

1

Física, tecnología, sociedad y medio ambiente

EJERCICIOS PROPUESTOS

1.1 Indica cuáles de las siguientes hipótesis son aceptables para la ciencia, independientemente de que sean verdaderas o falsas.

- a) Las partículas de un cristal desaparecen al disolverse en agua.
 - b) A volumen constante, la presión de una masa de gas aumenta con la temperatura.
 - c) Los astros ejercen una influencia sobre las personas que los científicos nunca podrán medir.
- a) Esta hipótesis es aceptable por la ciencia, ya que es posible su verificación o su falsación (en este caso es falsa).
- b) También es aceptable esta hipótesis para la ciencia (en este caso se puede verificar).
- c) No es aceptable para la ciencia, ya que su propio enunciado supone que nunca se llegará a medir esa supuesta influencia. Es una hipótesis no falsable (es un caso de la típica suposición astrológica).

EJERCICIOS Y PROBLEMAS

LA CIENCIA Y SUS MÉTODOS

1.2 Realiza una crítica al método inductivo empleado por la ciencia para deducir leyes generales a partir de observaciones de fenómenos físicos.

El que un fenómeno se verifique n veces no garantiza que se verifique la vez siguiente. Sin embargo, el método inductivo supone que la verificación de un fenómeno n veces supondrá la verificación en la vez $n+1$.

1.3 Los científicos deducen leyes y teorías suponiendo que la naturaleza tiene un comportamiento previsible. ¿Por qué crees que es necesaria esta suposición? ¿Hay hechos que la avalen?

Precisamente, la validez del método inductivo se basa en suponer la existencia de leyes inmutables en la naturaleza. La experiencia nos indica que esto es así y que la naturaleza tiene leyes que no funcionan como un sistema aleatorio.

1.4 Califica de métodos inductivos o deductivos las siguientes actividades realizadas por científicos.

- a) Observar el espectro de la luz blanca mediante un prisma.
 - b) Leer la temperatura de fusión de una sustancia desconocida para averiguar su naturaleza.
 - c) Comprobar la temperatura de fusión del hielo.
 - d) Recopilar información en internet sobre un determinado experimento.
 - e) Realizar un modelo sobre el comportamiento de un fluido.
- a) Es un método inductivo que supone la repetición de un experimento ya realizado y cuyo resultado se conoce de antemano. Solo se intenta constatar de nuevo su validez.
- b) Es un método deductivo, porque tratamos de particularizar un conocimiento general (la estabilidad de las temperaturas de fusión en las sustancias puras) a un caso particular.
- c) Es inductivo. Solo tratamos de comprobar una repetición de resultados.
- d) Cualquier recopilación general de datos es un procedimiento inductivo.
- e) Los modelos son métodos deductivos.

1.5 Realiza una crítica a la siguiente hipótesis:

“Los átomos están formados por partículas tan pequeñas que los físicos nunca podrán descubrir”.

¿Crees que es una hipótesis aceptable para la ciencia?

Si nunca se pudieran descubrir estas partículas, entonces ¿para qué seguir investigando? La propia hipótesis niega su posibilidad de falsación y, por tanto, no es aceptable para la ciencia.

1.6 Califica de hipótesis, ley o principio a los siguientes enunciados:

- a) **“La fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo (llamada peso) es directamente proporcional a su masa: $Peso = mg$.”**
- b) **“Los cuerpos necesitan de la acción de una fuerza constante para mantener su movimiento.”**
- c) **“La energía interna de un cuerpo varía debido a intercambios con el entorno mediante calor o mediante trabajo.”**
- d) **“La energía total del universo permanece constante.”**
- e) **“Las partículas de un gas se pueden considerar como puntos sin volumen que chocan con una determinada frecuencia.”**

- a) Se trata de la ley de la gravitación universal aplicada al caso terrestre. Se expresa mediante una ecuación matemática.
- b) Es un principio (aunque falso). Se trata de una de las creencias de Aristóteles y que ya Galileo cuestionó. Justamente Newton formuló el primer principio de la dinámica afirmando lo contrario.
- c) Es un principio (el primer principio de la termodinámica)
- d) Es el principio de la conservación de la energía.
- e) Es una hipótesis que sirve para establecer un modelo sencillo de los gases.

