

**QUIÉNES SOMOS Y CÓMO HEMOS LLEGADO  
HASTA AQUÍ**  
ADN ANTIGUO Y LA NUEVA CIENCIA  
DEL PASADO HUMANO

David Reich  
Antoni Bosch Editor, 2019

## Genética antigua

*Un nuevo camino para desentrañar  
el pasado de la humanidad*

Nos encontramos ante un libro comprensible para cualquier lector, incluso para aquellos no tengan ningún conocimiento de genética. La mayor parte de la obra constituye un relato fascinante y vertiginoso de la vida científica del autor desde 2007, cuando se unió al equipo que en 2012 demostró que hubo apareamientos entre neandertales y humanos modernos no africanos hace unos 50.000 años. Este sorprendente descubrimiento se consiguió en Alemania, en el laboratorio de Svante Pääbo, inventor de las técnicas necesarias para secuenciar genomas antiguos completos. Después, David Reich ha logrado numerosos descubrimientos en su propio laboratorio en Estados Unidos, aplicando esas mismas técnicas a otras poblaciones antiguas.

En 2009, el grupo del autor detectó con sorpresa que, en la actualidad, los europeos del norte están más emparentados con los nativos americanos que con los siberianos. Para explicarlo, los investigadores propusieron que parte de una hipotética población del norte de Eurasia migró hacia el este (América) y otra hacia el oeste (Europa). También supusieron que esa hipotética población ancestral fue reemplazada posteriormente por otras. Dicha propuesta se confirmó cuando, en 2013, otro grupo publicó datos del genoma completo de un niño que vivió en Siberia hace unos 24.000 años y que presentaba mucha mayor afinidad genética con los europeos y nativos americanos actuales que con los siberianos de hoy en día. Reich considera que este constituye el mejor ejemplo del potencial del ADN antiguo para estudiar la prehistoria.

Mediante la detección de grandes cambios en los genomas antiguos a lo largo del

tiempo, el grupo de Reich demostró en 2016 que hubo enormes migraciones de cazadores-recolectores, como la que difundió las herramientas gravetienses por la mayoría de Europa desde su extremo más oriental (hace entre 33.000 y 22.000 años), la que llevó la cultura magdaleniense desde Iberia hasta Francia y Alemania (hace entre 19.000 y 14.000 años) y la de quienes se expandieron por Europa desde el sudeste a partir de un calentamiento postglacial (hace unos 14.000 años).

En 2015, el equipo de Reich demostró, gracias al análisis de genomas antiguos completos, la existencia de una migración masiva de pastores que hace unos 5000 años hacían uso de la rueda y que se expandieron desde la estepa (al norte de los mares Negro y Caspio), dando lugar en Europa a la llamada cultura de la cerámica cordada. Este se convertiría en un trabajo muy influyente, pues apoya una teoría según la cual dicha migración difundió las lenguas indoeuropeas. Y aunque Reich no parece mencionarlo, es importante señalar que, ya en 1993, el genetista italiano Luigi Luca Cavalli-Sforza y sus colaboradores habían publicado en *Science* un mapa que, a partir de la genética de las poblaciones modernas, emplearon para sugerir precisamente la existencia de un gran impacto genético de esta difusión de hablantes indoeuropeos desde la estepa hace unos 5000 años [véase «Genes, pueblos y lenguas», por Luigi Luca Cavalli-Sforza; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, enero de 1992].

Otra expansión que comenzó hace unos 4700 años fue la de la cultura del vaso campaniforme desde Iberia. Se desconocía si fue básicamente démica (debida a la dispersión de poblaciones)

o cultural (causada por la difusión de la cultura por imitación, pero sin apenas movimiento de poblaciones). El grupo de Reich resolvió esta controversia en 2017, al concluir que se trató de una expansión cultural hasta Europa central (porque no fue acompañada de cambios genéticos relevantes) pero démica en las islas británicas (donde sí se introdujo una nueva componente genética). El libro de Reich resume también resultados similares para otros continentes, para los que todavía no se dispone de tantos datos genéticos antiguos, así como las aportaciones de la genómica a cuestiones como las relativas a la desigualdad, la raza o la identidad.

Con todo, la obra contiene algunas afirmaciones sorprendentes. Por ejemplo, en la introducción se nos dice que Cavalli-Sforza hizo pocas aportaciones nuevas y casi todas erróneas. Sin embargo, y aunque en la época de Cavalli-Sforza aún no había datos de ADN antiguo, fue él el primero en predecir la importancia de procesos clave como la difusión démica y la deriva genética (la influencia del azar en poblaciones de pocos individuos). Sus méritos incluyen muchas otras aportaciones, todas ellas totalmente correctas [véase «Luigi Luca Cavalli-Sforza: simbiosis de ciencia y humanidades», por Joaquim Fort; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, octubre de 2018].

