

# 100

preguntas de  
**FÍSICA**

¿POR QUÉ VUELAN LOS AVIONES  
DE PAPEL, Y POR QUÉ VUELAN  
LOS DE VERDAD?

Jordi Mazón Bueso





• Colección Cien x 100 – 8 •

# 100 preguntas de física

¿Por qué vuelan los aviones de papel,  
y por qué los de verdad?

Jordi Mazón Bueso

ediciones  
**Lectio**





## ÍNDICE

Prólogo.....	9
1. ¿Qué es un metro? .....	11
2. ¿Qué es un segundo? .....	14
3. ¿Qué es el kilogramo? .....	15
4. El espacio y el tiempo. ¿Qué es el espacio-tiempo? .....	16
5. ¿Es verdad que sólo hay cuatro fuerzas en el Universo?.....	18
6. Sólidos, líquidos, gases, y... ¡plasma!.....	20
7. ¿Qué es la luz? .....	21
8. ¿Una estrella emite luz propia mientras que un planeta sólo la refleja?.....	24
9. ¿Qué diferencia existe entre la temperatura y el calor?.....	26
10. ¿Cuál es la temperatura más baja que puede alcanzar un cuerpo?.....	28
11. ¿Hace frío en el espacio intergaláctico? .....	30
12. ¿Cómo se transmite el calor?.....	31
13. ¿Por qué sentimos frío al tocar una barra de hierro y no si es de madera, si están a la misma temperatura?.....	33
14. ¿Por qué sentimos calorillo si el aire se encuentra a 25 °C, y en cambio sentimos frío cuando nos bañamos en agua a 25 °C? .....	35
15. ¿Hay que cerrar la nevera para que no se escape el aire frío?.....	36
16. ¿Por qué un metal se pone de color rojo cuando se calienta, y no verde?.....	38
17. ¿Por qué las gotas de agua, los planetas y las estrellas son esféricos? ¿Por qué si sentimos frío la postura fetal es la mejor?.....	40
18. ¿Qué es sonido? ¿Oímos todos los sonidos los humanos?.....	42
19. ¿Por qué la luz se transmite por el vacío, y el sonido no? .....	44
20. ¿Cuándo se propaga mejor el sonido, en verano o en invierno? .....	45
21. ¿Por qué podemos distinguir una misma nota musical de diferentes instrumentos musicales? ¿Por qué no oímos dos voces iguales? .....	47
22. ¿Se puede romper una copa de cristal con la voz? .....	49
23. ¿Por qué cuando un coche o una moto se acerca, pasa por delante de nosotros y después se aleja oímos un "¡Brrrrummm!" primero agudo y después grave? .....	51
24. La Guardia Civil y el Big Bang .....	53
25. ¿Por qué los cuerpos son opacos, translúcidos o transparentes? .....	55
26. ¿Podría existir el hombre invisible? .....	57





27. ¿Por qué hay vida en la Tierra?...	59
28. ¿Podría existir vida inteligente fuera de la Tierra? .....	61
29. ¿Qué son los planetas extrasolares? .....	63
30. ¿Existen realmente los ovnis? .....	65
31. ¿Se pueden hacer viajes intergalácticos? .....	68
32. ¿Existe realmente la antimateria? .....	70
33. ¿Por qué hay más materia que antimateria? .....	72
34. Si la masa se puede convertir en energía, ¿la energía se puede transformar en masa? .....	74
35. ¿Se puede viajar a la velocidad de la luz? ¿Y más deprisa? .....	76
36. ¿Qué son los llamados <i>agujeros de gusano</i> ? .....	78
37. ¿Qué son los agujeros negros? .....	80
38. ¿Se puede viajar en el tiempo? .....	82
39. ¿Es muy grande el átomo? ¿Cuántas moléculas de agua caben en un litro? .....	84
40. ¿Existe alguna partícula más pequeña que el electrón? Qué hay dentro del núcleo atómico? .....	86
41. ¿Qué es un acelerador de partículas? .....	88
42. ¿Qué es y para que sirve un sincrotrón? .....	90
43. ¿Son realmente peligrosos los experimentos que se están realizando en el LHC, como dicen algunos? .....	92
44. ¿Qué hay más allá del Universo? .....	94
45. ¿Qué es la nanociencia, o nanotecnología? .....	96
46. ¿Qué aplicaciones futuras se esperan de la nanociencia? .....	98
47. ¿Qué son los nanotubos de carbono? .....	100
48. ¿Por qué vemos las estrellas en forma de estrella, si sabemos que son esféricas, como el Sol? .....	101
49. ¿Por qué la sombra del Sol no es nítida? .....	103
50. ¿Quieres que te explique el secreto de las estrellas...? .....	104
51. ¿Influyen las estrellas y la posición de los planetas en el carácter de las personas? .....	105
52. ¿Por qué despega un avión? .....	107
53. ¿Cuándo despega mejor un avión, en verano o invierno? .....	108
54. ¿Por qué vuelan los aviones de papel? .....	110
55. ¿Por qué se nos acerca a las piernas la cortina de la ducha cuando abrimos el grifo? .....	112
56. ¿Por qué un monoplaza de Fórmula 1 puede correr tanto y tomar las curvas a tanta velocidad? .....	113
57. ¿Por qué el túrmix se adhiere al fondo cuando hacemos puré o mahonesa? .....	114
58. ¿Por qué ondea una bandera? .....	115
59. ¿En qué momento de la liga de fútbol se marcan mejor los goles en rosca? ¿Por qué y cómo se producen estos chutes? .....	116
60. ¿Por qué no podemos caminar sobre el agua? .....	118
61. ¿Pueden los fantasmas atravesar las paredes? .....	120
62. ¿Qué es la masa? .....	121



