

**THE COSMIC REVOLUTIONARY'S HANDBOOK**  
(OR: HOW TO BEAT THE BIG BANG)

Luke A. Barnes y Geraint F. Lewis  
Cambridge University Press, 2020  
286 págs.

## Un manual para asaltar los cielos

*La cosmología moderna y el funcionamiento de la ciencia*

Una de las características fundamentales de la ciencia física es el énfasis en la experimentación frente a la mera observación pasiva de los fenómenos. Usando un símil que se remonta a Francis Bacon, nuestro conocimiento del mundo se basa preferentemente en interrogar a la naturaleza para obtener respuestas precisas a preguntas concretas. Desde este punto de vista, la astrofísica y la cosmología ocupan una posición epistemológica peculiar dentro de la física, en tanto que la experimentación les está vedada por la propia naturaleza de sus objetos de estudio.

Sin embargo, este hecho no merma nuestra confianza en los resultados de ambas disciplinas, las cuales han experimentado un impresionante progreso en el último cuarto de siglo. Hay al menos dos razones que justifican esta seguridad. Una es que lo que sabemos del universo se basa en leyes naturales bien establecidas experimentalmente en laboratorios. La hipótesis básica de que estas leyes no son específicas de nuestro entorno, sino válidas en todos los rincones del cosmos, no ha sido hasta ahora puesta en duda por los hechos.

La segunda razón es que, aunque no podamos reproducir fenómenos astrofísicos en un laboratorio, el propio universo puede considerarse un laboratorio en sí mismo. Las predicciones de los modelos estelares, por ejemplo, se contrastan con observaciones de estrellas de diferentes tipos y en diversos estados de su evolución. De igual manera, los modelos cosmológicos tienen que dar cuenta de una gran cantidad de observaciones distintas, desde la estructura a gran escala en el

universo a las abundancias de elementos químicos ligeros. Esta multiplicidad de hechos que exigen una explicación «simula», de alguna forma, la variedad de condiciones experimentales que podríamos conseguir en un laboratorio terrestre.

En el estudio del cosmos, como en cualquier otro ámbito científico, existen también «anomalías»: observaciones que se resisten a ser explicadas por los mode-

**La primera labor del «revolucionario cósmico» ha de ser familiarizarse con el campo que pretende subvertir y aprender a expresarse en su lenguaje natural**

los vigentes. Unas acabarán siendo resueltas mediante pequeñas modificaciones de los modelos, y otras desaparecerán con el uso de instrumentación más precisa. Pero no es imposible que alguna anomalía acabe generando una crisis que obligue a reformular —o más probablemente, a

ampliar— nuestras teorías actuales sobre el funcionamiento del universo.

Guiados por su experiencia como divulgadores y motivados por el contacto frecuente con un público con inquietudes científicas, los cosmólogos Luke A. Barnes y Geraint F. Lewis han elaborado en *The cosmic revolutionary's handbook* una hoja de ruta para aquellos aficionados a la ciencia que quieran poner en marcha la próxima revolución en cosmología. Uno de los hilos conductores del libro es disipar un error muy extendido en la percepción pública de la ciencia: la creencia de que la comunidad científica es refractaria a las propuestas que contradicen las ideas aceptadas. Antes al contrario, explican los autores, las nuevas teorías son bienvenidas vengán de donde vengán, siempre que mejoren globalmente las teorías actuales y se sometan a las formas y protocolos que dotan de fiabilidad al conocimiento científico. Por ello, la primera labor del «revolucionario cósmico» ha de ser familiarizarse con el campo que pretende subvertir y aprender a expresarse en su lenguaje natural: las matemáticas.

A modo de breve introducción, el libro comienza discutiendo qué es y cómo funciona la ciencia, qué hace que una teoría sea satisfactoria, y cuáles son los mecanismos de validación y comunicación de los resultados científicos. Este último aspecto es de especial interés. No es habitual que un libro de divulgación dedique espacio a cuestiones como el funcionamiento de las revistas científicas, el sistema de revisión por pares o el valor de que un artículo sea citado en otras publicaciones. Cuestiones que, sin embargo, son importantes para transmitir una imagen fidedigna de la actividad científica. Más aún cuando, como en este caso, los aspectos positivos del sistema son presentados sin obviar sus inevitables imperfecciones.

