....	145
Actividades finales.....	148
Química en tu vida: Termoquímica y cocina.....	152

6. Química del carbono	153
1. El átomo de carbono y sus enlaces.....	155
2. Fórmula de los compuestos orgánicos	156
3. Formulación de compuestos orgánicos.....	158
4. Isomería	166
5. Reacciones de los compuestos orgánicos.....	168
6. La industria del petróleo y sus derivados.....	171
7. Formas alotrópicas del carbono. Aplicaciones	174
Saber Hacer.....	175
Actividades finales.....	177
Química en tu vida: El gas natural	182

Física

7. El movimiento	183
1. Introducción.....	186
2. La posición	187
3. La velocidad	191
4. La aceleración.....	194
Saber Hacer.....	200
Actividades finales.....	202
Física en tu vida: Control de velocidad en tramo	208

8. Tipos de movimientos	209
1. Movimiento rectilíneo y uniforme	212
2. Movimientos con aceleración constante	214
3. Movimiento parabólico.....	220
4. Movimientos circulares	225
5. Movimiento armónico simple.....	231
Saber Hacer.....	238
Actividades finales.....	241
Física en tu vida: Salto de longitud: velocidad y ángulo de batida	248



9. Las fuerzas	249
1. Fuerzas a distancia.....	251
2. Fuerzas de contacto.....	254
3. El problema del equilibrio.....	259
4. Momento lineal e impulso.....	262
5. La conservación del momento lineal.....	265
Saber Hacer.....	269
Actividades finales.....	274
Física en tu vida: Conducción eficiente.....	280
10. Dinámica	281
1. Dinámica del MAS.....	284
2. Dinámica del movimiento circular.....	287
3. La cinemática de los planetas.....	289
4. La dinámica de los planetas.....	293
5. Fuerzas centrales.....	298
Saber Hacer.....	300
Actividades finales.....	304
Física en tu vida: ¿Para qué sirve estudiar las fuerzas?.....	310
11. Trabajo y energía	311
1. La energía y los cambios.....	314
2. Trabajo.....	316
3. Trabajo y energía cinética.....	319
4. Trabajo y energía potencial.....	322
5. Principio de conservación de la energía mecánica.....	324
Saber Hacer.....	326
Actividades finales.....	328
Física en tu vida: Física en las atracciones de feria.....	334
12. Fuerzas y energía	335
1. Fuerza elástica y energía.....	338
2. Fuerza eléctrica y energía.....	342
3. Fuerza gravitatoria y energía.....	346
Saber Hacer.....	349
Actividades finales.....	352
Física en tu vida: El programa <i>Cluster</i> de la Agencia Espacial Europea.....	356

Anexos

I. Tablas de constantes Físicas y Químicas.....	357
II. Sistema periódico de los elementos.....	358

0

La medida

CONTENIDOS

- 1 **Introducción.**
- 2 **Magnitudes y unidades de medida.**
- 3 **Incertidumbre y error.**
- 4 **Representación gráfica de la medida.**
- 5 **La comunicación científica.**

SABER HACER: Interpretar textos científicos. Desarrollar un trabajo de investigación.

FÍSICA Y QUÍMICA EN TU VIDA:
Los números del mundo.

El **pabellón de Breteuil**, situado en Sèvres a las afueras de París, es desde el siglo XIX la sede de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.

En la evolución del saber científico y tecnológico se hizo necesario establecer unas referencias comunes en la comunidad científica para poder comparar los resultados conseguidos. En este pabellón se constituyó uno de los primeros organismos de cooperación internacional. Permitió a científicos de todo el mundo ponerse de acuerdo en asuntos tan elementales como cuál es el nombre de la unidad de longitud o cuánto es un kilogramo.

PARA COMENZAR

- ¿Qué importancia puede tener utilizar diferentes unidades para hablar de las mismas magnitudes?
- Imagina algunas situaciones en las que usar diferentes unidades acaba siendo problemático.

1 Introducción

Hay mucha bibliografía entre historiadores, sociólogos, filósofos y científicos sobre lo que es la ciencia y, aunque falta una respuesta generalmente aceptada, parece claro que no existe un método científico que se pueda resumir en una receta para hacer ciencia. Sin embargo, sí parece haber algunos elementos propios de esa actividad:

- Los científicos construyen **modelos** y **teorías** que tratan de dar cuenta de diversos aspectos de la naturaleza.
- Sus afirmaciones se basan en **observaciones** y **experimentos** que nos ofrecen datos del comportamiento de la naturaleza.
- Los modelos y teorías científicas dan lugar a explicaciones y predicciones que **deben confrontarse** con los datos obtenidos sobre de la naturaleza, también mediante otras observaciones y experimentos.
- Así, los modelos y teorías van cambiando, afianzándose o siendo descartados, siempre de manera **revisable**.

SABER MÁS

Observación y experimentación

Los **experimentos** implican observaciones en condiciones controladas en un laboratorio. Es una situación artificial en la que eliminamos variables que pudieran perturbar el fenómeno a estudiar.

Hay disciplinas científicas, como la astronomía, en las que los experimentos son imposibles (no se puede manipular una estrella para controlar ciertas variables), de modo que solo hay **observaciones** de los fenómenos tal y como se dan en la naturaleza con todas las variables implicadas.

Además, la ciencia funciona en dos frentes íntimamente relacionados, el teórico y el experimental. Las observaciones y los experimentos tratan de obtener datos fiables sobre el mundo real, mientras la teoría tiene que explicar los resultados de las observaciones y experimentos además de hacer predicciones sobre fenómenos aún no conocidos. A pesar de lo que pueda parecer, en general no se puede decir que la experiencia siempre sea anterior a la teoría o viceversa.

La ciencia es ciencia solo cuando compara sus afirmaciones con el «mundo exterior», en particular cuando se arriesga a hacer predicciones que de un modo u otro se cumplen. En todo esto, la medida es un instrumento central.

En este tema introductorio trataremos de aspectos generales de la medida que luego se usarán a menudo, empezando por los distintos tipos de **magnitudes** que existen y los **sistemas de unidades** que se emplean para expresar los resultados de cálculos y mediciones. Hemos de dejar claro que la conveniencia de usar el sistema internacional de unidades no significa que otros sistemas no puedan ser más apropiados en ciertas circunstancias y que su uso no debe ser tabú en la Secundaria como no lo es para los científicos profesionales.

A continuación echaremos un vistazo a los cálculos y a los experimentos tal como de verdad se hacen en ciencia. Los resultados que nos proporcionan esos procesos nunca se obtienen de forma inmediata e indiscutible (aunque la práctica en las aulas y laboratorios de los institutos sugiere lo contrario), sino que son el resultado del **tratamiento de datos**, cuya misión es la de determinar el mejor valor posible de un observable desconocido o probar la consistencia de un modelo o teoría con los datos obtenidos. Una etapa fundamental del tratamiento de datos es averiguar qué confianza debemos tener en nuestros resultados o, de modo negativo, cuál es su **incertidumbre**. Cualquier resultado experimental (como también los de cálculos teóricos) está afectado irremediablemente por una cierta incertidumbre, cuya determinación no es un complemento de la medida o el cálculo, sino una parte constitutiva.