63. ¿Qué llega antes al suelo, una pelota de 1 kg o una de 100 kg? ..... 123
64. ¿Crecen siempre igual los pelos de la barba? ..... 125
65. ¿Me pone 19,6 *newtons* de manzanas, por favor? ..... 127
66. ¿MMA en lugar de PMA? ..... 129
67. ¿Qué masa tiene un cuerpo en la Luna si en la Tierra tiene una masa de 10 kg? ..... 130
68. Si el autobús acelera hacia adelante, ¿por qué nuestra cabeza se va hacia atrás? ..... 132
69. Atados bien el cinturón de seguridad cuando subáis al coche... ..... 134
70. Si el coche gira a la izquierda, ¿por qué tendimos a irnos hacia la derecha? (¡La fuerza centrífuga no existe!) ..... 136
71. ¿Por qué los ciclistas noveles circulan haciendo "eses"? ..... 138
72. ¿Por qué es tan fácil aguantar el equilibrio de una escoba puesta verticalmente sobre un dedo? ..... 139
73. ¿Por qué no se caen los funámbulos? ¿Por qué llevan consigo una barra larga, o bien estiran los brazos en cruz para aguantar el equilibrio? ..... 140
74. ¿Qué es la cantidad de movimiento de un cuerpo? ..... 142
75. ¿Por qué despegan los cohetes, si no tienen alas? ..... 144
76. ¿Cómo se impulsa un avión? ..... 145
77. ¿Tiene sentido manipular el tubo de escape de una moto, para que así corra más? ..... 146
78. ¿Qué es la energía? ¿Es cierto que ni se crea ni se destruye, que sólo se transforma? ..... 147
79. ¿Por qué dicen que los gatos tienen siete vidas? ..... 149
80. ¿Por qué vemos una cuchara torcida cuando la sumergimos parcialmente en un vaso de agua? ..... 151
81. ¿Por qué a veces vemos aparecer y desaparecer de golpe los peces dentro de un estanque, y no progresivamente? ..... 152
82. ¿Por qué no se hunden los zapateros cuando se posan sobre el agua? ..... 154
83. ¿Por qué los árboles no necesitan corazón para llevar los nutrientes del subsuelo hasta sus hojas? ..... 156
84. ¿Es cierto que la rotación terrestre es la causa de que en el hemisferio norte el agua desagüe en sentido antihorario y en el hemisferio sur en sentido horario? ..... 157
85. Pero entonces, ¿la fuerza de Coriolis afecta o no al movimiento de los objetos? ..... 159
86. ¿El desorden siempre aumenta...? ..... 161
87. ¿Por qué las cosas pasan como pasan, y no al revés? ..... 163
88. El efecto túnel: los fantasmas atómicos sí podrían atravesar las paredes ..... 165
89. ¿Qué es la corriente eléctrica? ¿En qué se diferencia la corriente alterna de la continua? ..... 167
90. ¿Cuántos electrones circulan por un cable? ¿A qué velocidad avanzan? ..... 169
91. ¿Por qué si los electrodomésticos funcionan con corriente continua, la de la red es alterna? ..... 170



