

DAVID DARLING

UN VIAJE A TRAVÉS
DEL ESPACIO Y EL TIEMPO
PARA DAR CON EL ...

¡BUUUUM!

MÁS GRANDE, MÁS PEQUEÑO, MÁS PEGAJOSO,
MÁS RUIDOSO, MÁS SILENCIOSO,
MÁS RÁPIDO, MÁS LENTO, MÁS PESADO
Y MÁS BRILLANTE

**LA CIENCIA
DE LOS EXTREMOS**

PAIDÓS

DAVID DARLING

¡BUUUM!

La ciencia de los extremos

Traducción de Ana Pedrero

PAIDÓS Contextos

Título original: *Ka-Boom! The Science of Extremes*, de David Darling
Esta traducción ha sido publicada por acuerdo con Oneworld Publications.

1.^a edición, noviembre de 2024

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor.
La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías.

Al comprar este libro estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.

En Grupo Planeta agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan seguir desempeñando su labor.

Dirígete a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesitas fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puedes contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

© David Darling, 2024

© de la traducción, Ana Pedrero Verge, 2024

© de todas las ediciones en castellano,

Editorial Planeta, S. A., 2024

Paidós es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.

Avda. Diagonal, 662-664

08034 Barcelona, España

www.paidos.com

www.planetadelibros.com

ISBN: 978-84-493-4307-0

Maquetación: Realización Planeta

Depósito legal: B. 17.543-2024

Impresión y encuadernación en Gómez Aparicio Grupo Gráfico

Impreso en España – *Printed in Spain*



SUMARIO

Introducción.....	9
-------------------	---

FÍSICA

1. Gravísimo.....	13
2. Qué leento.....	18
3. Brillos.....	23
4. ¡Silencio!.....	29
5. Hasta el once.....	34
6. Rozando los 0 K.....	40
7. La cosa está que arde.....	45
8. Las esferas.....	50
9. Pelotas y más pelotas.....	55
10. ¿Cuántos teslas tienes?.....	59
11. Alto ahí.....	64
12. La persistencia del sonido.....	68
13. Menudo subidón.....	73

ESPACIO

14. Megamundos.....	81
15. Superestrellas estelares.....	86
16. Grandes noticias.....	90

17. Muy muy lejos.	95
18. ¡Buum!	100
19. Carreras por el cosmos.	105

MATERIALES

20. Pero mira que estás espeso.	113
21. Negro	118
22. Reflejos y reflexiones	124
23. Resbalones	129
24. Fluir a cámara lenta	134
25. El veneno más letal.	137
26. Qué dulce eres	143
27. Asuntos pegajosos	148
28. ¡Puaj!	153
29. Casi nada.	158
30. Burbujas: bizarras, vastas y bonitas	162
31. Ácidos	167
32. Más claro que el agua.	172
33. Qué raro	178

TECNOLOGÍA

34. El ordenador más rápido del mundo.	185
35. El límite es el cielo	191
36. Mecanismos fascinantes	196
37. A toda pastilla.	201

NATURALEZA

38. Pocos y muchos	209
39. Descensos	213
40. Cosas de la edad.	219
41. Pequeñitos	223

42. Cuestión de sensibilidades	228
43. Erupciones	233
44. El síndrome de Matusalén	239
45. Grandes supervivientes	244
 Conclusión	 251
Agradecimientos.	253
Créditos de las imágenes	255
Notas.	259
Índice onomástico y de materias	275

CAPÍTULO

1

Gravísimo

Si intentas imitar la nota más grave de un piano de cola, no conseguirás ni acercarte. Ahora, imagina cómo sería dar una nota a un tono que esté todo un teclado de distancia más grave. El cantante estadounidense Tim Storms no tiene que imaginárselo, porque tiene el Récord Guinness de la voz más grave de la Tierra.¹ El 30 de marzo de 2012, emitió un sonido algo más de siete octavas por debajo de la nota más grave de un piano de cola. El sonido era tan grave —de apenas 0,189 hercios (o ciclos por segundo)— que sus cuerdas vocales, el doble de largas que las del hombre adulto medio, vibraban solo una vez cada cinco segundos. Y con ello se adentró de lleno en el rango de sonidos infrasónicos, el cual abarca los sonidos inferiores a 20 hercios y el oído humano es incapaz de detectar.

Aunque por razones obvias la mayoría de los instrumentos musicales no están diseñados para que suenen fuera de nuestro espectro auditivo, algunos pueden emitir notas infrasónicas. Uno de ellos es el octabajo, una versión gigantesca del contrabajo.

