

COSMOLOGY'S CENTURY AN INSIDE HISTORY OF OUR MODERN UNDERSTANDING OF THE UNIVERSE

P. J. E. Peebles
Princeton University Press, 2020
440 págs.

Un cuaderno de bitácora de la cosmología moderna

La historia de una de las áreas más fascinantes de la física del siglo xx contada por uno de sus protagonistas

La astronomía fue la primera de las disciplinas físicas en adquirir, ya en la antigüedad, algunas de las características que hoy consideramos inherentes a cualquier área científica: una comunidad amplia que comparte un programa de investigación común y en la que existe un elevado consenso sobre las metodologías aceptables para llevarlo a cabo. Dada su temprana madurez, no resulta sorprendente que la astronomía estuviera en el origen de la Revolución Científica, de la que acabaría emergiendo la ciencia física moderna.

Este hecho no impidió que, con posterioridad, y debido a lo particular de sus objetos de estudio, la fiabilidad de la astronomía se percibiese inferior a la de las «ciencias de laboratorio». El escritor Ambrose Bierce reflejaba esta idea cuando escribía en su satírico *Diccionario del Diablo* (1911) que un observatorio astronómico era «el lugar donde los astrónomos conjeturan como falsas las suposiciones de sus predecesores».

Este fue también el caso de la cosmología, que tomó forma como ciencia a principios del siglo xx. A pesar de los trabajos de Albert Einstein, Alexander Friedmann, Georges Lemaître y Edwin Hubble, entre otros, todavía en los años cincuenta del siglo pasado el estudio del universo primitivo se tenía por algo «a lo que no debía dedicar su tiempo un científico respetable», según el testimonio de Steven Weinberg. Esta imagen fue cambiando paulatinamente a lo largo de la segunda mitad del siglo xx, y hoy la cosmología es considerada no ya uno de los campos

centrales de la física, sino también de los más activos y prometedores.

Una prueba del cambio de actitud hacia las ciencias del cosmos la aporta la creciente profusión con que, desde los años setenta, el comité Nobel está reconociendo el trabajo de astrofísicos y cosmólogos. Entre estos últimos se encuentra James Peebles, galardonado con el [Nobel de física en 2019](#) y autor de *Cosmology's century*, una obra que traza en sus más minuciosos detalles la trayectoria histórica de la cosmología moderna. Desde el trabajo fundacional de Einstein en 1917 hasta la llamada por el autor «revolución de 1997-2003», que, con las medidas de la expansión acelerada del universo y las fluctuaciones del fondo de microondas, inauguró la era actual de la cosmología de precisión.

Peebles ha sido actor y testigo de excepción de la historia reciente de la cosmología. Pero, lejos de ser unas simples memorias científicas, *Cosmology's century* constituye un impresionante ejercicio de investigación histórica e historiográfica, en el que el conocimiento de primera mano del autor se combina con el análisis e interpretación de las fuentes. El resultado va más allá de la «historia interna» que promete el subtítulo del libro para convertirse en una verdadera intrahistoria de la cosmología en el sentido más unamuniano del término: una descripción meticulosa de los vaivenes de la actividad científica, de las múltiples ideas, corrientes de pensamiento y líneas de investigación —muchas de ellas refutadas, abandonadas o absorbidas en otras— que

se esconden bajo el destilado histórico que hoy identificamos como cosmología contemporánea.

Esta visión intrahistórica pone de manifiesto algunos aspectos muy significativos del desarrollo de la disciplina que frecuentemente se escapan a un análisis histórico más superficial o meramente narrativo. Uno de ellos es el papel de las teorías refutadas como motor del progreso científico; o, en palabras del autor, cómo «las ideas equivocadas pueden ser productivas». Un ejemplo particularmente interesante, y que Peebles desarrolla con gran detalle, es el de la teoría del estado estacionario. La hipótesis básica de este modelo (que el aspecto del universo no varía con el tiempo) implica que las propiedades de las galaxias deberían ser estadísticamente independientes de su distancia a nosotros. Constatar si este era el caso supuso un importante acicate para las observaciones, que acabarían por confirmar el modelo de la gran explosión. De forma similar, explicar la existencia de los elementos químicos en un universo en el que la temperatura ha permanecido constante fue uno de los motivos que condujo a la teoría de la nucleosíntesis estelar.