Pero, como hemos dicho, derrocar nuestras teorías sobre el universo exige antes que nada conocerlas en profundidad, tanto en sus éxitos como en sus limitaciones. Por eso, la sección central de *The cosmic revolutionary's handbook* está dedicada a presentar el modelo de la gran explosión desde una perspectiva «ascendente», donde se parte de las observaciones para mostrar diferentes explicaciones de estas, con sus respectivos méritos y deméritos. Con ello se consigue poner de manifiesto de qué manera la explicación proporcionada por el modelo cosmológico

estándar es preferible a las demás. Los autores hacen con ello hincapié en un aspecto clave que el revolucionario cósmico no ha de perder de vista: que su nueva teoría no puede limitarse a explicar una anomalía concreta, sino que tiene también que dar cuenta de todos los demás fenómenos que explicaba la teoría que se ha propuesto desbancar.

El libro construye paso a paso el modelo de la gran explosión, desde las profundas consecuencias de un hecho tan obvio como la oscuridad del cielo nocturno (la paradoja de Olbers) hasta las implicaciones de las medidas del fondo cósmico de microondas realizadas por el satélite Planck. Asistimos a cómo la cosmología estándar va explicando sucesivas observaciones, y a cómo estas descartan a su vez otros modelos alternativos.

Por lo que respecta a la cosmología inflacionaria, presentada a partir de los problemas que la motivaron históricamente, sus consecuencias observacionales se contrastan críticamente con las de otras propuestas que prescinden de la inflación primordial. La discusión no rehúye episodios poco edificantes de la cosmología contemporánea, como el fiasco de BICEP2 en 2014 (el experimento que creyó haber detectado una señal de las ondas gravitacionales emitidas poco des-

pués de la gran explosión) y sus aspectos sociológicos [véase «¿Inflación o polvo?», por Licia Verde; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2014].

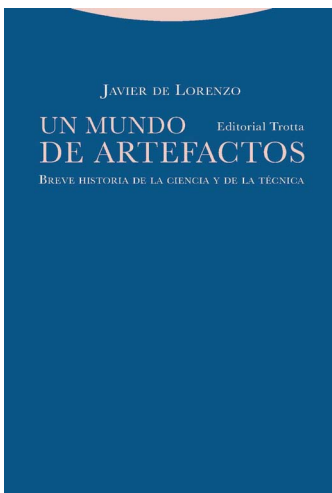
Se da también voz a modelos que, con peores perspectivas que la cosmología estándar o simplemente descartados, han competido «en buena lid» en las páginas de las revistas científicas, como los universos lineales o la hipótesis de Dirac de los grandes números, entre otros. Con ello, además de informar al lector sobre otros intentos de explicar el universo, se pretende ilustrar un mensaje central del libro: que las nuevas ideas, por insólitas que resulten, pueden ser tenidas en cuenta y discutidas por la comunidad científica siempre que sean presentadas usando las reglas de juego establecidas.

Además de los problemas que podríamos llamar de condiciones iniciales y que motivan la hipótesis de la inflación cósmica, el modelo de la gran explosión presenta otras fisuras aprovechables por el revolucionario cósmico. Para facilitar su labor, el libro concluye con una discusión de estos problemas pendientes, los cuales van desde explicar la materia y energía oscuras hasta dar cuenta de la abundancia primordial de litio-7. Este último capítulo constituye, de hecho, un estupendo catálogo de los temas en los que podemos

esperar avances importantes en un futuro inmediato.

