

**THE SINGULAR UNIVERSE
AND THE REALITY OF TIME
A PROPOSAL IN NATURAL PHILOSOPHY**

Roberto Mangabeira Unger y Lee Smolin
Cambridge University Press, 2015

Un universo singular

... y unas leyes de la naturaleza temporales

Escrito por el filósofo Roberto Mangabeira Unger y el físico Lee Smolin, el libro propone un replanteamiento radical de la cosmología. A partir del reconocimiento de la realidad del tiempo y de la historicidad del universo, se infiere que todo cambia, incluidas la estructura y las leyes de la naturaleza. A mediados de los noventa, Smolin postuló que los agujeros negros engendraban universos bebés. Un decenio después, escribió un ataque cáustico contra la teoría de cuerdas, que había fracasado a la hora de aportar una sola predicción contrastable. En 2013 publicó *Time reborn*, donde exponía las ideas que aquí retoma. Roberto Mangabeira enseña en la facultad de derecho de Harvard.

El libro se divide en dos partes: una filosófica, a cargo de Unger, y otra científica, de Smolin. Conviene empezar por la segunda, más sólida y clara, frente a la farragosidad repetitiva de la primera. Unger y Smolin buscan desarrollar métodos y principios de una nueva filosofía de la naturaleza. Toman como puntos de partida tres conceptos: la existencia singular del universo, la realidad inclusiva del tiempo y el realismo selectivo de la matemática.

La existencia singular no alude a la singularidad relativista, que indica que la curvatura del espaciotiempo y otras magnitudes se hacen infinitas. (De hecho, los autores niegan que el universo pueda ser singular en ese sentido.) Singular es aquí un adjetivo que expresa la existencia real de un solo universo en cualquier momento que consideremos. Nuestro universo no es uno entre muchos. No hay otro; no existe un multiverso o una pluralidad de universos simultáneos, un recurso teórico del que se echa mano para obviar aporías de la física contemporánea. Y rematan: las cosmologías que consideran

un multiverso se basan en un razonamiento falaz, un concepto metafísico incapaz de contrastarse empíricamente [véase «¿Existe el multiverso?», por George Ellis; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, octubre de 2011].

La realidad inclusiva del tiempo significa que no se trata de un concepto emergente. No deriva de la idea de espacio, aunque el espacio pueda emerger del tiempo. Ese carácter inclusivo y real del tiempo comporta que en la naturaleza no haya nada que dure para siempre. Todo cambia, hasta el propio cambio. Las leyes de la naturaleza dejan de ser atemporales y permanentes. El universo ha atravesado diversas fases. La cosmología se convierte en una disciplina histórica, a la manera de la biología o la geología. En su teoría general de la relatividad, Einstein sustituyó el espacio y el tiempo absolutos de la física newtoniana por una concepción del espaciotiempo que era relacional y dinámica. Pero no alteró, sino que reafirmó la noción de un marco inmutable de las leyes de la naturaleza. Smolin, por el contrario, cohonesta la temporalidad de las leyes con la temporalidad o naturaleza histórica del universo y de cuanto contiene. Las leyes y el universo entero han de someterse a los efectos del tiempo.

En lo concerniente al tercer concepto básico, el realismo selectivo de la matemática, los autores impugnan el platonismo matemático, doctrina que defiende la existencia real de las entidades matemáticas. No inventamos los formalismos matemáticos, solo los descubrimos. (El platonismo matemático se origina con Frege, con un precedente en Kant, y se desarrolla a través de Quine y otros como parte de la explicación del fundamento de la matemática.) Los objetos mentales tienen su propia realidad. En ese marco

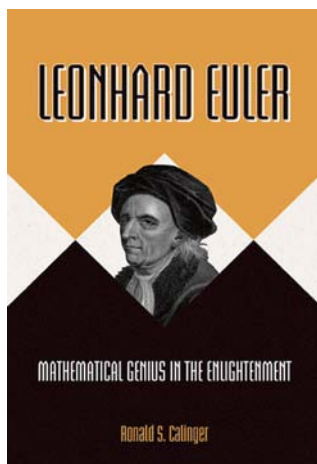
han de entenderse su oposición a la idea de que las leyes de la naturaleza tengan que escribirse en el lenguaje de la matemática. La matemática se ocupa de la naturaleza (considerada en sus aspectos más generales) y de ella misma.