1.7 ¿En qué consiste la denominada navaja de Occam? Aplícala a la siguiente hipótesis:

“Las pequeñas luces que vemos moverse entre las estrellas en una noche oscura corresponden a naves de origen extraterrestre que vuelan cerca de la Tierra”.

Consiste en que, de entre la infinita variedad de explicaciones alternativas para los mismos datos experimentales, se considera que la explicación más simple y suficiente es la más probable (aunque no necesariamente la verdadera).

Es evidente que una explicación más probable al fenómeno de las pequeñas luces móviles es suponer que sean luces de aviones o de satélites artificiales (aunque haya una pequeñísima posibilidad de que sean naves extraterrestres).

1.8 El conocimiento científico actual se encuentra enmarcado en grandes teorías que orientan las áreas de investigación.

Cita alguna de estas teorías e indica áreas de investigación de interés actual.

La teoría cuántica, la teoría de la relatividad, la teoría de la evolución, etc., son teorías que han marcado durante mucho tiempo áreas de investigación muy claras.

La línea de investigación en nuevos materiales es un área que ha recibido un gran interés en los últimos años, y una parte de esta línea de investigación ha surgido a raíz de la teoría cuántica.

EVOLUCIÓN DE LOS CONCEPTOS FÍSICOS

1.9 Desde el siglo XIX se sabe que el calor y el trabajo no son formas de la energía, sino métodos para transferir energía a los cuerpos. Indica en qué sentido deben utilizarse las siguientes expresiones.

- a) **Energía interna.**
- b) **Cantidad de calor.**
- c) **Energía térmica.**
- d) **Energía calorífica.**

- a) La energía interna es la suma de la energía que contienen las partículas de un cuerpo, consideradas de forma individual. Se suele suponer que es la suma de la energía térmica (cinética) y de la energía química (potencial). La energía interna de un sistema se intercambia con el entorno mediante trabajo o calor.
- b) Es un término equívoco que tiene su origen en la teoría del calórico. Sin embargo, se sigue usando como sinónimo de cantidad de energía intercambiada.
- c) La energía térmica es una parte de la energía interna asociada al movimiento de las partículas de un cuerpo debido a la temperatura a la que se encuentran. Esta energía se puede intercambiar en forma de calor con su entorno.
- d) Es un término equívoco aunque bastante utilizado. Debe entenderse como un sinónimo de energía térmica.

1.10 Indica dos unificaciones importantes en la historia de la física, que hayan supuesto un cambio de paradigma dentro de esta ciencia. Relaciona esas unificaciones con algún científico relevante de su época.

La gravitación universal. Enunciada por el físico inglés Isaac Newton en el siglo XVII. Según esta teoría, tanto el movimiento de los astros como la caída de los cuerpos están gobernados por un solo tipo de fuerza, llamada fuerza de la gravedad.

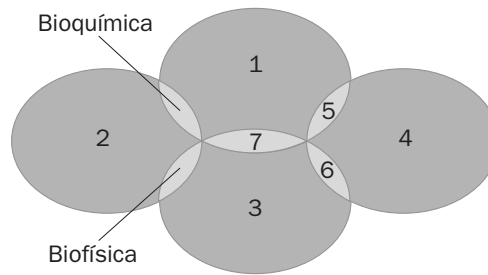
Unificaciones espacio-tiempo y masa-energía. Propuestas por el físico alemán A. Einstein. En su teoría de la relatividad se abandonan las ideas de espacio y tiempo absolutos utilizados por Newton en la descripción del movimiento de los cuerpos y se sustituyen por el llamado "continuo espacio-tiempo". Según esta teoría, las masas producen la curvatura de este espacio-tiempo y se establece que la masa y la energía son distintas facetas de un mismo fenómeno.

1.11 Describe el carácter de unificación de las siguientes teorías.

- a) **La teoría de la gravitación universal.**
- b) **El calor y el movimiento térmico.**
- c) **El electromagnetismo.**
- d) **La "dualidad onda-corpúsculo".**

- a) Unifica dentro de la misma explicación fenómenos como la caída de los cuerpos y el movimiento planetario.
- b) Indica que el calor no es un fluido, sino que es, junto con el trabajo, un proceso de transferencia de energía entre cuerpos. Relaciona la energía térmica con el movimiento de las partículas de los cuerpos debido a su temperatura.
- c) Explica los fenómenos eléctricos y magnéticos como aspectos distintos de una sola fuerza, la llamada fuerza electromagnética.
- d) Propone que las partículas en movimiento cuentan, simultáneamente, con un cierto carácter ondulatorio. Esta hipótesis ha sido comprobada en fenómenos como la difracción de electrones o neutrones. Todas estas cuestiones sentaron las bases para el desarrollo de la mecánica cuántica que supone una unificación de los aspectos corpusculares y ondulatorios de los cuerpos.