Un segundo aspecto que analiza *Cosmology's century* es la importancia que la evaluación no empírica ha tenido y tiene en cosmología. La idea, articulada de forma precisa en 2013 por el filósofo Richard Dawid en el contexto de la teoría de cuerdas, ha sido una cuestión recurrente de debate en la filosofía de la ciencia de los últimos años [[véase «Los límites del método científico»](#); por Adán Sus; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 2016]. Peebles nos muestra que los criterios no empíricos no solo han resultado cruciales en muchos momentos del desarrollo de la disciplina, sino que han moldeado su historia. Un ejemplo lo encontramos en la importancia que la idea de un universo homogéneo mantuvo desde su formulación por Einstein, a pesar de que durante largo tiempo las pruebas observacionales fueron, cuando menos, poco concluyentes, sin llegar a descartar por completo otras alternativas hasta el descubrimiento del fondo cósmico de microondas en los años sesenta.

De todo lo dicho hasta aquí queda claro que *Cosmology's century* no es una narrativa histórica al estilo de obras como *The cosmic century*, de Malcolm Longair (Cambridge University Press, 2006), o *Concept-*

tions of cosmos, de Helge Kragh (Oxford University Press, 2006). Antes al contrario, la intención del autor es construir un auténtico cuaderno de bitácora de la cosmología del siglo xx y los primeros años del xxi. Esto se refleja en la propia estructura del libro, que, en lugar de seguir un orden cronológico global, aborda la historia de los diferentes temas de investigación (modelos cosmológicos, fondo de microondas, materia oscura, formación de estructura, etcétera) de forma paralela en capítulos independientes aunque interconectados.

Tras su viaje por la historia de la cosmología moderna, Peebles concluye con unas profundas reflexiones sobre la práctica de la investigación científica. Reflexiones que, además de servir de colofón al libro, lo esclarecen en su conjunto. A la luz de los capítulos anteriores, se muestra cómo la aceptación de ciertas ideas dentro del marco descriptivo de la cosmología no siempre ha seguido el camino que sugeriría una aplicación ideal del método científico «de libro». En este proceso han desempeñado un importante papel elementos tanto psicológicos como sociológicos y de valoración colectiva. Se resalta, asimismo, el papel clave que ha tenido el desarrollo tecnológico en el progreso de nuestro conocimiento del universo.

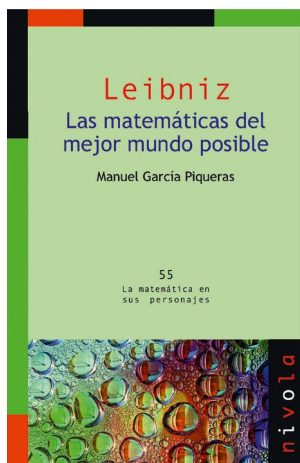
Peebles ha abierto una interesante perspectiva histórica en nuestro intento de dar respuesta científica a algunas de las preguntas más fundamentales jamás planteadas por el ser humano

Estas ideas se ilustran con un interesante ejercicio de historia contrafactual en el que se plantea la cuestión de cómo se hubiera desarrollado la cosmología «si Einstein hubiera decidido ser músico». En este caso, todo nuestro conocimiento teórico del cosmos se habría basado en la gravedad newtoniana y en la relatividad especial, que el autor considera que habría sido formulada en cualquier caso en los primeros años del siglo xx. Además, la idea del universo homogéneo, de haber aparecido, habría carecido probablemente del prestigio intelectual que tuvo

en nuestra «línea temporal». La historia alternativa que Peebles construye a partir de tales presupuestos no carece en absoluto de plausibilidad y sirve de experimento imaginario con el que poner a prueba sus puntos de vista acerca del papel que tanto la tecnología como los propios individuos y la colectividad científica ha desempeñado en el desarrollo de la cosmología.