Para terminar, en **los números del mundo** haremos un recorrido por los valores de las principales constantes físicas y los de algunos números que nos dicen cómo es el mundo en el que vivimos. ¿Cuántas moléculas hay en un vaso de agua? ¿Cuántas estrellas hay en una galaxia?

2 Magnitudes y unidades de medida

Una **magnitud física** es una propiedad de un sistema que se puede medir. La medida consiste en la asignación de un número a una propiedad mediante la comparación con un patrón al que se llamará **unidad de medida**.

2.1. Magnitudes

Hay magnitudes llamadas **escalares** que se pueden expresar únicamente con un número y una unidad. Entre ellas están la energía, la presión, la temperatura, la concentración de una disolución... Otras son **vectoriales**, no basta un número para representarlas. Necesitamos un número para expresar su intensidad, y otros para dirección y sentido. Entre ellas está, por ejemplo, la velocidad del viento, que no queda completamente especificada diciendo que es de 35 km/h, sino que hay que añadir la dirección y el sentido, como puede ser noroeste (► Figura 0.1).

También hay magnitudes discretas y otras continuas:

- Las **discretas** son aquellas que pueden representarse mediante números enteros, como el número de partículas de un sistema o los niveles de energía de un átomo.
- Las **continuas** son aquellas que admiten su representación con números reales, como puede ser el valor de la temperatura.

En este último caso, una dificultad a tener en cuenta es que cualquier cálculo con estos números ha de hacerse con un número finito de cifras decimales, lo que da lugar a aproximaciones hacia el valor verdadero. Por ejemplo, la posición inicial de un cuerpo es $x = 1,75$ m, pero medida con más detalle resulta ser $x = 1,748$ m, y si seguimos afinando a mayor precisión $x = 1,7482$ m... ¿Cuál es la posición «real»?

2.2. El sistema internacional de unidades

Mientras no se diga lo contrario, en este libro trabajaremos con el **sistema internacional de unidades**, SI, que tiene la gran virtud de ser un sistema coherente, bien definido y de uso internacional (cada vez hay menos países que se resisten a emplearlo). Aunque, como veremos, los científicos no dudan en utilizar otras unidades cuando conviene.

Llamamos **magnitudes fundamentales** a aquellas que se pueden medir directamente. Y **magnitudes derivadas** a aquellas que se obtienen combinando las fundamentales. Las magnitudes fundamentales son las siete que se incluyen en la siguiente tabla junto con sus unidades.

Magnitud	Nombre de la unidad en el SI	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd



Figura 0.1. En un **anemómetro** debe haber unas cazoletas que midan la intensidad del viento y una veleta que determine su dirección.

Para definir las unidades fundamentales o básicas del SI es importante fijarse en que deben permitir con fidelidad la reproducción de los patrones de medida.

- El **metro, m**, es la **longitud** del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un tiempo de $\frac{1}{299\,792\,458}$ s.
- El **kilogramo, kg**, es igual a la **masa** del prototipo internacional del kilogramo: un cilindro de aleación de platino e iridio almacenado en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, en Sèvres (Francia).
- El **segundo, s**, es el **tiempo** correspondiente a 9192631770 periodos de la radiación para la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio-133.
- El **amperio, A**, es la **intensidad de una corriente** constante que circula por dos conductores paralelos, de longitud infinita, sección despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, que produce una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newton en cada metro de cable.
- El **kelvin, K**, unidad de **temperatura termodinámica**, es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
- El **mol, mol**, es la **cantidad de sustancia** de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en exactamente 0,012 kg de carbono-12.
- La **candela, cd**, es la **intensidad luminosa**, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ Hz cuya intensidad energética en dicha dirección es $\frac{1}{683} \frac{W}{sr}$.

SABER MÁS

Unidades suplementarias

Hay dos **unidades suplementarias** de carácter matemático:

- El **radián, rad**, es la amplitud del **ángulo** central a una circunferencia cuyo arco es de igual longitud que el radio de dicha circunferencia.
- El **estereoradián, sr**, es la amplitud del **ángulo sólido** central a una esfera de radio R , tal que intercepta una superficie de igual área que R^2 (► Figura 0.2).

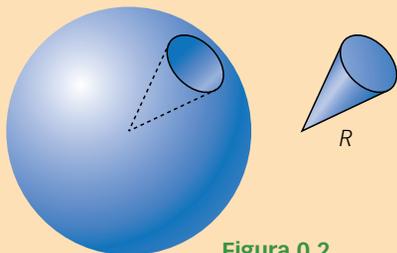


Figura 0.2.

Las demás unidades son **unidades derivadas**, lo que significa que pueden expresarse en términos de las fundamentales.

Para obtener la unidad de velocidad del SI, como por ejemplo la de la velocidad, hemos de tener en cuenta su definición y expresar las unidades:

$$v = (\text{espacio recorrido})/(\text{tiempo empleado})$$

La combinación algebraica de las unidades nos da la respuesta:

$$\text{unidad de velocidad} = (\text{unidad de longitud})/(\text{unidad de tiempo}) = \mathbf{m/s}$$

Algunas unidades derivadas tienen nombre propio, por ejemplo la fuerza, que podemos obtener recordando la definición de fuerza: $F = m \cdot a$.

$$\text{unidad de fuerza} = (\text{unidad de masa}) \cdot (\text{unidad de aceleración}) = \mathbf{kg \cdot m/s^2}$$

Esta combinación de unidades recibe nombre propio, **newton, N**:

$$\mathbf{1\ N = 1\ kg \cdot m/s^2}$$

ACTIVIDAD

1. Completa en tu cuaderno la siguiente tabla de unidades derivadas para las correspondientes magnitudes.

Magnitud	Definición	Unidad derivada	
		Nombre	Símbolo
Superficie			
Volumen			
Aceleración			
Densidad			
Presión			

Prefijos multiplicativos

Las unidades en el sistema internacional también se modifican con una serie de prefijos que permiten multiplicar y dividir sus cantidades por potencias de diez. Observa la tabla del margen para las correspondencias de los valores de los factores con cada prefijo.

$$5,34 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 5,34 \mu\text{m}$$

2.3. Otras unidades

Hay otras unidades que, aunque no forman parte del SI, son de uso tan extendido que han sido aceptadas dentro del sistema, tales como el litro, L; las horas, h; minutos, min; y días, d; etc. Por último, otras unidades que no son del SI resultan adecuadas en algunos campos: el electrónvoltio, eV, en física nuclear y de partículas; y la unidad de masa atómica, u, en química.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Valor en unidades del SI
Masa	unidad de masa atómica	u	$1,6605402(10) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Energía	electrónvoltio	eV	$1,60217733(49) \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Cambio de unidades

A veces elegimos ciertas unidades porque son de uso cotidiano y nos resultan más familiares. Así, para la velocidad usamos los km/h en lugar de los m/s, o los kWh en lugar del julio para la energía que manejan las compañías eléctricas.