La existencia singular del universo, la realidad inclusiva del tiempo, que entraña la mutabilidad de las leyes de la naturaleza, y el realismo selectivo de la matemática tienen todas justificación por sí mismas. No obstante, se trata de algo más que de un trío de proposiciones con una vaga relación. Cuanto más profundamente las comprendemos y cuanto más apreciamos las razones de sustentarlas, más claramente admitiremos sus profundas interacciones. Representan tres lados de la misma visión comprehensiva. Se prestan mutuo apoyo y se refinan entre sí.

A la hora de buscar precedentes, encuentran inspiración en Leibniz y en Ernst Mach. Ambos presentarían un planteamiento racional de la naturaleza y la prioridad del llegar a ser sobre el ser. Una inspiración relativa, se encargan de subrayar. A la hora de buscar equiparaciones con otros empeños teóricos, no se andan con rodeos. La búsqueda actual de una teoría del todo —de las fuerzas y campos fundamentales de la naturaleza— procede, afirman, con el supuesto de admitir regularidades y constituyentes elementales como algo permanente; por eso, sentencian, falla en lo que constituye el gran descubrimiento cosmológico: la historicidad del universo.

La expresión «filosofía natural» constituye la premisa básica de la obra. Así se llamaba la ciencia en tiempos de Galileo, Newton e incluso Darwin, para distinguirla de la filosofía propiamente dicha. De hecho, el término *científico* lo introdujo William Whewell, mentor de Darwin, en 1832. La filosofía natural no ha desaparecido del todo. Vive bajo la indumentaria de libros de divulgación científica escritos por especialistas para las personas cultas no especialistas. Recurren a esos libros para especular sobre el significado de sus descubrimientos para nuestra comprensión del universo y de nuestro lugar en el mismo. Tampoco rechazan su lectura por colegas. La filosofía natural toma la naturaleza como objeto de análisis, no la ciencia, y cuestiona la agenda y métodos establecidos en las ciencias particulares. El libro de Unger y Smolin, si no lo es, se parece mucho a un ensayo de filosofía natural que no acaba de trenzarse.

—Luis Alonso



**LEONHARD EULER
MATHEMATICAL GENIUS
IN THE ENLIGHTENMENT**

Ronald S. Calinger
Princeton University Press, 2016

Euler

Luz de la Ilustración

Esta es la primera biografía intelectual completa de Leonhard Euler (1707-1783). Ronald Calinger enmarca sus logros extraordinarios, que le sitúan entre los cuatro grandes de la matemática de todos los tiempos (junto con Arquímedes, Isaac Newton y Carl Friedrich Gauss), en la rutina de la vida diaria. Y, pese al ruego de Pierre-Simon Laplace («Leed a Euler, leed a Euler, es el maestro de todos»), no ha gozado de la atención de los historiadores, ahuyentados quizá por una labor hercúlea, sin par.

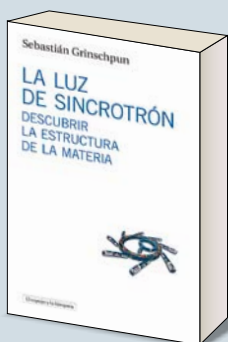
Meritorio es, sin embargo, el trabajo de recuperación y edición crítica de sus obras completas, que abarcan más de 80 volúmenes. La serie 1, sobre matemática, consta de 29 volúmenes; la serie 2, sobre mecánica y astronomía, suma 31 volúmenes; la serie 3 comprende 12 volúmenes sobre física y *varia*. La serie 4A contará con 8 volúmenes con versiones anotadas de su extensa correspondencia. A ello hay que agregar el proyecto Legado Euler, base de datos accesible en Internet donde se podrá consultar el catálogo de los manus-

critos restantes y una docena de cuadernos que, en conjunto, alcanzan las 4000 páginas. Escribió en latín o en francés la mayor parte de su obra, aunque para algunos textos empleó alemán o ruso. (La historiografía y los trabajos académicos editados por Asociación Matemática de América están en inglés.)