Cosmology's century bien puede convertirse en una referencia básica para entender la historia de una de las áreas más fascinantes de la física del siglo xx. Con todo, es necesario advertir al lector potencial de que no va a encontrar una lectura fácil. No se trata de una obra de divulgación ni de un texto introductorio de cosmología, sino que presupone un conocimiento profundo de esta disciplina a un nivel tanto conceptual como matemático. Peebles no ha escrito un libro dirigido al gran público, sino a sus colegas de profesión y a los historiadores de la ciencia. Con ello, ha abierto también una interesante perspectiva histórica en nuestro intento de dar respuesta científica a algunas de las preguntas más fundamentales jamás planteadas por el ser humano.

—Miguel Á. Vázquez-Mozo
Departamento de Física Fundamental
Universidad de Salamanca



LEIBNIZ LAS MATEMÁTICAS DEL MEJOR MUNDO POSIBLE

Manuel García Piqueras
Nivola, 2020
200 págs.

El último genio universal

Un recorrido divulgativo del pensamiento de Leibniz con interés para historiadores, profesores, estudiantes y el público general

Gottfried Wilhelm Leibniz fue un sabio universal de espíritu faústico; eminente jurista, filólogo, historiador, teólogo, inventor, diplomático, naturalista y físico, y egregio en todas las ramas del saber, sobre todo en filosofía y matemáti-

cas. Con inusitada capacidad para trabajar en todo lugar, momento y condición, Leibniz aunaba lectura, pensamiento y escritura en una vida errabunda, plena de actividad social, en la que su excepcional talento, su carácter afable y optimis-

ta, su don de gentes y su poliglotía le relacionaron con los personajes más ilustres de Europa.

La filosofía natural le llevó a estudiar matemáticas. Bajo la orientación de Huygens leyó con fascinación a los grandes matemáticos del siglo xvii, y con Fermat, Descartes y Pascal alcanzó el éxtasis mental. Persiguió la idea de Ramon Lull de un lenguaje simbólico universal para expresar todo pensamiento sin ambigüedades y resolver mediante el cálculo y la lógica toda polémica o contencioso, lo que puede entenderse como un antecedente de la lógica matemática de Boole y Russell.

Como artífice de notaciones perennes, Leibniz creó un universo matemático donde símbolos y términos eran el soporte de conceptos y métodos. Destacan los índices como números para indicar la posición, que Leibniz aplicó con genio a la combinatoria, a famosas series infinitas y a la idea de determinante. Pero fue en el cálculo infinitesimal donde Leibniz, junto

con Newton, dejó una huella eterna, al reducir la ingente casuística de técnicas para resolver problemas geométricos a un cálculo operacional, que unificaba los distintos métodos y que resolvía de modo uniforme los problemas, con eficaces algoritmos universales independientes de la estructura geométrica. Para Leibniz, la tangente a una curva dependía de la razón entre las diferencias infinitesimales de ordenadas y abscisas, y el área dependía de la suma de los rectángulos infinitesimales que componen una figura. La amplitud intelectual de Leibniz podría proceder de muchos pensadores, y lo que hizo en cada campo del saber podía haber llenado toda la vida de un solo sabio [véase «El arte de editar a Leibniz», por Eberhard Knobloch; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2013].