Para cambiar de unidades basta sustituir las que queremos cambiar por su equivalencia. Por ejemplo, $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ y $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$.

$$120 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 120 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{120 \cdot 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sin embargo, a veces no está de más disponer de un método sistemático para realizar los cambios. Se trata del método de los **factores de conversión**.

Por ejemplo, si queremos transformar en litros, L, la unidad del volumen del SI, partimos de la equivalencia entre metros cúbicos y litros: $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$, que también se puede expresar con un factor de conversión:

$$\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 1 \quad \text{o} \quad \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1$$

Si queremos cambiar las unidades de volumen de metros cúbicos de la expresión $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ y sustituirlos por otra más familiar como es el litro, basta con multiplicar por el factor de conversión apropiado:

$$2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 2,5 \cdot 10^{-4} \cancel{\text{m}^3} \cdot \frac{1000 \text{ L}}{1 \cancel{\text{m}^3}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \text{ L} = 0,25 \text{ L}$$

ACTIVIDADES

2. Los físicos de partículas no utilizan como unidad de energía la unidad del sistema internacional, el julio, sino el electrónvoltio, eV. Escribe los factores de conversión y empléalos para poner en unidades del SI la energía de 14 TeV con la que chocarán los protones en el acelerador del CERN.

Dato: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Solución: $2,24 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

3. El récord mundial de atletismo femenino en los 100 m lisos supone una velocidad media de 33,5 km/h. ¿Qué velocidad es en unidades del SI?

Solución: 9,3 m/s

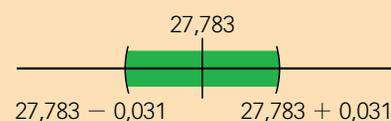
Factor	Prefijo	Símbolo
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zeta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

SABER MÁS

Incertidumbre

Las cifras entre paréntesis representan la incertidumbre estándar en los dos últimos dígitos.

Por ejemplo, $x = 23,738(31) \text{ m}$ determina una posición que también puede escribirse $x = 27,738 \pm 0,031 \text{ m}$. Esta expresión quiere decir que se ha calculado que el valor más probable de $x = 27,738 \text{ m}$ y la probabilidad mayor de que el valor de x esté en un intervalo de 0,031 m de radio alrededor de ese valor (zona coloreada de la figura).



3 Incertidumbre y error

Al tomar la medida de algún observable hemos de tener en cuenta dos aspectos en la medida, la exactitud y la precisión.

- La mayor **fiabilidad** indica que midiendo en las mismas condiciones conseguimos el mismo valor o medir siempre igual. Un arquero muy fiable lanzaría las flechas siempre al mismo lugar, bajo las mismas condiciones.
- La mayor **exactitud** de un aparato nos indica lo cerca que está la medida del valor real. Si la temperatura es de 20 °C, un termómetro exacto nos debería indicar una temperatura cercana a ese valor.

El proceso de medir una cantidad no es, ni mucho menos, tan sencillo como solemos pensar. Hay varias dificultades con las que nos podremos encontrar, entre ellas el siempre posible error humano, fruto de distracciones, errores en el diseño, equívocos o de variables estados de salud del observador.

- ¿Qué pasa si intento medir el agua contenida en un dedal con un termómetro de un tamaño similar al dedal? Pues si el termómetro está, por ejemplo, mucho más frío que el agua, yo no voy a medir la temperatura que tenía el agua, sino una nueva temperatura modificada por la presencia del aparato de medida.
- Por muy bien que esté diseñado el experimento y los aparatos, si nuestros instrumentos son suficientemente sensibles, nos encontraremos con que al repetir la medida los resultados son algo diferentes aun en circunstancias tan semejantes como seamos capaces de conseguir.

El mundo está lleno de influencias aleatorias, desconocidas e incontrolables. El modo de reducir esta influencia es hacer muchas medidas para así poder encontrar mediante métodos estadísticos un **valor más probable** y una **incertidumbre**.

3.1. Incertidumbre en el aparato

Los fabricantes de un instrumento nos deben informar de sus cualidades.

- La **sensibilidad del instrumento, s**, es decir, la diferencia más pequeña que se puede distinguir entre dos medidas próximas, está relacionada con la calidad del instrumento. En un termómetro clínico la división más pequeña es 0,1 °C, no nos importa diferenciar entre los 36,574 °C o los 36,643 °C, en ambos casos el instrumento nos permitirá leer 36,6 °C para cualquier valor comprendido en el intervalo (36,55, 36,65) (► Figura 0.5).

$$s = \frac{\text{división más pequeña del instrumento}}{2}$$

- El **funcionamiento** interno del instrumento de medida determina su comportamiento. En un termómetro convencional, ¿cómo se dilata el mercurio?; y en el caso de un termómetro electrónico, ¿cómo varía la resistencia del circuito con la temperatura?
- ¿Cómo se ha **calibrado**? Es decir, ¿cómo se ha graduado el termómetro para que corresponda con las medidas de otros termómetros?
- ¿Está bien diseñado para que la **respuesta** sea lo más estable posible frente a perturbaciones que pudieran alterar el resultado? El termómetro debe responder a los cambios de temperatura del mismo modo al nivel del mar o en una estación de esquí entre montañas.



Figura 0.3. Báscula con sensibilidad 50 g.



Figura 0.4. Termómetro clínico con sensibilidad 0,05 °C.

SABER MÁS

Precisión

A veces usamos el término **precisión** para referirnos a la sensibilidad de un aparato, otras veces usamos el adjetivo **preciso** para hablar de un aparato exacto. Ten cuidado para no confundir estos términos.

Además llamamos **cota mínima** o **umbral** al valor mínimo de la medida frente a la que un instrumento es capaz de responder. No se debe confundir con sensibilidad.

3.2. Incertidumbre en los resultados

Los resultados de medir una cantidad q repetidas veces nos ofrece un conjunto de observaciones $\{q_1; q_2; q_3; \dots; q_i; \dots; q_n\}$, bastantes de ellas repetidas varias veces (frecuencia del dato, m), que se distribuyen según el histograma del margen (► Figura 0.5). La mayoría de los valores observados se agrupan próximos al valor central $\langle q \rangle$ y en torno a él se dispersan los resultados, siendo la frecuencia menor cuanto más nos alejamos del valor central.