Jordi Mazón Bueso

92. ¿Por qué un imán genera un campo magnético? ¿Por qué atrae al hierro y no a la madera? .....	173
93. ¿Existe el monopolo magnético? .....	174
94. ¿Qué es la superconductividad?.....	175
95. ¿Qué es la levitación magnética? ¿Podemos levitar los humanos? .....	177
96. ¿El Barça, <i>més que un club</i> ? .....	178
97. ¿Cómo podemos saber si una bombilla contiene mercurio? (un ejemplo de la importancia del conocimiento y el pensamiento científico ante posiciones dogmáticas).....	180
98. ¿Tienen base científica las populares leyes de Murphy? .....	183
99. ¿Vale la pena correr bajo la lluvia para mojarnos menos?.....	185
100. ¿Cómo podemos medir la altura de un edificio utilizando un barómetro?....	187



## PRÓLOGO

A diferencia de los niños y las niñas, y una buena parte de nuestros estudiantes de secundaria y universidades, los adultos no acostumbramos a dedicar parte de nuestro tiempo a preguntarnos por qué la naturaleza es como es, por qué nuestro Universo es así, qué hay más allá de éste, por qué las cosas suceden como suceden, o cuál es la parte mínima de la materia. Cuestionarse el porqué de las cosas que suceden a nuestro alrededor, de las más sencillas y comunes a las más rebuscadas y complejas, es un hecho propio de la especie humana, el cual hay que fomentar. No existen preguntas estúpidas, quizás estén mal formuladas o sean tediosas, pero todas ellas responden al mismo objetivo de comprender el mundo que nos rodea y deben por tanto ser respetadas y consideradas.

Buena parte de las preguntas que se presentan en este libro son un recopilatorio de algunas de las cuestiones que los alumnos y las alumnas de la ESO, bachillerato y las ingenierías en telecomunicación y aeronáutica me han planteado en algún momento en mis clases durante los últimos 7 años, y responden a esta esencia humana que es la curiosidad para comprender el mundo. A todos ellos y ellas, muchas gracias por preguntar.

La respuesta rigurosa a cualquier pregunta acostumbra a ser el resultado de una investigación que ha seguido el método científico. Esta es la única manera que tenemos los humanos de adquirir conocimiento cierto, de entender el mundo que nos rodea y de luchar contra supersticiones y dogmas de fe, autoritarismos y formas de pensamiento único. En este sentido el libro recoge algunas preguntas que tienen la intención de desmentir *falsas verdades*, como la existencia irrefutable de los ovnis, la influencia de la fuerza de Coriolis como responsable del giro contrario a las agujas del reloj en el desguace





Jordi Mazón Bueso

del agua de una pila en el hemisferio norte, o el descubrimiento de mercurio en las bombillas de la iluminación de un parque a pesar de la negación absoluta de los responsables políticos locales.

Muchas otras podrían haber sido las preguntas aquí expuestas. La física es muy amplia y, como decía el eslogan del año de la física en 2005, "la física es la base de todo". Las que se muestran en esta obra son un ejemplo de aquello que la física estudia y a lo que intenta dar respuesta.

En un país y un momento de la historia en que el conocimiento de las ciencias está bajo mínimos, con un *analfabetismo científico* galopante cuando precisamente la ciencia y la tecnología son la base de nuestra sociedad, resulta clave fomentar la ciencia y el pensamiento científico. Estas *100 preguntas de física* pretenden contribuir a ello.

JORDI MAZÓN BUESO  
Julio del 2012

## 01 / 100

## ¿QUÉ ES UN METRO?

La definición de metro es posiblemente una de las primeras manifestaciones de la globalización. Antes de la definición y universalización de una unidad de medida de longitudes, cada mercado en distintas poblaciones, regiones, países podía tener su propia unidad de medida, y por tanto el comercio entre diferentes mercados era un tanto complejo, incitaba a errores, malentendidos, peleas, incluso la muerte en algunos casos... Y, ¿quién sabe?, quizás hasta el inicio de alguna guerra. En algunas plazas públicas aún se conserva actualmente la referencia de la unidad de medida de longitud que se utilizaba en el mercado, que podía coincidir o no con la de los mercados de otros municipios. Es el caso, por ejemplo, de la vara que aún se conserva en la plaza Mayor del municipio de Calaceite, en Teruel. Con la llegada de la Ilustración, los humanistas de la época quisieron definir una unidad de longitud que fuera válida para todos, objetiva, y romper así con el conjunto de distintas medidas que existían repartidas por todas partes. Se hacía necesaria una unidad universal, a la que llamaron *metro*, que fuera para todos igual. La Academia Nacional de Francia impulsó la iniciativa en el año 1790, con un ambicioso proyecto para medir de la forma más exacta posible la distancia entre el Polo y el Ecuador, con el objetivo de proponer una definición lo más universal y exacta posible, para acabar así con el caos de la multiplicidad de sistemas de medida de longitud. En 1791 la Academia de Ciencias de Francia definió la unidad básica de medida, el metro, como la millonésima parte de la distancia que separa el Polo Norte del Ecuador terrestre. El proyecto se desarrolló con una comisión formada por grandes científicos de la época, como Borda, Condorcet, Lagrange, Lavoisier, Tillet, Laplace, Monge... El día 26 de marzo de 1791 se aprobó definitivamente la definición de metro como la diezmillonésima parte de un cuarto del meridiano terrestre, y a partir de ese día se inició una expedición que debería medir la distancia del

