



BLOQUE A

Construyendo ciencia: método, medida y comunicación

Cronometras diez oscilaciones de un péndulo ocho veces y obtienes ocho tiempos distintos. Ninguno es «el bueno»: la ciencia empieza por saber qué hacer con esa dispersión y cómo contarlo con honestidad.

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria

Material en revisión por el autor. Si ves un error, [avísanos](#).



Duración: 6 sesiones · Saberes: A.1–A.5 · Criterios: 1.1, 1.2, 1.3, 4.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2 · Requisitos previos: las ciencias de la ESO; no se presupone Física y Química de 1.º. Esta unidad no trata de un fenómeno concreto, sino de la manera de estudiar cualquiera.



Física, química, biología y geología preguntan cosas distintas, pero comparten un mismo oficio: formular preguntas que los datos puedan responder, medir con instrumentos cuyos límites se conocen, analizar resultados sin forzarlos y comunicarlos de forma que otra persona pueda comprobarlos.



§1

Cómo trabaja la ciencia: preguntas, hipótesis y pruebas

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



De la observación a la pregunta investigable

Toda investigación parte de algo observado que no se entiende del todo. «¿Por qué el péndulo del reloj de la abuela va más lento en verano?» es una buena curiosidad, pero no todavía una pregunta investigable. Lo es cuando se puede responder midiendo: «¿Depende el período de un péndulo de su longitud?».



Una pregunta investigable nombra las magnitudes implicadas y sugiere qué habría que medir para responderla. No existe un único «método científico» de pasos fijos. Las disciplinas trabajan de forma distinta: la astronomía rara vez puede experimentar con su objeto de estudio y se apoya en la observación sistemática;



Hipótesis contrastable

Enunciado provisional que relaciona magnitudes y que predice un resultado observable concreto, de modo que un experimento u observación podría mostrar que es falso. Para contrastar una hipótesis se distinguen tres tipos de variables: Variable independiente: la que se modifica a propósito (la longitud del hilo).



Variables controladas: las que se mantienen constantes para que no interfieran (la masa, la amplitud de la oscilación, el lugar). Si se cambian dos cosas a la vez, no se puede saber cuál causó el efecto.



§ 2

Medir: magnitudes, unidades y el Sistema Internacional

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Magnitud, valor y unidad

Una magnitud es una propiedad que se puede medir: longitud, masa, tiempo, temperatura. Medir es compararla con una unidad, y por eso un resultado tiene siempre dos partes inseparables: un número y una unidad. «El período es 1,43» no significa nada; «1,43 s» sí. El SI y sus constantes.



Mars Climate Orbiter: una sonda perdida por una conversión de unidades

La sonda Mars Climate Orbiter despegó el 11 de diciembre de 1998 y se perdió el 23 de septiembre de 1999, al llegar a Marte. La NASA atribuye la pérdida a un error de navegación: el software de tierra trabajaba con unidades inglesas y el de la nave, con unidades métricas, y nadie tradujo unas a otras.



§ 3

Ninguna medida es exacta: incertidumbre y cifras significativas

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Exactitud y precisión

Dos ideas que en el lenguaje común se confunden: | | Qué describe |
Qué la empeora | |---|---|---| | Exactitud | Cercanía de las medidas
al valor verdadero | Errores sistemáticos (balanza mal tarada, cero
desplazado) y también aleatorios | | Precisión | Cercanía de las
medidas entre sí | Errores aleatorios: reflejos al cronometrar,
vibrac...



la exactitud de cada medida depende a la vez de la veracidad y de la precisión. Un conjunto de medidas puede ser muy preciso y poco exacto: si la balanza marca siempre 2 g de más, repetir la pesada cien veces no corrige nada. Los errores aleatorios se reducen repitiendo y promediando;



Expresión de un resultado

Un resultado experimental se escribe como (valor $\pm$ incertidumbre) unidad, por ejemplo $t = (14,29 \pm 0,03) \text{ s}$. La incertidumbre se da con una cifra significativa (dos si la primera es un 1) y el valor se redondea a la misma posición decimal. Las cifras significativas de un número son las que se conocen con fiabilidad más la primera dudosa.