Para evitar confusiones, es importante hacer constar que, en la introducción, Reich afirma que Cavalli-Sforza denominó «difusión démica» a la combinación de la dispersión y la mezcla de poblaciones. Esto no es así, puesto que Cavalli-Sforza siempre definió la difusión démica como la dispersión de poblaciones, excluyendo la mezcla. Y predijo que la combinación de ambos procesos, dispersión y mezcla, daría lugar a variaciones espaciales de frecuencias genéticas, las cuales fueron detectadas posteriormente por él y sus colaboradores (*Science*, 1978).

También sorprende que Reich escriba que fueron él y su grupo quienes, en 2016, «descubrieron» que la agricultura (esto es, el Neolítico) se difundió desde Oriente Próximo en todas direcciones debido a una dispersión de poblaciones de agricultores que comenzó hace unos 9000 años. Una vez más, Cavalli-Sforza y su equipo ya habían llegado a esta conclusión para el caso de Europa comparando mapas genéticos actuales, primero con un mapa de dataciones neo-

líticas (*Science*, 1978) y después con uno de simulaciones genéticas (*American Naturalist*, 1986).

Es cierto que, tal y como explica Reich, los mapas de variaciones genéticas han sido mejorados gracias a los datos aportados por el ADN antiguo y que se han desarrollado otros tipos de simulaciones. No obstante, nada de ello invalida la conclusión de que hubo dispersión de poblaciones neolíticas. Es más, dicha conclusión ya había sido confirmada mediante técnicas de genética antigua con anterioridad a los trabajos de Reich. Tal y como se comenta en el capítulo 5 de la obra, ya en 2009 el grupo de Joachim Burger había publicado en *Science* el descubrimiento de que los cazadores-recolectores de Europa central presentaban haplogrupos muy diferentes de los de los primeros agricultores (los haplogrupos hacen referencia a pequeñas porciones del genoma, mientras que Reich y sus colaboradores estudian el genoma completo). Es verdad que hasta 2016 no se consiguieron genomas completos de Oriente Próximo. Pero la dispersión de poblaciones neolíticas en Europa estaba ya demostrada, y la introducción

del libro parece transmitir la impresión contraria.

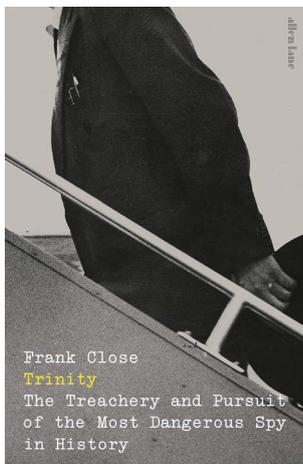
Igualmente problemática resulta la afirmación, también en el capítulo 5, de que Cavalli-Sforza defendía que los primeros agricultores que llegaron a Europa se mezclaron sustancialmente con los cazadores-recolectores. En realidad, Cavalli-Sforza insistió en que no era posible llegar a esta conclusión con los datos disponibles (un texto que no deja lugar a dudas es «Demic diffusion as the basic process of human expansions», en *Examining the farming/language hypothesis*, dirigido por Peter Bellwood y Colin Renfrew y publicado en 2002 por el Instituto McDonald de Investigación Arqueológica de la Universidad de Cambridge). De hecho, Cavalli-Sforza defendía la teoría contraria: que el Neolítico se propagó básicamente por la dispersión de poblaciones de agricultores, y solo en menor medida por su mezcla con cazadores-recolectores. El investigador había llegado a esta idea por dos razones: la fuerte resistencia de los pigmeos a integrarse en poblaciones de agricultores que había observado durante sus expediciones a África, y su demostración de que el mo-

delo matemático elaborado en su día por Ronald Fisher (que es totalmente démico) explicaba por qué el Neolítico se había propagado por Europa a la velocidad que indican las pruebas arqueológicas [véase «Modelos matemáticos de la transición neolítica», por Joaquim Fort; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2015].

Por lo demás, la traducción del libro de Reich es muy buena, si bien una revisión por parte de un experto habría permitido corregir algunos errores (por ejemplo, cuando en el primer capítulo se afirma que los neandertales se extinguieron antes de la llegada de los humanos modernos). Esta es probablemente la única obra escrita por un experto en ADN antiguo en activo que expone los enormes logros que esta disciplina ha conseguido durante los últimos años, muchos de ellos fruto del trabajo del autor y su grupo. Su lectura resulta imprescindible para todos aquellos interesados en el tema.

—Joaquim Fort

Universidad de Gerona  
Institución Catalana de Investigación  
y Estudios Avanzados (ICREA)



**TRINITY**  
**THE TREACHERY AND PURSUIT OF THE MOST DANGEROUS SPY IN HISTORY**

Frank Close  
Allen Lane, 2019

**Klaus Fuchs, el físico que contaba demasiado**

*La insólita biografía del «espía más peligroso de la historia» ilumina algunos aspectos poco conocidos del desarrollo de la primera bomba atómica*

**E**l desarrollo de las primeras armas nucleares constituye un capítulo perturbadoramente fascinante de la historia de la ciencia. La razón excede la mera implicación de los científicos en la investigación militar, de la cual contamos con repetidos ejemplos a lo largo de la historia: Arquímedes puso sus conocimientos al servicio de la defensa de Siracusa, Galileo Galilei impartió lecciones en Padua sobre el diseño de fortificaciones, y Fritz Haber ideó las primeras armas químicas

usadas en la Gran Guerra. Antes bien, el programa nuclear angloamericano sobresale por otras causas.