El primer octabajo se construyó en París, cerca del año 1750, y ahora está expuesto en el Musée de la Musique. Mide 3,5 metros de altura y cuenta con tres cuerdas y un sistema de palancas y pedales que están conectados a las abrazaderas metálicas del mástil y permiten al intérprete sacar las notas necesarias con un arco de la forma convencional. En el mundo solo hay cuatro octabajos que funcionen, y solo uno, que es propiedad de la Montreal Symphony Orchestra, se utiliza en conciertos.² La cuerda al aire más grave del instrumento de Montreal da la nota la_0 , con una frecuencia de 27,5 hercios, pero el octaba-

jo del Musical Instrument Museum de Phoenix, Arizona, al que se le han añadido cuerdas metálicas modernas, se ha afinado de modo que emita un do_0 como nota más grave (la cual equivale a 16,4 hercios), ya en el rango infrasónico.

Los órganos de gran tamaño pueden alcanzar un do_{-1} , u 8 hercios, lo cual podría parecer inútil. Sin embargo, que no podamos oír algo no significa que no nos afecte. En 2002, se llevó a cabo un experimento en vivo bajo el título de «Música sin sonido» que pretendía explorar los efectos psicológicos de los infrasonidos.³

Con el pretexto de dar un concierto de sonidos electrónicos y graves variados, los responsables del experimento incluyeron un generador de sonidos infrasónicos al conjunto, y luego pidieron a los miembros del público que describiesen lo que habían sentido. Muchos expresaron sensaciones de ansiedad e inquietud, así como frío y cosquilleos. Es fácil ver, pues, que en el contexto de una iglesia o de una catedral las notas más graves del órgano podrían evocar una reacción emocional parecida que podría interpretarse como un poder sobrenatural o espiritual.



El octabaja de la Montreal Symphony Orchestra.

El científico francés Vladimir Gavreau se convirtió en un pionero de la investigación de los infrasonidos tras su inesperado encuentro con los sonidos ultragraves en 1957. Estaba trabajando en un gran edificio de hormigón junto con su equipo de ingenieros acústicos cuando el grupo empezó a experimentar unos episodios de náuseas que inicialmente achacaron a los humos de las sustancias químicas o a algún patógeno presente en el aire. Tras semanas de investigación, se descubrió el verdadero origen del problema: un motor de baja velocidad que estaba flojo. El equipo construyó un equipo especial para detectar las vibraciones del motor y finalmente se vio que las causantes de sus náuseas eran unas ondas infrasónicas de una frecuencia de 7 hercios. Dichas ondas, emitidas por el motor, inducían una resonancia en los conductos y en la estructura del edificio que amplificaba el sonido original y generaba aquellos efectos fisiológicos tan desagradables. El descubrimiento dio lugar a una oleada de estudios sobre la acústica de los edificios en el régimen de las frecuencias ultrabajas. Actualmente se llevan a cabo pruebas rutinarias para eliminar cualquier resonancia infrasónica en todo proyecto arquitectónico, se insonorizan los espacios que lo requieren y se emplean materiales con propiedades sónicas especiales.

Mientras que los límites típicos del oído humano oscilan entre los 20 y los 20.000 hercios y dependen enormemente de la persona y de su edad, algunos animales son capaces de oír sonidos mucho más graves (y agudos) que nosotros. Debido a sus colosales orejas y cuerpos, no es de extrañar que los elefantes estén entre los pesos pesados del ámbito de las bajas frecuencias, ya que pueden detectar y emitir sonidos de 16 o incluso 12 hercios. Los ultrasonidos recorren grandes distancias sin atenuarse demasiado, de ahí que estos paquidermos los utilicen para comunicarse a largas distancias. Esto podría explicar por qué los grupos de elefantes separados por kilómetros son capaces de avanzar por caminos paralelos, cambiar de dirección a la vez y acercarse para encontrarse. Eso sí, son las ballenas barbadas, como la ballena azul, quienes llevan la comunicación infrasónica al extremo. Sus vocalizaciones de tonos graves son detectables a lo largo y ancho de áreas tan extensas como una cuenca oceánica.

