

EL ÚLTIMO HORIZONTE

Qué sabemos y qué no sabemos del universo

AMEDEO BALBI

Traducción de Marià Pitarque

Shackleton
— b o o k s —

El último horizonte. Qué sabemos y qué no sabemos del universo
Título original: *L'ultimo orizzonte. Cosa sappiamo dell'universo*
© 2019 De Agostini Libri S. r. l
© de esta edición, Shackleton Books, S. L., 2023
© Traducción: Marià Pitarque (La Letra, S.L.)

Shackleton
— b o o k s —

   @Shackletonbooks
shackletonbooks.com

Realización editorial: La Letra, S. L.
Diseño de cubierta: Pau Taverna

ISBN: 978-84-1361-219-5
Depósito legal: B 20599-2022
Impreso por EGEDSA (España)

Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento y su distribución mediante alquiler o préstamo públicos.

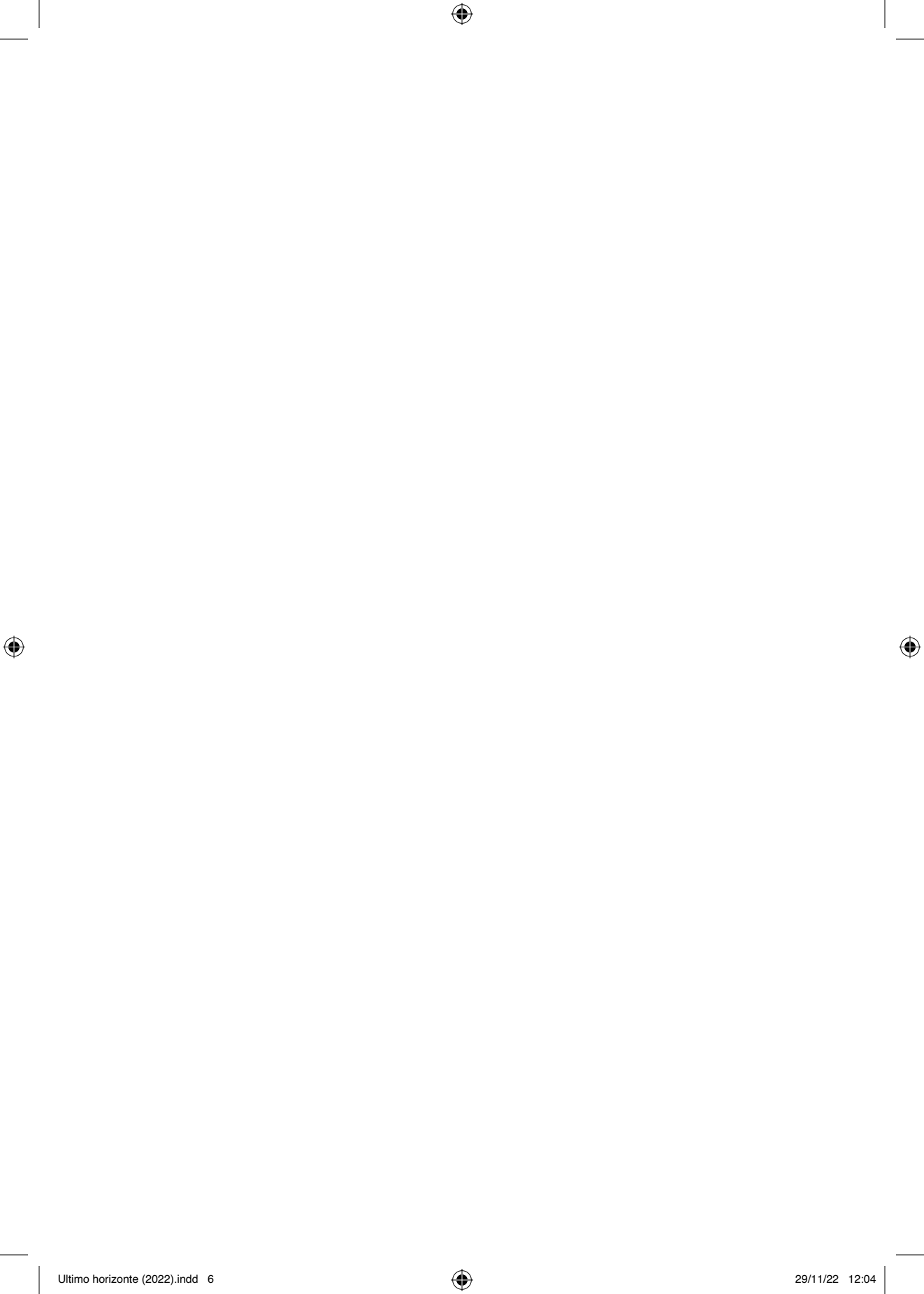
CONTENIDO

Prólogo	7
Primera parte: EL MUNDO CONOCIDO	
1. Preguntas	13
2. Exploración	19
3. Espacio-tiempo	26
4. Expansión	31
5. Elementos	36
6. Calor	42
7. Pilares	47
Segunda parte: LA LÍNEA DE SOMBRA	
8. Modelos	55
9. Inflación cósmica	61
10. Materia	68
11. Vacío	75
12. Geometría	83
13. Incógnitas	90
Tercera parte: LAS COLUMNAS DE HÉRCULES	
14. Límites	99
15. Horizontes	104
16. Finitud	111

17. Unicidad	117
18. Tiempo	124
19. Energía	131
20. Fundamentos	137
Cuarta parte: IR MÁS ALLÁ	
21. Origen	147
22. Contingencia	155
23. Leyes	163
24. Multiverso	171
25. Vida	179
26. Diseño	187
EPÍLOGO	195
NOTAS	199

... En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, esos Mapas Desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un Mapa del Imperio, que tenía el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Siguientes entendieron que ese dilatado Mapa era Inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y de los Inviernos. En los desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquia de las Disciplinas Geográficas. (Suárez Miranda, *Viajes de varones prudentes*, Libro Cuarto, cap. XLV, Lérida, 1658.)

JORGE LUIS BORGES, *Del rigor en la ciencia*



Prólogo