- 1.12 En el siguiente diagrama, cada área representa una determinada disciplina científica. Completa los nombres representados por cada zona.



1. Química; 2. Biología; 3. Física; 4. Geología; 5. Geoquímica; 6. Geofísica; 7. Fisicoquímica.

- 1.13 La experiencia histórica permite afirmar que habrá nuevas unificaciones que reduzcan tanto el número de partículas fundamentales constituyentes de la materia, como el de fuerzas fundamentales entre ellas.

Busca información sobre el estado actual de las unificaciones en física, en la siguiente dirección:

www.e-sm.net/f2bach13

En la página web, el profesor D. José Aguilar Peris muestra cómo han evolucionado las teorías unificadoras de la física desde su planteamiento hasta su situación actual; se citan “la teoría de la gran unificación” y “la teoría del todo”.

FÍSICA Y TECNOLOGÍA

- 1.14 El láser es un desarrollo tecnológico debido a un conocimiento profundo del comportamiento de la luz y de la electrónica cuántica.

Busca información sobre sus aplicaciones en la dirección de internet:

www.e-sm.net/f2bach14

- a) Indica algunas aplicaciones del láser en oftalmología.
- b) Describe alguna aplicación del láser en investigación científica.
- a) Se emplea en operaciones para resolver miopía y astigmatismo, o en reparaciones de desprendimiento de retina.
- b) Se utilizan en la producción de reacciones químicas ultrarrápidas, medida de fenómenos que transcurren a gran velocidad, producción de fusión nuclear controlada, transmisión de información digital.
- 1.15 Los siguientes apartados muestran un desarrollo tecnológico y la ciencia básica que lo sustenta. Indica si el desarrollo tecnológico ha precedido al desarrollo científico o viceversa.
- a) La máquina de vapor y la termodinámica.
- b) La energía nuclear de fisión y la física del núcleo.
- c) La aviación y la aerodinámica.
- a) En este caso se produjo un desarrollo paralelo y con mutua realimentación entre la termodinámica como ciencia y sus aplicaciones más tempranas, como la máquina de vapor y los motores térmicos.
- b) El conocimiento de la física del núcleo precede a la obtención de energía nuclear de fisión.
- c) El desarrollo de la aerodinámica es previo al de la aviación.

- 1.16 La nanotecnología es una nueva disciplina que se está desarrollando como producto de la unión de muchas disciplinas científicas y avances tecnológicos. Se ocupa de estudiar y fabricar dispositivos de un tamaño dentro de la escala nanotecnológica ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Busca información sobre algunos dispositivos nanotecnológicos en la dirección de internet:

www.e-sm.net/f2bach15

Sistemas como nanomotores térmicos son dispositivos basados en la nanotecnología, así como las múltiples aplicaciones de los nanotubos de carbono.

- 1.17 Uno de los instrumentos más importantes con que cuenta actualmente la nanotecnología es el nuevo microscopio de fuerzas atómicas (AFM).

Busca información sobre él en la dirección de internet:

www.e-sm.net/f2bach16

¿Qué características tiene este instrumento y cómo puede manipular la materia?

Su funcionamiento se basa en la detección de las minúsculas fuerzas atómicas o moleculares de interacción entre una punta y la superficie del material a estudiar. Explicado de forma sencilla, se trata de una aguja minúscula (de apenas 5 nanómetros) que recorre la superficie de un material y mide la fuerza con que interaccionan los átomos de la punta con los átomos del material estudiado. Además, con la punta pueden cogerse, moverse y desplazar a voluntad los átomos.