Siendo así, el valor central suele adoptarse como **mejor valor** de q y suele calcularse con la **media aritmética** de las observaciones:

$$\langle q \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot q_i}{N}$$

Un modo de indicar si los valores se apartan mucho o poco del valor promedio es usando la **desviación estándar** o **típica** de q , s_q , que se calcula:

$$s_q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot q_i^2}{N} - \langle q \rangle^2}$$

Una buena valoración de la **incertidumbre en los resultados** es la anchura de la distribución de los datos, cuantificada por la desviación estándar (► Figura 0.6):

$$q = \langle q \rangle \pm s_q$$

Las distribuciones de frecuencia que tienen la forma de las dos anteriores se llaman «gaussianas» o «normales» y se encuentran a menudo en los análisis de experimentos. Una de las mayores ventajas de esta distribución es que sus propiedades matemáticas se conocen muy bien. Siempre que el número de observaciones sea muy alto, se sabe que hay una probabilidad del 68 % de conseguir resultados en observaciones futuras dentro del intervalo dado por $(\langle q \rangle - s_q, \langle q \rangle + s_q)$, y del 99 % en el intervalo $(\langle q \rangle - 3 \cdot s_q, \langle q \rangle + 3 \cdot s_q)$.

Sin estas estimaciones, y otras que estudia la estadística, ningún resultado experimental se puede tomar en serio. La estadística estudia qué confianza se puede otorgar a los valores dentro de la incertidumbre si cada uno de estos se considera el valor verdadero, q_0 .

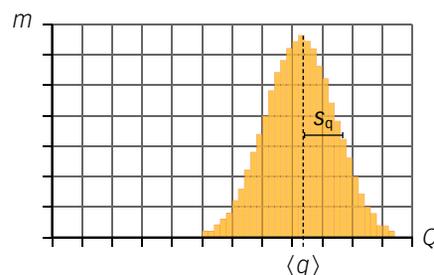


Figura 0.5. Histograma del conjunto de las observaciones de un experimento.

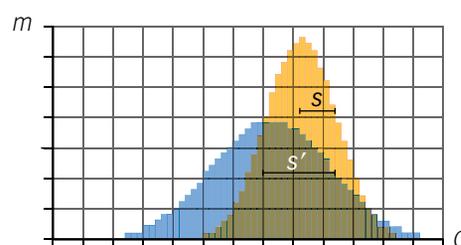


Figura 0.6. Si el histograma tuviera el aspecto de las barras azules, indicaría que la incertidumbre sería mayor, al estar los resultados más desviados del valor central.

EJEMPLO RESUELTO

- 1 En un experimento medimos cinco veces con un cronómetro la caída libre de un objeto. Los resultados son: $t_1 = 2,25$ s; $t_2 = 2,27$ s; $t_3 = 2,33$ s; $t_4 = 2,28$ s; $t_5 = 2,35$ s. Calcula el mejor valor empleando la media aritmética y el intervalo de incertidumbre usando la desviación típica.

Para el mejor valor calculamos la media aritmética:

$$\langle t \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{2,25 \text{ s} + 2,27 \text{ s} + 2,33 \text{ s} + 2,28 \text{ s} + 2,35 \text{ s}}{5} = 2,296 \text{ s}$$

Para la desviación del conjunto de datos, la desviación típica es:

$$s_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n t_i^2}{n} - \langle t \rangle^2} = \sqrt{\frac{2,25^2 + 2,27^2 + 2,33^2 + 2,28^2 + 2,35^2}{5} - 2,296^2}$$

$$s_t = 0,0377 \text{ s}$$

La incertidumbre del valor de la caída libre es:

$$t = \langle t \rangle \pm s_t = 2,296 \text{ s} \pm 0,0377 \text{ s} \approx (2,30 \pm 0,04) \text{ s}$$

La cantidad de cifras decimales del resultado no debe exceder la de los datos.

ACTIVIDAD

4. Determina la media aritmética y la desviación típica para expresar el intervalo de incertidumbre del siguiente conjunto de números: $\{9,01; 8,97; 9,05; 8,96; 9,00; 9,02\}$.

Solución: $9,00 \pm 0,03$.

3.3. Las fuentes de la incertidumbre

Al tratar de la incertidumbre en la medida se oye hablar de «errores aleatorios» y «errores sistemáticos». Se trata de las incertidumbres debidas a efectos aleatorios y sistemáticos, respectivamente.

- Los efectos **aleatorios** se deben a todas esas interacciones de nuestro sistema con el exterior que ni se conocen ni se pueden controlar. Tan solo se pueden minimizar con el tratamiento estadístico de los datos.
- Los **sistemáticos**, algunos de ellos relacionados con los instrumentos de medida, se deben evaluar a partir del conocimiento de cómo se comportan los materiales e instrumentos de medida, las especificaciones de los fabricantes y los datos de la calibración.

3.4. La propagación de la incertidumbre al hacer operaciones

Si hay que hacer cálculos con el número medido (del que no conocemos su valor verdadero, solo tenemos su incertidumbre), se pueden introducir errores numéricos que hay que conocer y mantener controlados.

Es importante seguir algunas normas razonables a la hora de escribir resultados, sobre todo de cálculos, y lo haremos partiendo de un ejemplo:

El objetivo es medir el volumen de un cubo. Con una regla podemos apreciar diferencias de longitud de 0,1 cm, la sensibilidad es $s = 0,05$ cm.

Cifras significativas

Son cifras significativas las que contienen información sobre el valor real de una magnitud medible.

Medimos con esta regla el lado de un cubo: $L = 14,9$ cm. La medida tiene tres cifras significativas. Operamos para conseguir el volumen del cubo, $V = L^3 = (14,9 \text{ cm})^3 = 3307,949 \text{ cm}^3$. Ese resultado parece verdadero y muy preciso, pero no se puede ofrecer como resultado de un cálculo serio en ciencia, ya que tiene siete cifras significativas contra solo tres del dato de partida. Como regla, podemos convenir en no usar en los resultados más cifras significativas que en los datos empleados para su cálculo respetando los redondeos. Por eso diremos $V = 3310 \text{ cm}^3$.

Modificación de la incertidumbre con las operaciones

Estas modificaciones resultan de hacer operaciones matemáticas con números de valor incierto.

Debido a la sensibilidad del instrumento de medida, el lado del cubo es un número cualquiera en un intervalo, $L \in (14,85 \text{ cm}, 14,95 \text{ cm})$. Así que el volumen mínimo será $V_{\min} = (14,85 \text{ cm})^3 = 3275 \text{ cm}^3$, y el volumen máximo será $V_{\max} = (14,95 \text{ cm})^3 = 3341 \text{ cm}^3$. El volumen del cubo será, por tanto, un número cualquiera en el intervalo $V \in (3275 \text{ cm}^3, 3341 \text{ cm}^3)$, o, en forma de incertidumbre, $V = (3308 \pm 33) \text{ cm}^3$.