Euler epitomiza la ciencia de la Ilustración. Fue una era de crecimiento, de centralización de los Estados, industrialización, expansión en ultramar de los imperios, fortalecimiento de los ejércitos, aumento de la cultura y generalización de la enseñanza, pasión por la crítica y por el saber matemático y científico de la naturaleza. Los historiadores prolongan ese período hasta el inicio de la Revolución francesa, en 1789. El siglo precedente había sido el de la revolución científica, en el que la matemática y la mecánica celeste habían sido las ciencias por excelencia. No parecía, a comienzos de la Ilustración, que cupiera esperar espectaculares progresos. René Descartes y Pierre de Fermat crearon, cada uno por su lado, la geometría analítica. El período culminó con la invención del cálculo diferencial, con controversia incluida entre Newton y Leibniz.

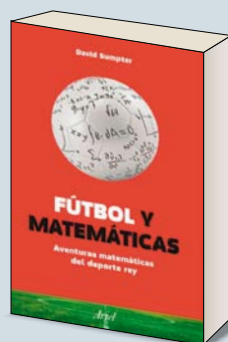
Terminada su formación en el *Gymnasium*, en 1720, Euler entró en la facultad de filosofía de la Universidad de Basilea,

NOVEDADES



**LA LUZ DE SINCROTRÓN
DESCUBRIR LA ESTRUCTURA
DE LA MATERIA**

Sebastián Grinschpun
Edicions UAB, 2016
ISBN: 978-84-945163-0-6
164 págs. (16 €)



**FÚTBOL Y MATEMÁTICAS
AVENTURAS MATEMÁTICAS
DEL DEPORTE REY**

David Sumpter
Ariel, 2016
ISBN: 978-84-344-2384-8
328 págs. (19,90 €)

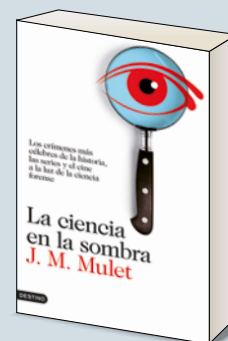
**TERAPIAS DE CINE
50 PELÍCULAS BÁSICAS
EN TORNO A LA MEDICINA**

Carlos Tabernero Holgado
Editorial UOC, 2016
ISBN: 978-84-9116-344-2
220 págs. (19 €)



**LA CIENCIA EN LA SOMBRA
LOS CRÍMENES MÁS CÉLEBRES
DE LA HISTORIA, LAS SERIES
Y EL CINE A LA LUZ DE LA
CIENCIA FORENSE**

José Miguel Mulet
Destino, 2016
ISBN: 978-84-233-5092-6
220 págs. (17,90 €)



paso obligado para cursar la especialidad en un grado superior. Durante los dos primeros años estuvo en la clase de Johann Bernoulli para principiantes en geometría y en aritmética teórica y práctica. En el otoño de 1723 aprobó el examen de *magister artium* con una conferencia pública en latín donde comparaba la filosofía natural de Descartes con la de Newton.

En 1726, Euler terminó una disertación sobre la propagación del sonido, *De sono*. En 1727 aceptó la invitación de trasladarse a San Petersburgo. Ganó reputación al solucionar el problema de Basilea: cuál era la suma de la serie infinita $1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + \dots$, que se había resistido a los matemáticos a lo largo de casi un siglo. Euler demostró que la solución era $\pi^2/6$. Aplicó sistemáticamente el cálculo a la mecánica racional desde 1736, con *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* («Mecánica, o ciencia del movimiento, expuesta de forma analítica»). Antes de William Rowan Hamilton, fue Euler quien formuló la mayoría de las ecuaciones diferenciales en mecánica. Apoyándose en el trabajo de Alexis Claude Clairaut, demostró en astronomía que la ley del inverso del cuadra-

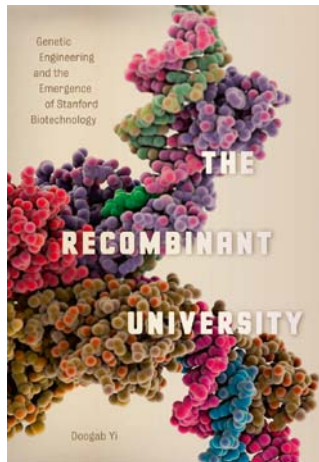
do de Newton sobre la gravitación daba cuenta, por sí misma, de todo movimiento lunar. Pero se encontró solo en la creación de un lenguaje matemático que se convertiría en canónico a lo largo de los dos siglos siguientes.