En *Leibniz: Las matemáticas del mejor mundo posible*, Manuel García Piqueras, matemático de la Universidad de Castilla-La Mancha, nos da a conocer buena parte del pensamiento de este genio universal, tanto desde el punto de vista de sus obras, correspondencias o artículos, como en relación con los personajes que influyeron en su creatividad, sus constantes viajes por Europa y su influencia ulterior en la filosofía, la ciencia y la tecnología. Todo ello auxiliado por una copiosa cantidad de notas y una amplia bibliografía. Al tomar como referencia las ramas matemáticas que aparecieron en el siglo xx, el autor ha seleccionado las partes de la obra leibniziana que se consideran de mayor interés para construir cada capítulo. Los resultados se presentan sin excesiva carga matemática, lo que permite que un estudiante de bachillerato pueda seguir sin dificultades el hilo de la argumentación.

Leibniz anunció en 1671 dos máquinas que había imaginado: una para la aritmética y otra para la geometría. La primera se proponía realizar las cuatro operaciones básicas de manera mecánica. La segunda anunciaba una nueva forma para determinar ecuaciones analíticas y las proporciones y transformaciones de figuras sin tablas, cálculo o el dibujo de líneas. Una auténtica quimera que no llegó a materializarse en una máquina física, pero que se hizo realidad en su cálculo infinitesimal.

En cuanto a la máquina aritmética, lo que llamaba la atención era la ejecución de las cuatro operaciones: suma, diferencia, multiplicación y división. En las últimas versiones incluso intentó el

cálculo de raíces. El proyecto de Leibniz consistía en automatizar la multiplicación mediante sumas reiteradas, y la división a partir de diferencias sucesivas. Presentó su primer modelo en 1673, aunque no del todo operativo, ante la Real Sociedad de Londres, y durante toda su vida procuró subsanar las diversas deficiencias mecánicas. La máquina aritmética fue una invención brillante, pero nunca se concluyó de forma adecuada durante la vida del sabio, ya que las dificultades eran colosales para la tecnología de engranajes de la época. Los sucesivos intentos de continuas mejoras quedan muy bien datados y reflejados, tanto de forma gráfica como textual, por García Piqueras.

Leibniz introdujo el sistema numérico binario como un símbolo de la creación divina del mundo a partir de la nada, lo que llegó a expresar en la frase «para obtener todo de la nada, uno es suficiente»

Leibniz introdujo el sistema numérico binario como un símbolo de la creación divina del mundo a partir de la nada, lo que llegó a expresar en la frase «para obtener todo de la nada, uno es suficiente», que formula una íntima conexión entre el significado matemático de los números y su filosofía de las mónadas, las unidades últimas de la existencia. Describió una calculadora mecánica para sumar y multiplicar mediante la combinación del cero y el uno, en la que la caja de engranajes de la máquina aritmética sería reemplazada por pequeñas bolas de metal que rodarían por efecto de la gravedad sobre un plano. Desde el punto de vista lógico, la máquina binaria descrita por Leibniz puede considerarse precursora de la primera computadora binaria, la base sobre la que después se ha edificado el procesamiento de datos, lo que permite señalar a Leibniz como el primer exponente del universo digital.

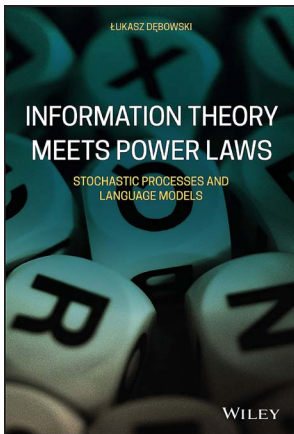
Antes de entrar en el cálculo infinitesimal —quizá lo más conocido por la mayor

parte del público—, García Piqueras pasa revista a los antecedentes históricos de una forma concisa pero muy ilustrativa. Casi al final, el autor desarrolla una interesante digresión sobre la teoría de la complejidad en relación con el pensamiento y el trabajo de Leibniz, quien consideraba más importantes los métodos y los algoritmos que los resultados; sentía pasión por lo mecánico, fue consciente de la enorme utilidad del sistema binario y supo ver la relación existente entre aleatoriedad, complejidad y leyes naturales. Sin embargo, el principio de razón suficiente (que todo sucede por una razón) le impidió avanzar hacia la citada teoría de la complejidad.