Las modificaciones dependen de la operación que se efectúe. En la tabla se muestran las operaciones básicas y el cálculo de la incertidumbre.

Suma y resta	Producto
$(a \pm s_a) \pm (b \pm s_b) = (a \pm b) \pm (s_a + s_b)$	$(a \pm s_a) \cdot (b \pm s_b) = (a \cdot b) \pm (b \cdot s_a + a \cdot s_b)$
Cociente	Potencia
$\frac{a \pm s_a}{b \pm s_b} = \frac{a}{b} \pm \frac{a \cdot s_b + b \cdot s_a}{b^2}$	$(a \pm s_a)^n = a^n \pm (n \cdot a^{n-1} \cdot s_a)$

4 Representación gráfica de la medida

Una de las mejores formas de presentar resultados experimentales que muestren la dependencia entre variables es a través de diagramas cartesianos, pues de un vistazo podemos descubrir tendencias en los datos.

Hay técnicas estadísticas que permiten extraer expresiones matemáticas de los datos experimentales y que se pueden usar, entre otras cosas, para comprobar si se cumple una relación obtenida teóricamente. Veamos un par de ejemplos.

Oscilación de un muelle

Imagina un muelle colgado del techo con un asiento de columpio en el extremo. Nos sentamos en él y lo desviamos de la posición de equilibrio. Medimos el periodo de las oscilaciones. Queremos investigar la relación entre el periodo y la masa que cuelga. Después de realizar numerosas medidas, presentamos en un gráfico los datos del periodo de oscilación, T , en función de la masa, m . Los resultados se muestran en el margen (► Figura 0.7).

Cada punto rojo de la gráfica es un dato experimental. Además, en el diagrama aparece una línea discontinua verde. Esta curva se consigue con un método estadístico llamado de **mínimos cuadrados**. Consiste en suponer que existe una determinada relación matemática entre las dos variables, aquí $T = C \cdot m^n$, y calcular sus parámetros, en este caso las constantes C y n , forzando a que la distancia entre los puntos y la curva sea la mínima posible (que la curva se ajuste a los datos lo mejor posible). El resultado que hemos obtenido con una hoja de cálculo es:

$$T = 0,0198 \cdot m^{0,5025} \quad (\text{en unidades del SI})$$

El ajuste es bueno y proporciona una expresión muy parecida a la teórica:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad k \text{ es la constante característica del muelle.}$$

El descubrimiento del bosón de Higgs

En julio de 2012, el CERN (Laboratorio Europeo de Física de Partículas) anunció el descubrimiento del bosón de Higgs, completando así el llamado modelo estándar, que explica los componentes básicos de la materia.

Tras producir cerca de dos mil billones de colisiones protón-protón ($2 \cdot 10^{15}$) a alta energía en el acelerador LHC, se estudiaron varios de los resultados posibles. En particular nos fijamos en el número de pares de fotones (en el eje vertical de la figura) producidos a distintas energías (eje horizontal) (► Figura 0.8).

La línea roja discontinua es la predicción del modelo estándar sin bosón de Higgs, y las bandas amarilla y verde indican unas distancias de una y dos desviaciones estándar respecto a esa predicción. La línea roja continua representa el resultado esperado por el modelo estándar con bosón de Higgs. Las marcas negras son los datos observados en el experimento. A la vista de la gráfica se ve que se ajusta mucho mejor a los datos reales la línea continua que la discontinua.

La banda de error, líneas verdes, muestra precisamente ese margen de error admisible. Si los físicos que hicieron el descubrimiento no hubieran calculado la probabilidad (muy baja) de que los datos experimentales cayeran cerca de la línea roja continua por azar, el descubrimiento no habría podido ser tomado en serio.

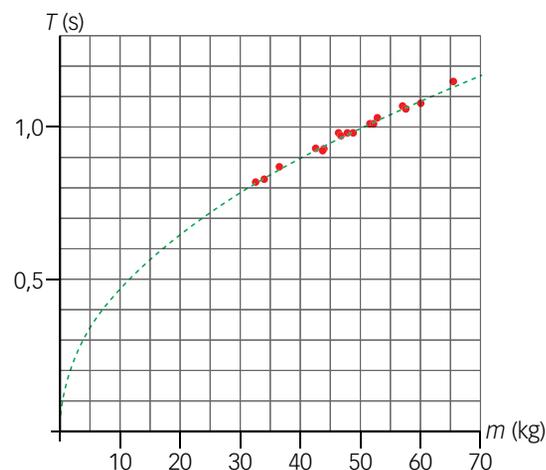


Figura 0.7. Diagrama cartesiano en el que se muestra la dependencia del periodo de oscilación, T , respecto de la masa, m . Cada punto es un dato experimental. La línea curva es la conseguida por el método de los mínimos cuadrados.

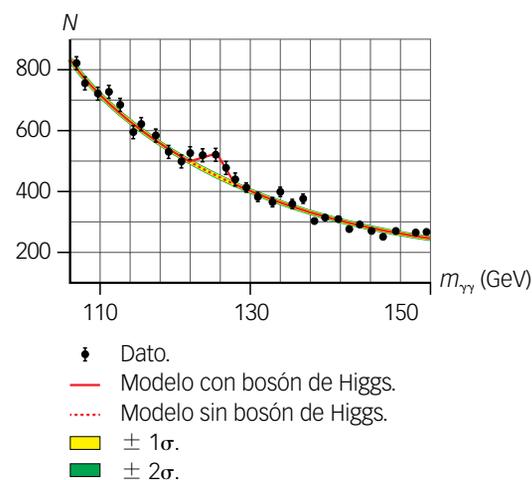


Figura 0.8. Diagrama cartesiano en el que se muestra la dependencia del número de colisiones, N , frente a la energía de las partículas que colisionan, $m_{\gamma\gamma}$.

5 La comunicación científica

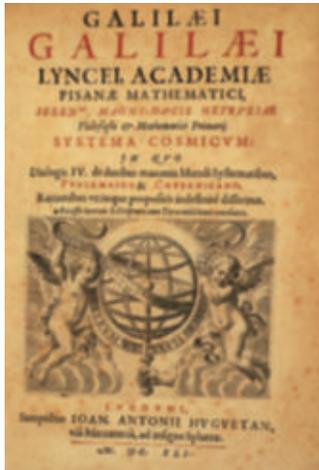


Figura 0.9. Un **tratado** es un libro como *Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo* escrito por Galileo Galilei.



Figura 0.10. **Debates** en la asamblea general de la Unión Internacional de Astronomía sobre la definición de planeta en Praga (República Checa), 2006.