FÍSICA Y SOCIEDAD

- 1.18 El siguiente texto pertenece al libro *De la fisión del átomo a la bomba de hidrógeno. Recuerdos de un físico nuclear*, escrito por el físico Otto R. Frisch, y en él se describe la primera explosión nuclear provocada por el ser humano, que dio comienzo a la denominada “era nuclear”:

“A principios de julio nos desplazamos todos en coches y autobuses al lugar de la prueba, cuyo nombre en clave era Trinity, en el desierto cerca de Alamogordo, conocido también por la Jornada de la Muerte. No era un desierto propiamente dicho, sino un paisaje muy seco con cactus y vegetación muy rara y una variedad asombrosa de artrópodos, algunos de ellos desagradablemente peligrosos, al decir de la gente, como una tarántula que alguien había cogido y metido en un frasco de cristal.

Vivíamos en grandes tiendas de campaña y permanecimos allí durante períodos variables (una semana en mi caso) mientras se hacían los preparativos. En el lugar de la prueba se alzaba una torre de acero de 30 metros de altura, sobre la que se montaría en su momento el artefacto explosivo (no una bomba, porque le faltaba la carcasa aerodinámica). Cuando por fin llegó y la izaron, yo estaba allí, al pie de la torre, con George Kistiakowski (nuestro máximo experto en explosivos).

¿A cuánta distancia, le pregunté, tendríamos que estar para hallarnos a salvo en caso de que explotara? Probablemente a unas diez millas, contestó. En ese caso da igual que nos quedemos y disfrutemos del espectáculo, le dije. En realidad no había peligro alguno, porque le faltaba el detonador; esa operación se dejaba para el último momento.

Cuando al fin llegó el día señalado, cambió el tiempo y se desataron tormentas en las proximidades. Había motivos para temer que un rayo provocara prematuramente la explosión, aparte de que muchas de las mediciones se hubiesen echado a perder si el tiempo no era claro y despejado. Así que hubo que esperar. Algunos de los peces gordos se alojaron en un búnker a solo diez millas de distancia, mientras que a la mayoría de nosotros nos llevaron a un punto situado a 25 millas al aire libre.

Estuvimos sentados por allí toda la noche a la espera de que el tiempo mejorara. Yo dormí algunas horas en el coche, despertándome cada vez que decían algo por el altavoz (entre medias, había música de baile). Finalmente, anunciaron que se iniciaba la cuenta atrás; faltaban minutos para la explosión. Para entonces despuntaba ya el alba.

Salí del coche y estuve escuchando la cuenta atrás. Cuando llegó el último minuto busqué mis gafas negras pero no pude encontrarlas. Me senté en el suelo (por si la onda expansiva nos pasaba por encima), me tapé los oídos con las manos y dirigí la mirada en dirección opuesta a la de la explosión mientras oía el final de la cuenta: cinco, cuatro, tres, dos, uno...

Y entonces, sin percibirse sonido alguno, dio la sensación de que había salido el sol. Las dunas en el borde del desierto relucieron con una luz muy intensa, casi incolora e informe, que al cabo de un par de segundos empezó a disminuir. Me volví, pero ese pequeño sol que lucía en el horizonte era todavía demasiado brillante para mirarlo de frente, obligándome a guiñar los ojos y mirar a hurtadillas.

Al cabo de otros diez segundos, el objeto se había apagado un poco y convertido en algo así como un gigantesco fuego de petróleo con una estructura que recordaba a una fresa y que ascendió lentamente desde el suelo, con el que permanecía conectado por medio de un largo tronco gris de torbellinos de polvo; me pareció como un elefante al rojo vivo que mantenía el equilibrio sobre el tronco.

A continuación y a medida que la nube de gas caliente se enfrió y perdió su color rojo, se hizo visible un resplandor azul alrededor suyo, una luminiscencia de aire ionizado: una réplica gigantesca de lo que Harry Daghlían vio cuando su montaje se hizo crítico y fue lo que firmó su sentencia de muerte. El objeto, que ahora tenía claramente la forma de hongo que hoy todos conocemos, dejó de ascender, mientras un segundo hongo empezó a crecer por la parte superior; las capas interiores del gas se mantenían calientes por la radiactividad y, al estar a mayor temperatura que el resto, irrumpían por arriba hasta alturas mayores. El espectáculo fue indescriptible; quien haya visto una explosión atómica jamás lo olvidará”.