Por otro lado, fue el principio de razón suficiente lo que empleó Leibniz en su pugna contra la herejía de Spinoza: «El universo y Dios son una misma cosa». De hecho, utilizó este principio para justificar la existencia de Dios: «Debe haber alguna razón para la existencia del universo, y no es otra que la decisión divina de crear el mejor de los mundos posibles». Así, su dios matemático maneja una función que maximiza el bien del mundo [véase «Leibniz y el principio de mínima acción», por Hartmut Hecht; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, diciembre de 2016]. Y lo hace con sus restricciones, ya que las infinitas variables que admite han de ser compatibles entre sí. Los átomos que forman esas variables son las llamadas mónadas de la naturaleza, pertenecientes a un universo inteligible y abarcable, regido por una armonía universal. Vivimos, pues, en el mejor de los mundos posibles, el cual Dios decidió crear a partir de un conjunto de reglas cuando resolvió un problema de optimización matemática. No obstante, Leibniz era muy consciente tanto de la existencia del mal en el mundo como del sufrimiento personal, lo que, frente a la ironía del *Cándido* de Voltaire, dejó patente en alguna de sus obras en forma de optimismo trágico.

Todo esto y más lo encontrará el lector en el libro de García Piqueras, presentado paso a paso y fecha a fecha, en un lenguaje atractivo e inteligible que nos acerca todo lo que reveló la desbordante imaginación de Leibniz para plantear eminentes cuestiones filosóficas, teológicas, mecánicas y matemáticas, así como para abordar otras aún abiertas.

—Pedro Miguel González Urbaneja
Catedrático de matemáticas y autor de libros sobre historia de la matemática



**INFORMATION THEORY MEETS POWER LAWS
STOCHASTIC PROCESSES AND LANGUAGE
MODELS**

Łukasz Dębowski
Wiley, 2020
384 págs.

Hacia una teoría matemática de la comunicación

Un punto de encuentro imprescindible entre la teoría de la información y las leyes del lenguaje

Vaya por delante que este no es un libro de divulgación científica; al menos, no en el sentido habitual del término. La razón es que a veces no hay manera «amable» de abordar ciertos problemas matemáticos: no se puede renunciar a la definición, la ecuación, el teorema y el corolario. Sin embargo, lo que Łukasz Dębowski, matemático de la Academia Polaca de Ciencias, ha hecho en *Information theory meets power laws* merece ser reseñado tanto por su intrínseca interdisciplinariedad como por las consecuencias que puede tener esta obra para quien, a partir de ahora, pretenda introducirse en la modelización del lenguaje y los sistemas de comunicación.

Suele decirse que Claude Shannon fundó la teoría de la información en 1948 con su artículo «A mathematical theory of communication». Un año después, Warren Weaver contextualizó hábilmente el trabajo de Shannon cuando publicaron de manera conjunta *The mathematical theory of communication*, un libro de lectura obligada con dos contribuciones separadas. En su introducción, Weaver sugirió que la teoría matemática de Shannon era extensible a la comunicación biológica, más allá de las máquinas y las telecomunicaciones. Shannon enraizaba con varios precedentes técnicos, pero Weaver vislumbró que el alcance de la teoría de Shannon era mucho mayor, y sus aclaraciones terminológicas serían fundamentales a posteriori [véase «Hacia una teoría universal», por Jérôme Segal; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, junio de 2013].

Weaver definió los sistemas que producen una secuencia de símbolos con una cierta probabilidad (como, por ejemplo, las letras de un texto o las notas musicales de una partitura) como procesos estocásticos. De forma que, cuando esa probabili-

dad depende de los sucesos previos, se tiene un caso especial: la cadena de Markov. Weaver apuntó que, para toda teoría de la comunicación que se precie, de entre las cadenas de Markov resultaba esencial entender un tipo concreto: los procesos ergódicos, aquellos que permiten inferir las propiedades de los símbolos de todo el conjunto analizando únicamente una muestra, siempre que esta sea lo suficientemente grande. Dicho de otra manera: tales procesos nos permiten establecer leyes de base estadística. Weaver entroncó así con la física estadística y explicó la relevancia de los conceptos de información y entropía aplicados a los sistemas de comunicación.