Figura 0.11. Una **web** permite compartir información ya ordenada en el modo tradicional para acceder de una forma más rápida sin importar la distancia y si hay un equipo digitalizando antiguos documentos.

La ciencia solo consigue un logro cuando la validez de una afirmación se contrasta con la experiencia. En la consolidación de una teoría, por ejemplo, habrá varias propuestas sobre cuál es la interpretación correcta de un fenómeno de la naturaleza. En las distintas propuestas solemos encontrar:

- La descripción del **fenómeno** o del problema que plantea. Puede ser la descripción de un experimento aislado en un laboratorio o de la observación inserta en la naturaleza. Muchas veces la descripción está condicionada por la instrumentación o el marco conceptual, y debe hacerse notar. Esto permite que otro equipo pueda repetir la investigación comenzando desde el mismo punto.
- La muestra ordenada de los **datos** que corresponden con el fenómeno a estudiar. Debe seguir un método aceptado por el ámbito científico del que se trate (datos numéricos, datos descriptivos...). El registro de los datos; su tratamiento estadístico, si es necesario, o la correlación entre distintas variables. Los cambios de estos datos frente a distintas circunstancias ambientales también son importantes.
- Las **hipótesis** como motivo de la investigación o como resultado de la misma. Permiten explicar el fenómeno. O bien están corroboradas por los datos o bien se apoyan en ellos. La hipótesis puede tener muy diferentes formas, desde un modelo cosmológico a la explicación del comportamiento particular de una variable junto a otra.

La forma en que se expresan estas propuestas es muy variado. Mostramos algunas tradicionales y otras no tanto.

- Un **tratado** suele ser un libro; por tanto, un documento complejo que exige mucho esfuerzo. Tiene como objetivo difundir conclusiones ya admitidas por todos.
- Un **artículo científico (paper)** es una publicación en una revista especializada, periódica o no. Tiene como objetivo mostrar los resultados de una investigación a un grupo de especialistas que están en contacto a través de este tipo de publicaciones. Permite, de un modo bastante ágil, compartir el conocimiento, rebatirse y tomar referencias entre equipos de trabajo que están alejados unos de otros. Es el cauce en el que se da el avance científico.
- Una **ponencia** es un discurso dirigido a un auditorio de especialistas que suele ser a modo de clase magistral. Tiene como objetivo compartir algunos aspectos de una investigación más amplia donde cabe el diálogo y admite cierta flexibilidad en cuanto a las conclusiones.
- En 1991 se puso en marcha el primer servidor **world wide web (www)**. Nació para compartir información científica y técnica entre los especialistas de un mismo centro de investigación, y así sigue utilizándose en diferentes centros. La www se ha convertido en un medio de intercambio de todo tipo de información entre personas de todo el mundo. Actualmente engloba, sin sustituir, a los medios más tradicionales de comunicación científica, pudiendo, por ejemplo, asistir a una ponencia celebrada a miles de kilómetros de distancia a través de videoconferencia.

La comunicación es imprescindible para el desarrollo de cualquier disciplina científica. Como cualquier acto de comunicación exige, por parte del autor, respetar el lenguaje propio y claridad en su exposición y, por parte del receptor, conocer suficientemente el lenguaje común.

5.1. Documento: trabajo de investigación

A lo largo del curso habrá que entregar, incluso exponer, algún trabajo de investigación donde entra en juego la competencia comunicativa. Es tan importante conocer el contenido del trabajo como del método y estrategias para llevarlo a buen término.

Para desarrollarlo y llevarlo adelante podrás acudir a alguna biblioteca. Hoy las TIC ofrecen la posibilidad de acceder a cantidades ingentes de información, sobre casi cualquier tema, en unos pocos segundos. Pero ¿cuál es relevante? Es conveniente que organices tu método de trabajo para no dispersarte y aprovechar tu tiempo al máximo.

1. Centra el tema que desarrollarás

No es solo el título. Es el objetivo que persigue el documento que entregarás, la idea que lo motiva.

2. Elabora un borrador de índice

Echa un vistazo a algunas fuentes de información (enciclopedias, libros de texto, Internet) y elabora un índice que permita organizar los contenidos que pretendes plasmar.

3. Repartid las tareas

Si trabajas en grupo, deberéis repartir tareas para localizar información más completa sobre cada apartado del índice. Incluso con un calendario de trabajo que todos, estando de acuerdo, debéis cumplir. Luego las tareas se han de coordinar trabajando en grupo.

4. Busca información detallada en diversas fuentes

- Enciclopedias, libros de texto y libros de divulgación tienen contenidos bien organizados. Si conoces a algún experto, te puede asesorar para iniciar la búsqueda.
- Internet es una fuente tremendamente versátil. Pero ten cuidado en seleccionar fuentes fiables.
 - Busca en alguna **enciclopedia online** datos útiles, tablas o definiciones.
 - Al usar motores de búsqueda, como Google, emplea **opciones avanzadas de búsqueda** para localizar la información. Evita usar términos demasiado generales, como *universo*. Para localizar información de un científico o una película escribe el nombre entre comillas. Por ejemplo, si buscas *Kepler* localizarás información sobre el astrónomo, pero también sobre un telescopio espacial que lleva su nombre. Es mejor buscar «*Johannes Kepler*».
 - Elige **fuentes de información reconocidas**. Por ejemplo, para temas de astronomía son muy adecuadas las páginas de la NASA o la ESA.
 - Los **buscadores** de imágenes, como Bing Imágenes o Google Imágenes, permiten localizar esquemas, dibujos y fotografías.

- Los **portales de vídeo**, como YouTube o Vimeo, alojan miles de vídeos interesantes relacionados con la divulgación de la ciencia que pueden ser útiles.
- Para comprender mejor algunos conceptos, como el movimiento de los planetas, es interesante buscar **animaciones o applets**. Incluye estos términos en tus búsquedas.

5. Usa las TIC para elaborar tu trabajo

- Usa procesadores de textos o aplicaciones para crear presentaciones para elaborar informes o presentar los resultados del trabajo.
- No copies la información que has localizado. Comprende lo que escribes, emplea tus propias palabras.
- Intenta resumir y esquematizar, sobre todo si presentas tu trabajo en clase. Las imágenes y los esquemas se recuerdan mejor que las largas definiciones.
- Si utilizas imágenes, vídeos o animaciones, cita la fuente o el autor.

6. Incluye una bibliografía

Debes agregar un listado con los libros consultados y los enlaces a las páginas web que has visitado.

7. Repasa el contenido

En tu trabajo debe aparecer:

1. Título.
2. Autor o autores.
3. Índice con números de página.
4. Contenido (el índice desarrollado).
5. Bibliografía.

8. Prepara la presentación

La presentación puede ser un documento en papel, un póster, un conjunto de documentos digitales, una exposición oral... Recuerda que para llevar adelante el trabajo las TIC son herramientas, no son un fin en sí mismas, más bien algo que te puede ayudar.