a) **¿Qué consecuencias tuvo la existencia de bombas atómicas en los acontecimientos sociopolíticos del siglo xx?**

b) **¿En qué consiste el Tratado de No Proliferación Nuclear? ¿Es España firmante?**

a) La principal consecuencia fue la “guerra fría” que produjo la estrategia de bloques en la segunda mitad del siglo xx. La no agresión directa entre las potencias poseedoras de armas nucleares se basaba en el convencimiento de que no habría vencedores. Sin embargo, se han producidos múltiples conflictos bélicos limitados, usando armas convencionales.

b) Los primeros acuerdos SALT (Strategic Arms Limitation Talks) entre Estados Unidos y la extinta Unión Soviética se firmaron en Moscú en 1972. En ellos se sentaron las bases para la no construcción de nuevos misiles ofensivos estratégicos. En 1979 se firmó una nueva versión de los acuerdos llamada SALT II con el fin de equiparar el número de cabezas nucleares de cada superpotencia. En los últimos años de existencia de la Unión Soviética, y sobre todo con su desaparición en la década de los noventa, las conversaciones sobre desarme nuclear se han intensificado y se han traducido en reducciones significativas de armas nucleares tácticas y estratégicas por parte de Estados Unidos y Rusia.

El Tratado de No Proliferación Nuclear consiste en un compromiso suscrito por más de 150 países que se comprometen a no desarrollar armas atómicas. Actualmente, el llamado “club nuclear” está formado por cinco países que disponen de armas nucleares: Estados Unidos, Rusia, Francia, Inglaterra y China. Otros, como la India y Paquistán, disponen de algunos ingenios nucleares; y otros, como Israel o Sudáfrica, se sospecha que poseen armas nucleares. España es firmante del Tratado de No Proliferación Nuclear.

1.19 A continuación se reproduce un texto de Einstein con opiniones sobre la guerra y otros asuntos de interés.

“Mi participación en la construcción de la bomba atómica se limitó a un único hecho: firmé una carta dirigida al presidente Roosevelt. En ella el énfasis se ponía en la necesidad de preparar experimentos para estudiar la posibilidad de realizar una bomba atómica.

Era consciente del horrendo peligro que la realización de ese intento representaría para la humanidad. Pero la posibilidad de que los alemanes estuvieran trabajando en eso mismo me empujó a dar ese paso.

No me quedó otra salida, aunque siempre he sido un pacifista convencido. Matar en la guerra no es en mi opinión mejor que en un vulgar asesinato.

Pero en tanto que las naciones no se convengan, mientras no rechacen la guerra con acciones comunes y resuelvan sus conflictos y defiendan sus intereses con disposiciones pacíficas basadas en las leyes, se crearán obligadas a prepararse, utilizando todos los medios más terroríficos, para no ser aventajadas por los demás.

Este camino lleva obligatoriamente a la guerra, la cual, en las condiciones actuales, significa la destrucción de la humanidad.

Hoy no tiene sentido protestar contra los armamentos. Solo puede ayudarnos la abolición radical de las guerras y del peligro de guerra. Para ello debemos trabajar; esta debe ser nuestra inquebrantable decisión: luchar contra el origen del mal, no contra sus efectos. Y debemos aceptar lúcidamente esta exigencia. ¡Y qué más da si luego se nos trata de asociales o de utópicos...!

a) **¿Cómo justifica Einstein su participación en la carta al presidente Roosevelt alentando la investigación sobre el armamento atómico?**

b) **¿Cuál es la opinión de Einstein sobre las guerras y su forma de evitarlas?**

c) **En opinión de Einstein, ¿qué sucedería con la fabricación de armas si se pudiesen abolir las guerras y eliminar las causas que las producen?**

a) Por la posibilidad de que Alemania estuviese investigando en el mismo tema.

b) En opinión de Einstein matar en una guerra no es mejor que cualquier asesinato común. Solo la aceptación de leyes y normas internacionales llevaría a la abolición de las guerras.

c) La fabricación de armas sería innecesaria.

FÍSICA Y MEDIO AMBIENTE

1.20 La contaminación térmica es la variación no deseada de la temperatura debido a una concentración de procesos físicos. Se puede producir en el agua o en el aire.

- a) Pon un ejemplo de proceso que produzca contaminación térmica del aire e indica posibles consecuencias de la misma.
- b) Pon un ejemplo de proceso que produzca contaminación térmica del agua e indica posibles consecuencias de la misma.
- a) La utilización masiva de motores térmicos en las ciudades las convierte en "islas de calor". La temperatura en una ciudad es una media de 4 o 5 grados superior que en su entorno. Todos los procesos biológicos se ven afectados tanto por el incremento de temperatura al que están sometidos los seres vivos como por el efecto que tiene en el clima local.
- b) Los sistemas de refrigeración de las centrales térmicas ocasionan el aumento de temperatura de ríos y lagos, con la correspondiente disminución de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Esto puede afectar a los seres vivos que contiene, causando su asfixia.