No es de extrañar que James Gleick escogiese relatar la aventura de Shannon en el prólogo de *La información* (Crítica, 2012). Gleick sí trazó un recorrido divulgativo fulgurante en el que revisar la comunicación humana y la emergencia de la teoría de la información, desde la ancestral comunicación acústica de los tambores hasta los enfoques teóricos de las redes complejas de Duncan Watts y Steven Strogatz. El conocido esquema de Shannon de la comunicación dio el salto a la lingüística de la mano de Roman Jakobson, de forma que términos como *emisor*, *receptor*, *canal*, *decodificar* o *ruido* impregnaron su ya clásico *Fundamentals of language* (1956), escrito junto con Morris Halle. Sin embargo, en la lingüística del siglo xx, y quizá como periodo inevitable de toda ciencia en construcción, fueron más quienes usaron de forma metafórica o meramente esquemática la teoría de la información que quienes indagaron en los problemas planteados por Weaver para convertirla en la base matemática del estudio científico de la comunicación.

Mientras tanto, durante el siglo xx se desarrollaba la lingüística cuantitativa, aunque de forma marginal con respecto a las corrientes teóricas dominantes. Fonetistas como Paul Menzerath y lingüistas como George Kingsley Zipf, Gustav Herdan o Gabriel Altmann, entre otros, ahondaron en el análisis y la formalización de las regularidades estadísticas del lenguaje, las llamadas leyes lingüísticas, que también fueron abordadas por matemáticos de la talla de Benoît Mandelbrot o por informáticos como Harold Stanley Heaps. La ley de Zipf es quizá la más conocida: una ley de potencias que relaciona la frecuencia de las palabras con su rango (donde a la palabra más usada de un idioma se le asigna rango 1, a la segunda más usada rango 2, etcétera) [véase «Las leyes matemáticas emergentes en el uso del lenguaje», por Álvaro Corral, Isabel Moreno Sánchez y Francesc Font Clos; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2016].

Curiosamente, desde otros enfoques al estudio del lenguaje, como el estructuralismo, el generativismo de Chomsky o el conductismo de Skinner, hubo enconados debates teóricos que obviaron e incluso menospreciaron los numerosos datos que analizaba la lingüística cuantitativa. El resurgir de esta disciplina solo ha llegado en pleno siglo xxi, cuando los investigadores se han encontrado con ingentes cantidades de datos lingüísticos que analizar, por un lado, y por otro con máquinas en las que programar interfaces de comunicación.

Dębowski posee un amplio recorrido investigador en la fundamentación de las principales regularidades estadísticas que encontramos en las lenguas humanas. Además de publicaciones especializadas, en su bagaje destaca la reciente edición, junto con Christian Bentz, de *Information theory and language* (MDPI, 2020), un compendio de artículos que da cuenta de lo abigarrada que puede ser la aproximación formal al estudio del lenguaje. No obstante, le faltaba esta obra en la que, capítulo a capítulo, se ha adentrado con orden en la formalización de los patrones que inexorablemente emergen en el lenguaje.

El esfuerzo de Dębowski se centra en establecer los fundamentos matemáticos de la modelización estadística de las lenguas humanas. El primer capítulo es un puente necesario con respecto a la corriente dominante en la academia, a la vez que un guiño humanista a los matemáticos que la lingüística necesita reclutar. Su propuesta no puede dejar indiferente, pues

sus matemáticas colisionarán con algunas ideas preconcebidas que tendrá todo lector avezado. En mi caso, me sigue intrigando cómo Dębowski da preponderancia al internalismo de corte chomskyano, en lugar de inferir las propiedades del lenguaje siguiendo las distribuciones observables y marcando distancias con enfoques que, en algunos casos, se han mostrado inabordable experimentalmente y, por ende, pseudocientíficos en un sentido bungeano. En todo caso, Dębowski nos obliga a revisar nuestros sesgos probabilísticos y cognitivos, algo imprescindible para establecer una auténtica ciencia lingüística libre de ideologías.