El brillante recurso literario usado por los autores no debe ocultarnos que su libro no está dirigido en exclusiva a aquellos que, tomando al pie de la letra el elogio de Marx a los defensores de la Comuna de París, pretendan asaltar los cielos hasta la misma gran explosión. *The cosmic revolutionary's handbook* es un magnífico trabajo de divulgación que compite con los mejores de este género. Lo que consigue va más allá de transmitir una imagen precisa y equilibrada de los cimientos observacionales del modelo cosmológico estándar, algo que por sí mismo ya revestiría suficiente interés. Al ser un libro escrito en buena medida «en primera persona», resulta también una magnífica guía para entender en qué consiste la cosmología como actividad y el trabajo real de los científicos. Todo ello contado en un lenguaje accesible, distendido y coloquial, y recurriendo con frecuencia al humor. Una obra que sin duda hará las delicias de cualquier lector ávido de saber más sobre cosmología y sobre los cosmólogos.

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



**UN MUNDO DE ARTEFACTOS**  
**BREVE HISTORIA DE LA CIENCIA**  
**Y DE LA TÉCNICA**

Javier de Lorenzo  
Trotta, 2020  
288 págs.

## La historia de la ciencia como historia del hacer científico

*Una mirada distinta a las revoluciones científicas y técnicas que han fraguado nuestro mundo*

La evolución que experimenta nuestra especie es fruto de una mutua implicación entre los procesos naturales y la intervención del ser humano en esos mismos procesos. Estos cambios y transformaciones se deben a la ciencia y a la téc-

nica y son consecuencia de los artefactos conceptuales y tecnológicos. Esta es la tesis capital de *Un mundo de artefactos*, el último libro del matemático y filósofo Javier de Lorenzo. El autor sostiene que vivimos en una sociedad estructurada por

artefactos, un término que debe entenderse como todo aquello que es producido por el ser humano y que altera el curso natural. Ahora bien, tan ligada está la producción de artefactos a la especie humana que, según De Lorenzo, hoy se considera como natural lo que de hecho es, sin duda alguna, un artefacto. Artefactos materiales, pero también no materiales, como las ideologías, los mitos, los teoremas o las teorías científicas. En definitiva, artefactos que contribuyen a generar los ámbitos tecnológicos y simbólicos que nos permiten explicar dónde estamos hoy. Y también —y este es el meollo del texto— reconstruir la historia de cómo hemos llegado hasta aquí.

Tanto la Revolución agrícola en el Neolítico como la Revolución científica del siglo xvii abren dos líneas fundamentales para el estudio de la historia de la ciencia: que la *physis* es manipulable y que es dinámica. Esto es, que no todo está dado por la naturaleza y que el conocimiento científico conlleva la marca indeleble de

la incertidumbre. De ellas se nutre el concepto filosófico que ha vertebrado toda la producción académica de Javier de Lorenzo: el *hacer científico*.

Desde esta comprensión del hacer se vehiculan todos los conceptos clave de la producción «artefactual» de nuestra civilización. Ideas como las de dominio, control e intervención, así como las relativas al control del tiempo, al espacio o al análisis de la causalidad, entre otras, configuran la aparición de tres dimensiones de artefactos que acontecen en cada uno de los grandes períodos de la evolución científica: simbólico, técnico y conceptual.

Uno de los capítulos que más llaman la atención es el dedicado a Grecia y a la generación del ámbito conceptual. De Lorenzo muestra su sabiduría filosófica y su conocimiento científico en un relato más que sugerente. Los griegos se habían encontrado con la dificultad de tener que asimilar los datos de la sensación y de la percepción de lo individual, con la necesidad racional de tener que dotarlos de universalidad. La *physis* es un cosmos, mantiene un orden, tiene una estructura. La matemática entra, pues, con pleno derecho en las primeras preocupaciones filosóficas. Historia, filosofía y ciencia se dan cita en este capítulo, que muestra hasta qué punto en Grecia están ya todas las preocupaciones filosóficas de la posteridad: la virtud, el poder, la política, la belleza, el lenguaje, el conocimiento... y desde ahí todo un conjunto de artefactos simbólicos. Física, astronomía, geometría, matemática, medicina y todo un cúmulo de ciencias que imponen un legado «que va a perdurar para siempre en el mundo occidental: la búsqueda de unos primeros principios que permitan engendrar el todo», en palabras del autor.