1.21 La contaminación lumínica se ha definido como el brillo o resplandor de luz en el cielo producido por la difusión y reflexión de la luz artificial en los gases y partículas de la atmósfera.

Este resplandor, producido por la luz que se escapa de las instalaciones de alumbrado de exterior, produce un incremento del brillo del fondo natural del cielo. Al hacerse las observaciones de objetos astronómicos por contraste con el fondo del cielo, un incremento del brillo del fondo disminuye este contraste e impide ver los objetos con un brillo similar o inferior al del fondo.

Entra en la página del Instituto Astronómico de Canarias:

www.e-sm.net/f2bach17

y contesta a las siguientes cuestiones.

- a) ¿De cuántas formas es enviada la luz hacia el cielo?
- b) ¿Cuál es el impacto en el total de la contaminación lumínica de cada una de estas formas?
- c) ¿Qué tipo de lámparas son las más contaminantes desde el punto de vista lumínico y cuáles las menos?
- a) La luz artificial es enviada hacia el cielo de tres formas:
 - Directa, desde la propia fuente de luz (lámpara o bombilla).
 - Por reflexión en las superficies iluminadas.
 - Por refracción en las partículas del aire.
- b) El impacto directo es el más perjudicial. Principalmente es producido por focos o proyectores de grandes áreas, zonas deportivas, puertos, aeropuertos, fachadas de edificios, etc., con elevada inclinación (superior a 20°), donde parte del flujo de la lámpara (bombilla) es enviado directamente sobre el horizonte. Además de contaminar lumínicamente la atmósfera, se produce un importante desperdicio de energía luminosa.

La reflexión tiene un efecto que es 10 veces inferior al del impacto directo y solo tiene importancia cuando se trata de instalaciones de gran tamaño o cuando se encuentran en las proximidades de los observatorios.

El impacto por refracción suele ser despreciable frente a los anteriores, sobre todo en zonas donde hay pocas partículas en suspensión en la atmósfera.
- c) Las lámparas de vapor de mercurio son las más contaminantes debido a que tienen una gran emisión en el ultravioleta, mientras que las de vapor de sodio de alta o de baja presión son las menos contaminantes.

1.22 El “principio de precaución” se aplica a múltiples campos de la actividad humana que puedan tener incidencia sobre el medio ambiente. Dicho principio se puede enunciar como sigue.

"Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costes para impedir la degradación del medio ambiente".

Indica en cuáles de los siguientes campos es aplicable dicho principio.

- a) Instalación de antenas de telefonía móvil.**
- b) Tendidos de líneas de alta tensión.**
- c) Almacenamiento de residuos nucleares de alta actividad.**
- d) Elevación de la temperatura del agua de los ríos que refrigeran centrales térmicas.**

Sí en a) y b); no en c) y d), dado que el daño de residuos nucleares y de la elevación de la temperatura del agua ha sido demostrado científicamente.

1.23 La contaminación acústica es debida a un exceso de ruido ambiental. Dicho ruido produce efectos fisiológicos y psicológicos que afectan a la salud humana. Propón medidas para atajar la contaminación acústica producida por las siguientes fuentes.

- a) Tráfico rodado.**
 - b) Máquinas industriales.**
 - c) Espectáculos públicos.**
- a) Eliminación del tráfico rodado en el interior de las ciudades, empleo de pantallas acústicas en urbanizaciones cercanas a carreteras, uso de asfaltos especiales con mayor absorción de ruido y reducción de la velocidad del tráfico rodado.
 - b) Empleo de protectores acústicos individuales, uso de carenados para el aislamiento individual de las máquinas y limitación de horario de su uso, dado que la sensibilidad humana al ruido es mayor por la noche.
 - c) Realización en recintos cerrados alejados de las viviendas, control de la potencia instalada.