Lo que ya no es tan evidente es que los hurones, las carpas doradas y algunos tipos de aves sean capaces de detectar infrasonidos. Se

han llevado a cabo estudios con palomas mensajeras que han demostrado que pueden reaccionar ante frecuencias que llegan hasta los 0,05 hercios. Parece ser que utilizan los infrasonidos generados por fenómenos naturales y que reverberan por la tierra y la atmósfera para orientarse. Por eso se desorientan cuando la geografía de un lugar o ciertas condiciones atmosféricas temporales, como la inversión térmica, interfieren en la transmisión de infrasonidos.⁴

Las tormentas, los aludes, los volcanes, las grandes olas oceánicas, los terremotos y las tormentas geomagnéticas son algunos de los fenómenos naturales intensos que generan ondas infrasónicas. Los animales pueden detectar estos sonidos, que viajan rápidamente por la Tierra, antes de que ocurra una catástrofe inminente, actuando así como una alarma que avisa de que se acerca algo destructivo.⁵ La primera referencia que se conserva de este tipo de comportamiento animal se remonta a la Grecia del año 373 a. e. c., cuando se observó que las ratas, las comadreas, las serpientes e incluso los milpiés huían de sus hogares y buscaban refugio antes de un terremoto devastador. En China, en el invierno de 1975, se predijo la llegada de un terremoto en parte gracias a la observación de un comportamiento inusual en los animales. En consecuencia, muchas personas decidieron dormir fuera de sus casas y lograron así salvar la vida cuando se desató el terremoto poco después.

El 26 de diciembre de 2004, los elefantes cautivos de un enclave turístico cerca de la costa de Tailandia empezaron a barritar y a gemir a primera hora de la mañana sin que nadie supiese por qué. Rompieron las cadenas que los retenían y subieron en estampida a una colina cercana, perseguidos por los entrenadores, que se habían despertado ante aquella conmoción. Pero, entonces, los mismos entrenadores oyeron un sonido mucho más aterrador, el de una ola gigantesca que rompía y destruía la orilla, arrasándolo todo a su paso. Aquel día, un tsunami provocado por un maremoto se cobró las vidas de más de 200.000 personas.

Todos hemos oído la voz chillona y aguda de alguien que ha inhalado helio, pero hay otros gases que surten el efecto contrario. Inhalar oxígeno puro en lugar del aire normal hace que se te ponga la voz un poco más grave de lo normal, pero si quieres tener una voz verdaderamente grave durante unos segundos, como la de Morgan Freeman,

podrías inhalar hexafluoruro de azufre (no lo pruebes en casa, eso sí, pues este gas podría irritarte la garganta y los pulmones).

El factor principal que afecta al tono de voz es la velocidad del sonido en el gas que se desplaza por las cuerdas vocales. Estas cuerdas vibratorias generan oscilaciones en el aparato vocal que incluyen la frecuencia fundamental, que es la más baja, junto con una serie de ondas armónicas, o múltiplos de la fundamental. La velocidad del sonido del helio es de unos 972 metros por segundo, es decir, casi tres veces mayor que la velocidad del sonido en el aire común. Dado que la velocidad es proporcional a la frecuencia, el resultado es que, cuando el helio llena el aparato vocal, las frecuencias de las ondas armónicas que reverberan se multiplican varias veces y se genera un sonido vocal mucho más agudo. En el caso del hexafluoruro de azufre ocurre lo contrario: la velocidad del sonido alcanza apenas 133 metros por segundo, lo cual no llega ni a la mitad de la velocidad equivalente en el aire.

Sin embargo, los sonidos más graves jamás detectados no nos llegan desde ningún rincón de la Tierra, sino de lugares muy alejados del espacio. A una distancia de unos 250 millones de años luz se encuentra el cúmulo de galaxias denominado Perseo. Es uno de los objetos más masivos que se conocen en el universo, y contiene miles de galaxias inmersas en un enorme mar de un gas que alcanza una temperatura de muchos millones de grados. Cerca de su centro se halla la galaxia NGC 1275, un resplandeciente manantial de ondas de radio y rayos X que bebe de un agujero negro supermasivo. El agujero negro crea burbujas en el gas cargado que lo rodea, lo cual a su vez forma unas ondas que se abren paso hacia el medio ralo y caliente del cúmulo de Perseo. Estas ondas son visibles en la región de rayos X del espectro y son como las ondas sonoras que se propagan por el aire. El tiempo que separa una onda de otra alcanza la impactante cifra de 9,6 millones de años.⁶ En términos musicales, equivale a un si bemol a 57 octavas por debajo del do central de un piano; es decir, es mil millones de veces más grave que cualquier sonido que el oído humano sea capaz de detectar.