En este sentido, esperamos que los temas tratados en *Information theory meets power laws* vayan permeando en los pla-

nes de estudio académicos: las leyes lingüísticas y otras propiedades estadísticas de los sistemas de comunicación, las propiedades ergódicas del lenguaje, la entropía y las distribuciones universales, los enfoques algorítmicos de Kolmogórov y Chaitin y sus aplicaciones a la codificación y el aprendizaje automático, así como las propiedades de las leyes de potencias, referidas tanto a la transmisión de la información como a la estructura de los sistemas lingüísticos.

El autor cierra su obra con dos atrevidas propuestas: ataca primero de forma original el problema de la doble articulación del lenguaje, y plantea algunos «modelos de juguete» con los que reencontrar, desde procesos estocásticos, las leyes lingüísticas. El decálogo final de cuestiones

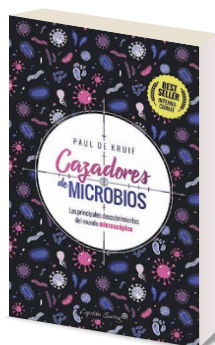
abiertas aporta una conclusión estimulante para la imaginación, el divertimento y la investigación futura.

La optimización de las nuevas tecnologías lingüísticas nos ha obligado a mirar atrás, a la teoría de la información y a la lingüística cuantitativa. Y, como la mujer de Lot, nos petrificaremos como estatuas de sal si no somos capaces de desarrollar una teoría integrada del lenguaje, de base matemática, como la que Dębowski brillantemente ha iniciado. Por eso la obra busca desde el título ese imprescindible punto de encuentro entre la teoría de la información y las leyes del lenguaje. Esperemos vivirlo.

—Antoni Hernández-Fernández
Universidad Politécnica de Cataluña

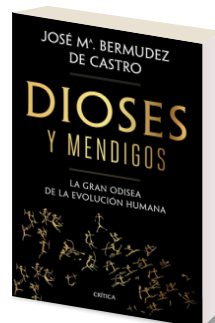
NOVEDADES

Una selección de los editores de *Investigación y Ciencia*



CAZADORES DE MICROBIOS LOS PRINCIPALES DESCUBRIMIENTOS DEL MUNDO MICROSCÓPICO

Paul de Kruif
Introducción de F. González-Crussí
Capitán Swing, 2021
ISBN: 978-84-122817-2-9
392 págs. (20 €)



DIOSES Y MENDIGOS LA GRAN ODISEA DE LA EVOLUCIÓN HUMANA

José María Bermúdez de Castro
Crítica, 2021
ISBN: 978-84-9199-278-3
448 págs. (22,90 €)

DISEÑANDO FÁRMACOS LO QUE SIEMPRE QUISO SABER Y NO SE ATREVIÓ A PREGUNTAR

Javier Burgos
Next Door Publishers, 2021
ISBN: 978-84-122556-2-1
278 págs. (20 €)



EXOPLANETAS Y ASTROBIOLOGÍA: PLUS ULTRA

David Barrado Navascués
Catarata, 2021
ISBN: 978-84-1352-190-9
128 págs. (12 €)



LA ARQUEOLOGÍA DESDE EL ESPACIO UNA FORMA REVOLUCIONARIA DE ACERCARNOS A NUESTRO PASADO

Sarah Parcak
Ariel, 2021
ISBN: 978-84-344-3328-1
424 págs. (21,90 €)



LA MATEMÁTICA Y LA CIENCIA OCULTA

Fernando Chamizo Lorente
Ediciones Universidad Autónoma
de Madrid, 2021
ISBN: 978-84-8344-737-6
164 págs. (12 €)