Dentro de esta breve historia, De Lorenzo dedica más de 20 páginas a explicar la transición de Grecia a Copérnico. El genio del siglo xv no escribe en el vacío, sino que es consciente de toda una tradición de investigación, traducción, generación y producción del saber en las universidades, la cual el autor de esta monografía se encarga de perfilar. Son ingentes los estudios sobre historia y filosofía de la ciencia de este fértil período. A ellos, el texto de Javier de Lorenzo les ofrece la novedad de entenderlos bajo el prisma del hacer científico.

La historia de Copérnico, Tycho Brahe, Kepler y otros está salpicada de avances y retrocesos, de observación y de prejuicios,

de cuestiones científicas discutidas por planteamientos teológicos. Hasta llegar a la gran Revolución científica del siglo xvii, por la que «todo es materia en movimiento», como titula el capítulo 5. Espacio ideal y razón matemática son ahora dos artefactos básicos para el conocimiento de la *physis*. Como De Lorenzo solía hacer en sus clases, los experimentos, los datos, la historia y la intrahistoria de la ciencia le sirven para forjar un discurso en el que la erudición y el poso de saber están al servicio de una idea nuclear básica: todo en ciencia es un *hacer*.

Que esto no es solo historia de la ciencia resulta evidente. Por eso, el texto va fundamentando algunos de los conceptos clave del período más fértil de la filosofía: la Modernidad. El problema del conocimiento, de la realidad, de la autonomía, del humanismo y otras tantas cuestiones

**Física, astronomía,  
geometría,  
matemática,  
medicina y todo un  
cúmulo de ciencias  
imponen un legado  
que va a perdurar  
para siempre en el  
mundo occidental**

típicas de este período tienen su explicación en los avances y descubrimientos científicos. No solo en el qué, sino en el cómo. Toda la realidad queda disuelta en el concepto de representación. El conocimiento es producción de ideas que terminan siendo, en palabras de Descartes, «como imágenes de las cosas».

Esta concepción representativa, que es la manera en que se explicita la carga subjetiva del conocer, se manifiesta en la construcción de modos de medir, de contar, en la producción de artefactos con los que el ser humano se hace con la realidad. Un conocimiento científico que abre el paradigma mecanicista, en el que encuentran su explicación la teoría de la gravitación universal, la geometría

analítica, el cálculo diferencial e integral, etcétera. Un mecanicismo que, según De Lorenzo, no es sino una construcción simbólico-experimental «enfrentada con el sentido común». Y es que, desde entonces, «la ciencia se centra en estudiar lo que no se ve y en abandonar lo que se ve».

Y así llegamos a la Ilustración, el momento en que la ciencia se comprende como el modo de ser racional por excelencia. El espíritu científico contagia también a los otros órdenes sociales, políticos y morales para terminar construyendo un frente ideológico y técnico. La *Enciclopedia* expresa perfectamente este doble frente. La razón deberá marcar el cambio individual y social que culminará en la Revolución francesa. La técnica se ocupará de los inventos relacionados con necesidades productivas. El trabajo de Linneo o la química de Lavoisier (con su hipótesis atómica, que termina funcionando como hipótesis existencial ontológica) son ejemplos de la especialización científica y del enorme progreso metodológico: no basta con observar la *physis*, ahora hay que preguntarle. Teniendo en cuenta, eso sí, que en la construcción de esas preguntas interviene todo el conjunto de artefactos, inventos y procedimientos que constituyen la nueva praxis científica.