Invitado en 1741 a Berlín por Federico II, publicó su *Introductio in analysin infinitorum*, pergeñó una mecánica del continuo y propulsó una teoría ondulatoria de la luz. Partiendo de los *Principia* de Newton, Euler echó los fundamentos de la mecánica clásica, propuso unos procedimientos novedosos para la solución de problemas y aplicó el cálculo diferencial. Pero nunca se sintió a gusto en el ambiente de la corte. De vuelta, casi ciego ya, a San Petersburgo en 1776, creó un cálculo analítico de variaciones, desarrolló la teoría lunar más precisa de su tiempo, que apoyaba la dinámica de Newton, y publicó *Cartas a una princesa alemana*. Había perdido la visión del ojo derecho 28 años atrás. Ahora, rondando los sesenta, declaraba que la pérdida de visión significaba para él una fuente menos de distracción. En los 17 años restantes de su vida, o póstumamente, se publicaron más de la mitad de sus escritos.

La suya fue una historia de descubrimientos incesantes y de contribuciones a todas las ramas del saber puro y aplicado, especialmente en cálculo, teoría de números, óptica, mecánica celeste, mecánica racional y mecánica de fluidos, sin olvidar sus incursiones en construcción naval, balística, cartografía, cronología y teoría de la música. Solo en cálculo aportó cientos de descubrimientos y pruebas, así como numerosísimos cálculos para simplificar y esclarecer las técnicas de cálculo diferencial, series infinitas y cálculo integral.

En España debemos a Alberto Dou un espléndido trabajo sobre el *Método de máximos y mínimos*, una de las joyas de la literatura matemática del siglo xvii y de todos los tiempos. En él se anticipa el cálculo de variaciones, una poderosa herramienta en física matemática. El método de Euler es hoy en día familiar a todo físico para obtener las ecuaciones de evolución de un sistema a partir del principio de mínima acción. Tanto ese método como ese principio se encuentran en esa obra en su momento naciente.

—Luis Alonso



**THE RECOMBINANT UNIVERSITY
GENETIC ENGINEERING AND THE EMERGENCE
OF STANFORD BIOTECHNOLOGY**

Doogab Yi
The University of Chicago Press, 2015

ADN recombinante

Emergencia de la biotecnología

El advenimiento de la técnica del ADN recombinante en los años setenta marca el hito inicial de la historia de la biotecnología y de la comercialización de la investigación académica. Una técnica y una comercialización que tuvieron su centro de arranque en la comunidad científica del área de la bahía de San Francisco. El patronazgo de la investigación, las fuerzas del mercado y los progresos legales desde finales de los años sesenta hasta comienzos de los ochenta influyeron en la evolución de la técnica y reconfiguraron

las coordenadas morales y científicas de la investigación en biomedicina. ¿Qué aconteció en esos años?

Cuando se habla del ADN recombinante y de la ingeniería genética, se alude, por lo común, a la técnica de clonación de Stanley Cohen, del departamento de genética de la Universidad Stanford, y Herbert Boyer, de la Universidad de San Francisco, y su patente de comercialización. Sin embargo, los procedimientos experimentales fueron iniciados en el departamento de bioquímica de Stanford. En un entorno

de intensa competitividad, la Universidad Harvard abrió las puertas a James Watson en 1956. Hacia finales de los cincuenta, el Instituto de Tecnología de Massachusetts hizo lo propio con Salvador E. Luria. En el Instituto de Tecnología de California, la biología molecular estaba liderada por Max Delbrück. En 1957, Arthur Kornberg aceptó la creación y dirección del departamento de bioquímica de Stanford. Para levantarlo se llevó consigo a Robert Lehman, Paul Berg, Melvin Cohn, A. Dale Kaiser, David Hogness y Robert Baldwin. El núcleo del grupo de investigación de Kornberg sobresalió en el metabolismo químico de los coenzimas y ácidos nucleicos. Despuntaron en aspectos moleculares clave del gen (replicación del ADN y síntesis de proteínas).