meridiano terrestre. Según la definición propuesta por la Academia, era necesario conocer de la forma más exacta posible la distancia de un cuarto de meridiano terrestre, concretamente la distancia del meridiano que une Dunkerque con Barcelona. Poco antes, con el objetivo de determinar la forma del globo terrestre, ya se había procedido a la medida de otras distancias meridianas, en Laponia y Perú, pero, temiendo que la deformación de la Tierra (achatada por los polos) introdujera errores en la medida, la Academia decidió realizar la medida alrededor de los  $45^\circ$  de latitud. Y una manera fácil fue prolongar el meridiano de París entre Dunkerque ( $51^\circ$ ) y Barcelona ( $42^\circ$ ), del que ya se conocían resultados preliminares y existían posiciones de muchas referencias geodésicas que permitían hacer los cálculos de triangulaciones necesarias. Así pues, Pierre-Francois André Méchain (1744-1804) y Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749-1822) recibieron el encargo de efectuar las medidas geodésicas necesarias. En su tarea, estos científicos recibieron el apoyo de científicos catalanes en sus medidas en Cataluña, entre los cuales cabe destacar a Francesc Salvà i Campillo, ilustre miembro de la Academia de Ciencias y Arte de Barcelona. En su estancia en Barcelona, el 25 de febrero de 1793, Méchain visitó la masía que Salvà i Campillo poseía cerca de Montserrat para observar un eclipse de Luna. Al día siguiente, inspeccionando la nueva bomba hidráulica instalada para el riego de las tierras de Salvà, Méchain sufrió un accidente que lo dejó gravemente herido, inconsciente durante unos días, y con el brazo derecho con movimientos limitados de por vida. Este hecho retrasó 5 meses su tarea de medida del meridiano entre Dunkerque i Barcelona. Mientras se recuperaba del accidente, Méchain se instaló en una fonda de Barcelona. Desde la azotea realizó algunas medidas geodésicas, en el verano de 1793, que contribuyeron a afinar en la definición de *metro*. Actualmente en la ciudad de Barcelona se recuerda la gesta de la medida del arco del meridiano entre Barcelona y Dunkerque en un monumento en el centro de la plaza de las Glòries Catalanes, en la intersección de la Gran Via de les Corts Catalanes, la avenida Diagonal y la avenida de la Meridiana, precisamente llamada así por el meridiano que pasa sobre ésta.

La vara de platino la longitud de la cual responde a la definición de *metro* aún se conserva en el Museo de Medidas y Pesos de París. Durante un par de siglos sirvió como referencia universal de lo que era un metro.

Actualmente, la definición de *metro* es aún más universal y también un tanto más sofisticada: un metro es la longitud de recorrido en el vacío de un rayo de luz en un instante de tiempo equivalente a  $1/299.792.458$  segundos, es decir, aproximadamente  $3,34$  ns ( $0,00000000334$  segundos).

## 02 / 100

### ¿QUÉ ES UN SEGUNDO?

El tiempo es un concepto complejo, difícil de entender. Como decía el filósofo San Agustín: "Si nadie me pregunta qué es el tiempo, comprendo lo que es, pero si me piden que lo defina, no sé qué es".

La medida del tiempo ha ido cambiando a lo largo de la historia, así como la unidad básica de medida del tiempo. Si inicialmente se contaba el tiempo en días o lunas, el descubrimiento de la rotación terrestre sobre su propio eje define las horas, los minutos y los segundos. Hasta el año 1967 el segundo se definía como  $1/86.400$  parte de la duración del día solar medio entre los años 1750 y 1890. Pero a partir de 1968 la definición cambio por una más compleja, pero a la vez exacta: un segundo es la duración de 9.192.631.770 oscilaciones de la onda emitida en la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio a nivel del mar. Esta definición evita que aparezcan desfases en la unidad básica de tiempo provocados por causas astronómicas, como la lenta desaceleración en el movimiento de rotación y traslación de la Tierra, evita ajustes en la unidad cada cierto tiempo y deja claro que el tiempo no es algo absoluto e invariable, sino relativo y cambiante. Efectivamente, el lapso de tiempo de un segundo no es idéntico en todos los sistemas de referencia, sino que depende de la velocidad de éstos. La teoría de la relatividad de Einstein rompió con la idea de un espacio y un tiempo absolutos. El tiempo se ralentiza en los sistemas de referencia que se mueven a alta velocidad, hasta el límite en que el tiempo se detendría si se pudiera alcanzar la velocidad de la luz.