En una exposición oral debes ensayar, medir el tiempo de la exposición y, si se trata de un trabajo en grupo, compartir espacios y tareas durante la exposición para que quede claro que ha sido un trabajo conjunto.



Extraer e interpretar la información de un texto científico

- 2** Lee el extracto del informe de la Academia Sueca de Ciencias, publicado en octubre de 2011, que justifica el Premio Nobel de Química de aquel año. Extrae la información relevante y explica qué es lo que el autor está comunicando.

Sven Lidin, Miembro del Comité Nobel para Química.

El descubrimiento de los cuasicristales

[...] Desde el trabajo de Abbé Haüy en 1784, donde mostró que la repetición periódica de paralelepípedos idénticos (*moléculas integrantes*, conocidas hoy como celdas unidad) puede ser usada para explicar la forma externa de los cristales, esta ordenación de largo alcance supone una vinculación inseparable con la periodicidad de traslación. Por lo tanto, la definición clásica de un cristal es como sigue: «Un cristal es una sustancia en la que los constituyentes, átomos, moléculas, o iones, se empaquetan con ordenamiento regular, repitiendo un patrón tridimensional».

[...] Una de las características más llamativas de los cristales es su simetría espacial en grupo. [...] Muchas operaciones de simetría local, incompatibles con la simetría de traslación, aún pueden construirse con reuniones aisladas de moléculas. Entre los ejes de simetría. Los ejes de simetría de 2, 3, 4 y 6 órdenes de rotación están permitidos, mientras que los de 5 o 7, y todos los mayores, no están permitidos. ... dos ejes de simetría de orden de rotación 5 en paralelo claramente no pueden coexistir.

En un artículo precursor publicado en noviembre de 1984, con aleaciones de rápida solidificación de Al con 10-14% de Mn se mostró, por medio de difracción de electrones, que poseen simetría icosaédrica combinada en una ordenación de largo alcance, en clara violación de los resultados anteriores. [...]

El fenómeno fue bautizado enseguida con «cuasicristalinidad» por Levine y Steinhardt en un artículo que apareció apenas cinco semanas después (24 de diciembre 1984). Claramente, la antigua definición de cristalinidad era insuficiente para cubrir esta nueva clase de

sólidos ordenados, y como consecuencia, la definición de «cristal» dado por la Unión Internacional de Cristalografía se cambió.

Aunque las definiciones formales pueden ser más o menos importantes para la ciencia, ésta es interesante porque no hace ningún intento en definir el concepto de «cristal» directamente, sino que ofrece una definición operativa basada en el patrón de difracción del material: «Por “cristal” se entiende cualquier sólido que tiene un diagrama de difracción esencialmente discreto». [...]

Un cuasicristal es un material que muestra en un experimento de difracción una ordenación de largo alcance y, sin embargo no tiene periodicidad de traslación. [...] En lugar de la periodicidad de traslación, los cuasicristales exhiben otra propiedad de intrigante simetría, la auto-similitud por escala. [...]

La pregunta natural que surge rápidamente del descubrimiento de los cuasicristales es «¿Dónde están los átomos?». Hay varias maneras de obtener información acerca de la localización, basadas en técnicas de microscopía y difracción. [...]

[...] son típicamente materiales duros y frágiles con propiedades de transporte inusuales y energías superficiales muy bajas. [...] En los cuasicristales, [...] hay comportamientos más parecidos a los [...] vidrios. La baja energía superficial hace a los cuasicristales resistentes a la corrosión y a la adhesión y les proporciona bajos coeficientes de fricción.

Los primeros cuasicristales descubiertos por Dan Shechtman fueron aleaciones sintéticas, [...]. Muy recientemente, el mineral cuasicristalino de origen natural icosaédrico se ha identificado en una muestra del río Jatyrka en Chujotka, Rusia.

SOLUCIÓN

1. Comprende el enunciado.

Dispones de un texto que hay que comprender. Debes destacar la información relevante y explicarlo.



2. Lee el texto y señala el vocabulario nuevo.

En la lectura del texto encontrarás nuevos conceptos. Extrae estos conceptos desconocidos para ti, busca su significado en algún diccionario o publicación relacionada con la materia. Algunos de estos pueden ser:

Celda unidad. Cada bloque que se repite en un cristal, el tamaño viene dado por la longitud de sus tres aristas, y la forma por el valor de los ángulos entre dichas aristas.

Icosaédrica. Relativa al poliedro regular convexo de 20 caras, cada una de sus caras es un triángulo equilátero.



3. Extrae la idea principal de cada párrafo.

Hay dos párrafos en los que se expone la definición de cristal, una es la clásica del siglo XVIII y la otra la nueva definición a partir de este nuevo descubrimiento.



4. Explica lo que los autores quieren decir.

La organización del texto en párrafos debe permitir distinguir las ideas relevantes y su organización.

El autor expone cómo el descubrimiento de los cuasicristales por Dan Shechtman ha supuesto una nueva perspectiva sobre qué es un cristal y qué no lo es.

Muestra cómo al comienzo histórico de la cristalografía, la perspectiva clásica de la geométrica en esta disciplina obliga a clasificar los cristales dentro de combinaciones posibles. Las combinaciones imposibles quedan fuera.

Ante las evidencias de empaquetamientos de átomos que contradicen las normas de la perspectiva clásica, Dan Schechtman cambió el punto de vista y abrió la disciplina a una nueva conceptualización de la cristalografía.

5. Evalúa tu trabajo.

Has de comprobar antes de terminar si has dejado algo sin comprender para confeccionar un listado de preguntas provocadas por la lectura del texto.



Desarrollar y defender un trabajo de investigación

3 Investiga sobre el sistema energético y los diferentes modelos energéticos que hay.

SOLUCIÓN

1. Comprende el enunciado.

Siempre hay que leer con atención el enunciado de cualquier encargo.

Sistema. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto, para nosotros el objeto es la obtención de energía. Así que nos encontramos con varios elementos que se relacionan entre sí, hay que buscar cuáles son.

Modelo. En este caso se refiere al esquema teórico de un sistema complejo que permita comprenderlo mejor. Para nosotros el sistema energético es ese sistema complejo. Así, una misma realidad puede explicarse con varios modelos.

El trabajo consistirá en describir varios de los esquemas teóricos que permiten comprender mejor el sistema energético.

2. Busca información.

Cada vez es más habitual disponer de un acceso a Internet a través del cual acceder a diferentes soportes de información. Con un motor de búsqueda, al introducir en la barra de búsqueda «modelos energéticos» (con las comillas lo busca como una sola palabra), podemos localizar algunas web que traten el asunto.