¿Hay límites a lo que podemos saber acerca del universo? Y si los hay, ¿ya los hemos alcanzado? Estas son cuestiones sobre las que vale la pena reflexionar, sobre todo cuando nos parece que los caminos que estábamos siguiendo nos han alejado de la meta o nos han llevado hasta obstáculos aparentemente infranqueables. Al hacerlo, debemos tener en cuenta que otras veces, en la historia de la ciencia, hemos caído en los dos extremos del «Nunca lo sabremos» o «Ya sabemos todo lo que hay que saber».

En este sentido, dos son los casos típicos que suelen citarse. El primero es el del filósofo Auguste Comte, quien en 1835 afirmó de manera un tanto desafiante que «con respecto a las estrellas [...] podemos determinar sus formas, sus distancias, sus dimensiones y sus movimientos, pero nunca sabremos estudiar en modo alguno su composición química».¹ Tan solo unas décadas después, el físico Gustav Kirchhoff identificó por primera vez, mediante espectroscopia, las líneas de los elementos químicos en la luz solar, desmintiendo rotundamente a Comte y abriendo el camino no solo al estudio de la composición de las estrellas, sino a una infinidad de otros descubrimientos (entre los cuales el de la expansión del universo).

El segundo caso es el del físico Albert Michelson, quien, a caballo entre los siglos XIX y XX, declaró repetidamente que ya lo habíamos entendido más o menos todo: «La mayoría de los grandes principios básicos se

han establecido firmemente y se persiguen nuevos avances sobre todo en la aplicación rigurosa de estos principios a todos los fenómenos que reciben nuestra atención».² Y además: «Se han descubierto las leyes fundamentales y los hechos más importantes de las ciencias físicas, y se han establecido con tal firmeza que la posibilidad de que sean suplantados como resultado de nuevos descubrimientos es sumamente remota».³ Por ironías del destino, pocos años después fueron justamente las precisas mediciones de la velocidad de la luz realizadas por Michelson las que proporcionaron una justificación empírica válida para la teoría de la relatividad restringida (también denominada *de la relatividad especial*) de Einstein.