## 03 / 100

## ¿QUÉ ES EL KILOGRAMO?

La unidad de masa en el sistema internacional de unidades es el kilogramo, es decir, 1.000 veces el gramo. Su definición ha sufrido cambios a lo largo de la historia, y ha sido de gran trascendencia en épocas pasadas (y lo es evidentemente en la actualidad). De saber exactamente qué es un kilogramo depende la cantidad de productos que se compran y se venden en un mercado, y por tanto la economía.

La primera definición de *kilogramo* está fechada en la Revolución Francesa, que especificaba que un kilogramo era la cantidad de sustancia (la masa) contenida en un decímetro cúbico (equivalente a un litro) de agua destilada a una atmósfera de presión y a una temperatura de casi 4 °C (exactamente 3,98 °C). Esta temperatura no es un capricho, pues es la que hace máxima la densidad del agua, siendo superior a la densidad de cuando se encuentra a 3,8 y 4 °C.

La complejidad de esta definición, y lo poco práctica que era para ser utilizada para la calibración de los pesos y sistemas de medida de masas, provocó que el año 1889 se cambiara por la definición actual, según la cual un kilogramo es la masa de un prototipo cilíndrico circular de igual altura y diámetro, de 39 mm, compuesto por una mezcla de platino e iridio que se encuentra en la Oficina Internacional de Pesos y Unidades de París. Esta referencia cilíndrica es la base para efectuar diferentes copias que se distribuyen por todas partes, para calibrar lo mejor posible los equipos de medida de masa.



## 04 / 100

### EL ESPACIO Y EL TIEMPO. ¿QUÉ ES EL ESPACIO-TIEMPO?

En nuestra vida cotidiana estamos acostumbrados a tratar con el espacio y el tiempo como dos variables independientes, sin ninguna relación entre si. Localizamos las cosas mediante unas coordenadas espaciales: el paquete de arroz se encuentra en el tercer estante, la oficina se encuentra en la quinta planta de la calle Mayor, etc. A veces hace falta una cuarta coordenada, el tiempo, para acabar de definir un evento: el tren llega a la estación de Atocha (coordenada espacial) a las 16 horas (coordenada temporal). Con el espacio y el tiempo se pueden definir eventos diversos de forma unívoca. Hasta que Albert Einstein no enunció la teoría de la relatividad especial, el espacio y el tiempo se consideraban como variables absolutas e independientes, sin ninguna relación entre ellas. Y de hecho es como normalmente las percibimos, aunque en realidad forman una única estructura llamada *espacio-tiempo*.

La idea esencial de la teoría de la relatividad es que dos observadores que se mueven relativamente uno respecto del otro a una velocidad elevada, no despreciable respecto a la velocidad de la luz (casi 300.000 km/s en el vacío y el aire), miden tiempos y distancias diferentes para un mismo evento o fenómeno. Es decir, la percepción de las dimensiones espaciales y temporales depende del movimiento del observador. Esto es así porque la velocidad de la luz es independiente del sistema de referencia, es decir, que siempre tiene el mismo valor independientemente de la velocidad a la que se desplace el observador. Esto hace que el espacio y el tiempo sean flexibles y se amolden para que esta velocidad de la luz tenga siempre el mismo valor. Es decir, si desde tierra parados encendemos una linterna y se libera un haz de luz, éste se aleja de nosotros a 300.000 km/s, y por



lo tanto recorre en un segundo la distancia de 300.000 km. Si ahora encendemos la linterna dentro de un vagón de tren imaginario que estuviera viajando a una velocidad cercana a la de la luz, el haz de luz se alejaría de nosotros a la velocidad de 300.000 km/h, aunque nosotros viajáramos a una velocidad cercana a ésta... Dado que la velocidad de la luz es constante, siempre tiene el mismo valor, la única manera de entender esto es aceptando que la distancia que viaja la luz en este segundo es más corta, y que el tiempo (este segundo) es un tiempo más largo dentro del vagón.

Hermann Minkowski, profesor de Einstein, dio estructura matemática a este entramado inseparable de espacio y de tiempo, al que llamó *espacio-tiempo*. Hoy en día sabemos que el espacio-tiempo es una estructura que se deforma bajo campos intensos, y que incluso se puede romper, formando los llamados *agujeros de gusano*..., pero eso lo dejamos para más adelante.