Al operar: En productos y cocientes, el resultado lleva tantas cifras significativas como el dato que menos tenga: $12,4 \text{ cm} \times 3,1 \text{ cm} = 38 \text{ cm}^2$, no $38,44 \text{ cm}^2$. En sumas y restas, el resultado se redondea a la última posición decimal común: $12,4 + 3,15 = 15,6$. Una calculadora da diez dígitos;



1.1 · El período de un péndulo a partir de ocho medidas

Enunciado Un grupo mide con un cronómetro digital (resolución 0,01 s) el tiempo de 10 oscilaciones completas de un péndulo de 50,7 cm de longitud. Obtiene, en segundos: 14,32 · 14,18 · 14,40 · 14,25 · 14,31 · 14,22 · 14,36 · 14,28 Expresa el tiempo de 10 oscilaciones y el período con su incertidumbre y las cifras significativas correctas,...

1. Valor medio: $\bar{t} = (\text{suma de las 8 medidas}) / 8 = 114,32 \text{ s} / 8 = 14,290 \text{ s}$.
2. Desviación típica: $s = \sqrt{[\sum(t_i - \bar{t})^2 / (n - 1)]} = \sqrt{(0,0370 \text{ s}^2 / 7)} = 0,0727 \text{ s}$.
3. Incertidumbre tipo A: $u_A = s / \sqrt{n} = 0,0727 \text{ s} / \sqrt{8} = 0,0257 \text{ s}$.
4. Incertidumbre tipo B: $u_B = 0,01 \text{ s} / \sqrt{12} = 0,0029 \text{ s}$. Es casi nueve veces menor que u_A : domina la dispersión de las medidas (poner en marcha y parar el cronómetro a mano), no la resolución del aparato.
5. Incertidumbre combinada: $u = \sqrt{(0,0257^2 + 0,0029^2)} \text{ s} = 0,0259 \text{ s} \approx 0,03 \text{ s}$.
6. Resultado: $t_{10} = (14,29 \pm 0,03) \text{ s}$. Incertidumbre relativa: $0,0259 / 14,29 = 0,18 \%$.



§ 4

Analizar resultados y revisar conclusiones

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Tablas y gráficas

Los datos se recogen en tablas con la magnitud y su unidad en la cabecera, no en cada celda. La gráfica muestra la relación entre variables: la independiente en el eje horizontal, la dependiente en el vertical, con escalas que aprovechen el papel y, si se puede, barras de incertidumbre.



Muchas relaciones de la naturaleza no son lineales, pero se pueden linealizar. El período del péndulo no es proporcional a la longitud, pero su cuadrado sí: $T^2 = (4\pi^2/g) \cdot L$. Representar T^2 frente a L da una recta cuya pendiente permite calcular g , que es lo que se hace en la práctica de esta unidad.



Neutrinos «más rápidos que la luz»: un cable mal conectado

El 23 de septiembre de 2011, el experimento OPERA, en el laboratorio italiano de Gran Sasso, anunció que los neutrinos enviados desde el CERN llegaban antes de lo que permite la velocidad de la luz. La propia colaboración pidió comprobaciones independientes.



§ 5

Información científica: fuentes, comunicación y personas

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Fuentes veraces

No toda la información tiene el mismo valor. Una fuente primaria presenta datos originales: un artículo de investigación, una base de datos oficial, un informe técnico. Una fuente secundaria los resume o interpreta: un manual, una noticia, una enciclopedia.



Henrietta Leavitt y la regla para medir el universo

A principios del siglo XX, el observatorio de la Universidad de Harvard empleaba a un grupo de mujeres para analizar placas fotográficas del cielo. Una de ellas, Henrietta Swan Leavitt, estudió estrellas variables de la Pequeña Nube de Magallanes y encontró que cuanto más largo es su período de variación, más brillantes son.

Hasta aquí la teoría

Continúa en el libro de la unidad.