El siglo xix, siglo por excelencia de la biología, experimenta un especial auge de la energía térmica y eléctrica, con la consiguiente consolidación del capitalismo. Capital, ciencia y técnica tejen relaciones recíprocas de mutuas influencias que ponen de manifiesto la relevancia industrial de la tecnociencia como factor de progreso de las sociedades. Ni que decir tiene hasta qué punto la ciencia actual muestra este compromiso de retroalimentación entre la ciencia, para mantener el capital; y el capital, para mantener las fuertes inversiones científicas. La máquina de vapor requiere energía, pero no necesita el impulso de nadie. El mecanicismo debe completarse con otras concepciones del mundo, como por ejemplo la que pone de manifiesto la termodinámica. A la longitud, masa y tiempo se añade ahora el concepto de calor. Estamos en otro modo del hacer científico. No es preciso un relojero. La ciencia alimenta lo que la filosofía posthegeliana había acuñado: Dios ha muerto porque, en realidad, el ser humano ya no lo necesita.

Con la termodinámica aparece también el concepto de sistema y la diferen-

cia entre sistemas abiertos y cerrados. Y, desde ahí, la cuestión de la reversibilidad de los fenómenos térmicos. Todo tiene un sentido. Todo sigue un orden. Y todo tiene un final. Todo tiende a su descomposición, según dicta la entropía. La causalidad, y por tanto la determinación, la capacidad omniexplicativa y, por supuesto, la facultad predictiva ceden espacio al terreno ontológico de la indeterminación y al ámbito epistémico de la incertidumbre. Es evidente que estamos en otra praxis que, según la tesis del autor, genera otro ámbito instrumental, simbólico y conceptual.

Apabulla la facilidad con que De Lorenzo entrelaza las mejores reflexiones filosóficas, las llamadas por él «inversiones epistemológicas», con las explicaciones más sutiles, exactas y clarificadoras de propuestas como las de Planck, Boltzmann, Curie, Bohr, De Broglie, Einstein, Fermi, Maxwell o Poincaré, entre varias decenas de científicos que se dan cita en las últimas páginas del libro. No es historia de la ciencia, quiero insistir en ello. No es solo una descripción ordenada de progresos científicos. Lo que más debe destacarse es cómo este reconocido filósofo y matemático entrelaza los pro-

blemas, formula preguntas, ofrece nuevos planteamientos y hace hablar a las teorías entre ellas en un trabajo investigador que supera cualquier recopilación manualística. Una recopilación que, dicho sea de paso, hubiera sido de agradecer unos años antes para quienes fuimos sus alumnos y que no tuvimos la suerte de contar con un texto que, sin duda, debe aparecer en la bibliografía de nuestras asignaturas de grado y máster.

—José Manuel Chillón  
Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Valladolid

## NOVEDADES

Una selección de los editores de *Investigación y Ciencia*



### EXPLORACIONES PEL PLANETA MENJAR

Pere Puigdomènech Rosell  
Publicacions Universitat de València, 2020  
ISBN: 978-84-9134-660-9  
200 págs. (20,55 €)



### SOMOS POLVO DE ESTRELLAS CÓMO ENTENDER NUESTRO ORIGEN EN EL COSMOS

José María Maza  
Crítica, 2020  
ISBN: 978-84-9199-243-1  
120 págs. (17,90 €)

### LA GRIPE ESPAÑOLA 1918-1919

María Isabel Porras Gallo  
Catarata, 2020  
ISBN: 978-84-1352-080-3  
160 págs. (18 €)



### LA COSMOVISIÓN DE LOS GRANDES CIENTÍFICOS DEL SIGLO XX CONVICIONES ÉTICAS, POLÍTICAS, FILOSÓFICAS O RELIGIOSAS DE LOS PROTAGONISTAS DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS CONTEMPORÁNEAS

Coordinado por Juan Arana  
Tecnos, 2020  
ISBN: 978-84-309-7907-3  
528 págs. (28,50 €)



### MARTE Y EL ENIGMA DE LA VIDA

Juan Ángel Vaquerizo  
Catarata, 2020  
ISBN: 978-84-1352-084-1  
128 págs. (12 €)



### TERRA INSECTA EL MUNDO SECRETO DE LOS INSECTOS

Anne Sverdrup-Thygeson  
Ariel, 2020  
ISBN: 978-84-344-3310-6  
216 págs. (19,90 €)