MÉTODOS DE LA CIENCIA

- 1.24 Para determinar la aceleración de la gravedad en un determinado lugar, se dispone de un dinamómetro graduado en centésimas de newton y un conjunto de masas calibradas (su valor se considera exacto). Para cada valor de la masa en kilogramos, se determina su peso con el dinamómetro, obteniéndose la tabla de pares de valores:

$$(m_i, P_i): \{(0,1; 0,98), (0,15; 1,46), (0,2; 1,95), (0,25; 2,46)\}$$

Representa gráficamente estos valores y calcula la gravedad, g , más probable, como pendiente de la recta

$$P = g m$$

ajustada por mínimos cuadrados al conjunto de puntos.

Aplicando un ajuste por mínimos cuadrados, para la obtención de la recta hay que emplear la siguiente expresión:

$$b = \frac{N \sum m_i P_i - \sum m_i \sum P_i}{N \sum m_i^2 - (\sum m_i)^2} \quad a = \frac{\sum P_i - b \sum m_i}{N}$$

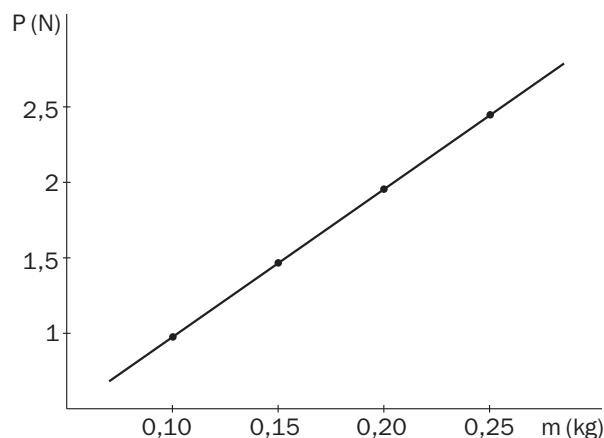
Se realizan los cálculos estadísticos intermedios necesarios para obtener a y b .

m_i (kg)	P_i (N)	m_i^2	$m_i P_i$
0,10	0,98	0,01	0,098
0,15	1,46	0,0225	0,219
0,20	1,95	0,04	0,390
0,25	2,46	0,0625	0,615
$\sum m_i = 0,70$	$\sum P_i = 6,85$	$\sum m_i^2 = 0,135$	$\sum (m_i P_i) = 1,322$

$$b = \frac{4 \cdot 1,322 - 0,70 \cdot 6,85}{4 \cdot 0,135 - 0,70^2} = 9,86 \quad a = \frac{6,85 - 9,86 \cdot 0,7}{4} = -0,013$$

La recta de ajuste será:

$$y = 9,86 x - 0,013$$



1.25 El número de coches vendido por una empresa durante seis años se encuentra reflejado en la tabla adjunta:

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995
N.º coches	1000	1450	2040	2480	2900	3560

- a) Ajusta una recta mediante el método de “mínimos cuadrados” al conjunto de puntos (año, n.º coches).
- b) Estima cuántos coches se venderán en el año 1997.
- c) ¿En qué año se estima que se venderán 12 000 coches?
- a) Llamando x a los años e y al número de coches vendidos, ajustamos a la nube de puntos experimentales una recta del tipo:

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad a = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{N}$$

Se realizan los cálculos estadísticos intermedios necesarios para obtener a y b .

x_i (Año)	y_i (N.º coches)	x_i^2	$x_i y_i$
1990	1000	3 960 100	1 990 000
1991	1450	3 964 081	2 886 950
1992	2040	3 968 064	4 063 680
1993	2480	3 972 049	4 942 640
1994	2900	3 976 036	5 782 600
1995	3560	3 980 025	7 102 200
$\sum x_i = 11 955$	$\sum y_i = 13 430$	$\sum x_i^2 = 23 820 355$	$\sum (x_i y_i) = 26 768 070$

Sustituyendo:

$$b = \frac{6 \cdot 26 768 070 - 11 955 \cdot 13 430}{6 \cdot 23 820 355 - 11 955^2} = 502,6 \quad a = \frac{13 430 - 502,6 \cdot 11 955}{6} = -999 192$$

La recta ajustada por mínimos cuadrados a la nube de puntos es:

$$y = -999 192 + 502,6 x$$

- b) En el año 1997, $x = 1997$, se estima una venta de $y = 4500$ coches.
- c) Una venta estimada de $y = 12 000$ coches ocurrirá en el año $x = 2012$.