Pero no debemos quedarnos solo en eso. Habrá instituciones, públicas o privadas, que en sus archivos dispongan de documentos interesantes para nuestra investigación. Acceder a ellos será fácil si estos documentos están disponibles en la red.

3. Centra el tema.

Cualquier análisis de la realidad se hace desde un marco teórico. Todos los marcos teóricos para el sistema energético suponen que para obtener energía necesitamos de alguna fuente de energía.

Estas fuentes se encuentran en la naturaleza y el ser humano ha sabido aprovecharlas. Desde la Antigüedad la fuerza del viento, para el transporte en navegación. Hoy en día, la minería extractiva pone al alcance materiales combustibles que se almacenan y distribuyen a los consumidores, ya sean domésticos o industriales.

Podemos analizar si estos materiales son más o menos accesibles, para quién está accesible..., según un modelo u otro. También analiza si hay algún uso prioritario de la energía según cada modelo.

4. Elabora un índice.

Su objetivo es encauzar los esfuerzos y tener claro que el trabajo que haces va por el buen camino. Y debe ser a la vez flexible para incluir aspectos que surjan durante la investigación, como eliminar o añadir algún apartado.

Si te han facilitado un guion, es importante contrastar si tu índice cumple con él antes de comenzar el trabajo para que no haya que deshacerse de trabajo ya hecho.

Una sugerencia puede ser:

1. Introducción. (Donde se explique qué es el sistema energético y qué se entiende por modelo).
2. Elementos del sistema energético:
 - a) Fuentes de energía. (Describir las disponibles).
 - b) Tecnologías para el aprovechamiento de la energía. (Minería, nuevos materiales, aeronáutica...).
 - c) Almacén y distribución de la energía. (Centralizados o no, en manos de quién...).
 - d) Consumo de la energía. (Industrial, transportes, doméstico...).
 - e) Costes del sistema: medioambientales, sociales, económicos, políticos.
3. Combinación de los elementos para la constitución del modelo.
 - a) Modelo A.
 - b) Modelo B.
 - c) ...
4. Conclusiones.
5. Bibliografía.

5. Investiga.

Es el momento más laborioso del trabajo de investigación. Para cada documento que consideres importante debes tomar nota de dónde lo encontraste y quién es su autor, para poder completar la bibliografía.

6. Confecciona el documento a presentar.

Con un procesador de texto o con una aplicación de presentación de diapositivas, editores de vídeo... Es importante que no copies la información sin más, sino que se note que serás capaz de defender el trabajo por ti mismo. Si te expresas con tus propias palabras a la hora de confeccionar el trabajo, podrás contestar las preguntas que te puedan hacer tras tu presentación.

Es mejor un trabajo ilustrado (fotos, dibujos, gráficos, esquemas...) que un trabajo con solo texto.

7. Evalúa tu trabajo.

Busca en tu trabajo si algo ha quedado incompleto o ausente, ¿has completado el índice que inicialmente te propusiste? ¿Qué punto del índice es mejorable? ¿Podrías ampliar con más material si surge alguna pregunta tras tu presentación?



Los números del mundo

No basta con estudiar las teorías de la física y la química (y de cualquier otra ciencia) para saber cómo es el mundo en que vivimos, sino que también hay una serie de datos obtenidos empíricamente que conviene conocer.

El objetivo es, por tanto, dimensionar el universo en el que vivimos. Para ello empleamos órdenes de magnitud, las potencias de 10 en la notación científica. Indicaremos el orden de magnitud con el símbolo de relación: \sim .

Muchas de estas cantidades se conocen con gran precisión –la masa del Sol $(1,98855 \pm 0,00025) \cdot 10^{30}$ kg–, otras solo se pueden estimar a grandes rasgos, como el número de granos de arena en el planeta Tierra. Se trata de hacerse una idea aproximada de ciertos tamaños. Cuando las cantidades no están bien definidas o resulta imposible calcularlas con exactitud pero sí pueden estimarse, son útiles para hacer comparaciones e intentar así imaginar otras cantidades por la referencia que nos podemos hacer.

<p>Masa</p> <p>Sol $\sim 10^{30}$ kg La Tierra $\sim 10^{25}$ kg Un tren $\sim 10^6$ kg Una mascota $\sim 10^1$ kg Grano de arena (fina) $\sim 10^{-7}$ kg Electrón $\sim 10^{-30}$ kg</p>	<p>Tiempo</p> <p>Edad del universo $\sim 10^{17}$ s Edad de la Tierra $\sim 10^{17}$ s (1/3 de la edad del universo) Antigüedad del <i>Homo sapiens</i> $\sim 10^{12}$ s Esperanza de la vida humana $\sim 10^9$ s Un año $\sim 10^7$ s Un día $\sim 10^5$ s Periodo de las microondas $\sim 10^{-9}$ s</p>
<p>Velocidad</p> <p>Luz en el vacío $\sim 10^8$ m/s La Tierra en su órbita $\sim 10^4$ m/s Atleta velocista $\sim 10^1$ m/s</p>	<p>Cantidades</p> <p>Moléculas en un vaso de agua $\sim 10^{25}$ moléculas Granos de arena en todas las playas $\sim 10^{19}$ granos Estrellas en una galaxia $\sim 10^{11}$ estrellas Neuronas en un cerebro humano $\sim 10^{11}$ neuronas Personas en la Tierra $\sim 10^9$ personas</p>
<p>Tamaño</p> <p>Universo observable $\sim 10^{26}$ m Sol $\sim 10^9$ m La Tierra $\sim 10^7$ m Grano de arena (fina) $\sim 10^{-4}$ m Bacteria $\sim 10^{-6}$ m Átomo de hidrógeno $\sim 10^{-10}$ m Protón $\sim 10^{-15}$ m</p>	<p>Distancia</p> <p>Estrella más próxima $\sim 10^{16}$ m Tierra-Plutón $\sim 10^{12}$ m Tierra-Sol $\sim 10^{11}$ m</p>



i INTERPRETA

1. Estima el orden de magnitud de algunas de las medidas más familiares.
 - a) Distancia (en metros): a la casa más próxima, a tu instituto, a una ciudad vecina...
 - b) Masa (en kilogramos): un mueble, un coche, un tren, un edificio...
 - c) Tiempo (en segundos): una canción, un partido de fútbol, una semana, tu edad...

▶ USA LAS TIC

2. Con una hoja de cálculo construye una gráfica que facilite la visualización de los órdenes de magnitud de la magnitud tiempo. Añade tus estimaciones de la actividad 1.c.
3. Consulta los siguientes vínculos para contrastar la información y completarla:
 - <http://www.hawaii.edu/suremath/jsand.html>;
 - <http://www.wolframalpha.com/>;
 - <http://www.physics.umd.edu/perg/fermi/fermi.htm>;
 - <http://hypertextbook.com/facts/>;
 - <http://physics.info/>.