Ejemplos como estos nos sugieren que hay que evitar las afirmaciones perentorias, en un sentido u otro, sobre los límites del conocimiento. Creo que una posición intermedia es más interesante, además de más fiel a los objetivos reales del conocimiento científico: nuestro mapa del mundo está en constante movimiento, se adapta a nuevas ideas y nuevos hechos, cambia a medida que nuestros instrumentos se vuelven más sofisticados. Aspirar a una visión completa e inalterable de la realidad no es el objetivo de la investigación científica. Los límites entre lo conocido y lo desconocido se desplazan y se están redefiniendo constantemente. La ciencia es siempre una obra en curso y deberíamos mirar con recelo cualquier pretensión de fijar de una vez por todas las formas con las que encerramos lo existente.

Al mismo tiempo, debemos ser conscientes de que, mientras algunos campos de conocimiento se presentan, en un determinado momento histórico, como terreno virgen, en los que uno puede aventurarse con relativa facilidad, hay otros en los que los nuevos avances son extremadamente difíciles, lentos y agotadores. El estudio de las propiedades generales del universo parecería haber entrado en una fase de este tipo.

En el último siglo, la ciencia ha elaborado una descripción extraordinariamente exacta del origen y la evolución del cosmos. Conocemos con

mucha precisión su edad, su contenido de materia y energía y su estructura a gran escala. Entendemos los mecanismos físicos que llevaron al universo a evolucionar desde el estado simple e indiferenciado de sus comienzos hasta el variado y complejo estado en el cual vivimos. Pero yendo hacia los límites del espacio y el tiempo, hemos llegado a topar con preguntas que ponen a prueba nuestros instrumentos y conceptos. ¿El universo es finito o infinito? El espacio y el tiempo, ¿tuvieron un principio y tendrán un final? ¿Podrían las leyes naturales ser diferentes? ¿Existen otros universos además del nuestro? ¿Por qué hay algo en vez de nada? ¿Es posible llegar a conocer completamente la naturaleza última de la realidad? Allí donde termina el territorio familiar, más allá del horizonte de lo que sabemos o podemos al menos intuir, solo hay oscuridad.

Ante esa oscuridad, sentimos en nuestro interior la fuerza de atracción que empujaba a nuestros antepasados a adentrarse en espacios peligrosos y desconocidos, a emprender viajes de exploración y descubrimiento. La ciencia existe exactamente para confrontarnos con lo que no sabemos. Para encender una luz que ilumine lo desconocido. Después de todo, querer delimitar los confines de nuestra ignorancia, intentando en lo posible ir un poco más allá, es una de las principales motivaciones (y diría que una de las más nobles) de la actuación y del pensamiento humanos.

Como científico, todo lo que he hecho, y sigo haciendo, es un pequeño intento de robar espacio a la oscuridad, de añadir un detalle minúsculo al mapa de la realidad, algo que se les hubiera escapado a mis predecesores. Me parece un privilegio extraordinario, que solo puedo agradecer a la suerte. Además, es un privilegio que siento que tengo que compartir con mis semejantes, tratando de contar lo mejor que puedo aquello que creo he comprendido.

Al hacerlo, me parece importante no solo decir lo que sabemos, sino también por qué creemos que lo sabemos. Pero esto nos lleva a plantear-

nos otras preguntas. Por ejemplo, ¿cuán seguros estamos de lo que sabemos? ¿Qué es lo que aún no sabemos? Y, ¿hay algo que tal vez nunca sabremos?

Este libro es mi intento de enfrentarme a estos interrogantes. Podéis considerarlo como el relato de una exploración, una guía para orientarse a través de las ideas que la ciencia ha elaborado en una tentativa de explicar el origen, la evolución y la estructura general del universo.

Partiremos de los territorios que mejor conocemos para avanzar poco a poco hacia la frontera aún inexplorada. En la primera parte contaré los puntos esenciales de nuestra visión del cosmos, y explicaré cómo nos hemos convencido de que las cosas son así. En la segunda parte nos aventuraremos en nuevos paisajes, de los cuales tenemos una visión menos cierta y aún incompleta. Nos detendremos, en la tercera parte, a discutir las dificultades que nos confunden, los límites temporales o permanentes de nuestro conocimiento del universo. Por último, intentaremos llegar hasta el límite de lo que sabemos, abordando las preguntas que desafían el poder de investigación de la ciencia.