Kornberg, que recibió el premio Nobel en 1959 por su investigación sobre la síntesis de ADN, había trabajado con Severo Ochoa en la Universidad de Nueva York y con Carl y Gerty Cori en la de Washington. Se entregó al estudio de las enzimas, que consideraba la fuerza motriz de la biología. Se empeñó en la búsqueda de una enzima que sintetizara la cadena polinucleotídica de ADN. En 1957, su artículo sobre la síntesis de ADN a partir de sus precursores por la ADN polimerasa fue

rechazado por *The Journal of Biological Chemistry*. En la primavera del año siguiente, un nuevo editor reparó en ese trabajo y lo publicó. En la enzimología de la replicación del ADN seguiría trabajando los siguientes treinta años.

En la distribución del trabajo, Kornberg y Lehman se ocuparon de la síntesis bioquímica y replicación del ADN mediante la polimerasa; a Berg, Hogness y Kaiser les correspondió la regulación genética de células bacterianas y virus para sondear la función genética y bioquímica del ADN. Y, no menos importante, el departamento estableció su propio código moral académico, con particular atención a la producción, intercambio y propiedad del conocimiento y materiales de investigación. Había trasiego constante de resultados, de becarios y doctorandos, de métodos y herramientas (centrífugas o microscopio electrónico). Quienes trabajaban, por ejemplo, en regulación génica bacteriana, el grupo de Kaiser, recibían enzimas críticas para manipular e investigar la actividad biológica del ADN, de los laboratorios de Kornberg y Lehman, y acceder a sus técnicas enzimáticas. Ese sistema compartido les permitía alcanzar economías de escala. Además, facilitaba el diálogo y el debate sobre observaciones y datos de

interés. El secreto y la apropiación exclusiva se consideraban inmorales.

A finales de los sesenta, Berg y Hogness exploraron nuevas direcciones en la biología de los organismos superiores. Berg adoptó el sistema experimental de virus tumorales animales para explorar la expresión y regulación génica en células de mamífero; ello propició el advenimiento de la técnica del ADN recombinante como herramienta de trabajo para la cartografía génica. La posibilidad de crear, mediante ese método, organismos transgénicos significó el comienzo de un cambio epistemológico en la investigación biomédica. En el otoño de 1970, el laboratorio de Berg se encontraba en la avanzadilla de la técnica del ADN recombinante. David Jackson y Robert Symons lograban allí, un año más tarde, la síntesis in vitro de moléculas de ADN recombinante mediante combinación de dos genes foráneos.

En ese clima de efervescencia de nuevas ideas se iban acometiendo hibridaciones experimentales que ahondaban en la transformación bacteriana y en la clonación génica. Contemporáneamente, Stanley Cohen y Herbert Boyer demostraban experimentalmente la clonación molecular del ADN recombinante a través de una serie de experimentos, en alguno

de los cuales intervino John Morrow, del laboratorio de Berg. La relación de Cohen con los bioquímicos llegaba hasta el uso compartido de sus instrumentos, una interacción crítica para convertir a los plásmidos en herramientas de trabajo.

En su empeño por introducir un plásmido circular en bacterias, Cohen acudía a menudo a Peter Lobban. En un principio, solo los bioquímicos de Stanford poseían los recursos técnicos y enzimáticos para sintetizar moléculas de ADN recombinante. Por eso, la solicitud de patente sobre el ADN recombinante por Cohen y Boyer, aquí expuesta con minucioso detalle, desató una controversia durísima sobre la prioridad y propiedad de los avances científicos en asuntos biológicos, controversia que todavía persiste. El imperativo ético sería uno de los sellos distintivos del departamento de bioquímica. En julio de 1974 firmaron, con otros, una carta en la que solicitaban una moratoria en la investigación sobre ADN recombinante para conjurar el miedo de la sociedad a la creación de plagas, la alteración de la evolución humana o la degradación del entorno [véase «Debate sobre el ADN recombinante», por Clifford Grobstein; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre de 1977].

—Luis Alonso

PACKS TEMÁTICOS

Minicolecciones de monografías sobre temas científicos clave

GENÉTICA (solo digital)



- Nueva genética
- ¿Qué es un gen?
- Epigenética

~~20,70€~~
15,99€

COSMOLOGÍA



- Presente y futuro del cosmos
- Estrellas y galaxias
- Origen y evolución del universo
- Hubble (SOLO DIGITAL)

~~25,60€~~
19,99€

Descubre estos y muchos otros packs temáticos en

www.investigacionyciencia.es/catalogo

Teléfono: 934 143 344 | administracion@investigacionyciencia.es