Una es el inmenso reto científico que supuso aplicar la naciente física nuclear al desarrollo de un explosivo sin precedentes. Desde el punto de vista organizativo, la estructura del Proyecto Manhattan sienta un claro precedente de lo que hoy llamamos «gran ciencia». Pero, además, las motivaciones de algunos de los científicos e ingenieros que participa-

ron en él estuvieron a veces plagadas de ambigüedades, contradicciones y lealtades divididas. Para el observador actual, gran parte de estas historias personales quedan ocultas tras las grandes narrativas del proyecto, así como por las masacres de Hiroshima y Nagasaki a las que condujo.

Frank Close nos ofrece en *Trinity* una oportunidad de asomarnos a este último aspecto de la historia a través de la biografía de Klaus Fuchs (1911-1988), el físico cuya exitosa carrera como agente soviético hizo que el Congreso de EE.UU. le considerara «el espía más peligroso de la historia», tal y como nos recuerda el subtítulo de la obra.

El libro nos guía a través de las vicisitudes de juventud del protagonista, su militancia comunista, la huida de la Alemania nazi y su llegada como refugiado político al Reino Unido. Allí Fuchs continúa su formación como físico, primero en la Universidad de Bristol y luego en la de Edimburgo, en la que trabaja con Max Born. Tras el paréntesis de su internamiento en Canadá como «extranjero enemigo», se incorpora a la Universidad de Birmingham en el grupo de Rudolf Peierls, otro exiliado alemán que jugó un

papel crucial en los inicios del programa nuclear aliado.

Gracias a Peierls, en cuya familia llegó a integrarse como un miembro más, Fuchs comienza en 1941 a trabajar en Tube Alloys, nombre clave del proyecto nuclear del Reino Unido. En 1944, como parte de la expedición científica británica, pasa al laboratorio de Los Álamos, en EE.UU., donde forma parte del equipo que diseña y construye la primera bomba atómica, detonada el 16 de julio de 1945 en Alamogordo, así como las usadas contra Japón el 6 y el 9 agosto de ese mismo año. Tras el final de la guerra continúa un año más en Los Álamos trabajando en los primeros diseños de la bomba de hidrógeno, para regresar en 1946 al Reino Unido como director de la división de física teórica del Laboratorio de Harwell, sede del programa nuclear británico.

Estas parecerían las peripecias vitales de un científico nuclear más si no fuera porque, entre 1941 y 1950, Fuchs fue una de las principales fuentes de información de la Unión Soviética sobre los progresos del proyecto nuclear angloamericano. En concreto, desde su privilegiada posición como uno de los científicos clave del Proyecto Manhattan, Fuchs transmitió detalles cruciales tanto sobre la bomba de implosión de plutonio, el tipo de arma detonado primero en Alamogordo y luego sobre Nagasaki, como sobre las investigaciones iniciales en la bomba de hidrógeno. Esta información fue importante para que los soviéticos pudieran probar su primera bomba de plutonio ya en agosto de 1949, lo que inauguraría una carrera armamentística de cuatro décadas. Puede decirse, pues, que Fuchs contribuyó indirectamente a establecer un equilibrio militar que, a través de la doctrina de la destrucción mutua asegurada, evitó una guerra nuclear entre las dos superpotencias.

Resulta tentador interpretar a Fuchs como resultado exclusivo de la situación política del momento. El ascenso de los fascismos durante el periodo de entreguerras, junto a los efectos sociales de la depresión económica que siguió al crac de 1929, había llevado a una parte importante de la intelectualidad europea y norteamericana a situarse políticamente en posiciones izquierdistas, desde la socialdemocracia o el *New Deal* al comunismo estalinista. Eran muchos también los que, no profesando una ideología comunista, veían con interés o simpatía el «experimento soviético». Este se percibía, a pesar de sus «excesos», como un

intento de crear una sociedad basada en principios más justos que los que habían conducido a la debacle social y política que vivía Occidente. De hecho, a lo largo de la década de 1930, la distinción entre comunismo y antifascismo se fue desdibujando progresivamente. A eso contribuyó notablemente el apoyo militar soviético a la República Española durante la guerra civil, en contraste con la pasividad de las democracias occidentales.

Si bien el pacto de no agresión germano-soviético de 1939 —que dio a Hitler la seguridad en su flanco oriental para iniciar la Segunda Guerra Mundial— le alienó simpatías, la invasión alemana en junio de 1941 devolvió a la Unión Soviética los apoyos incluso en círculos liberales. Ahora se trataba no solo de un aliado en la lucha contra el nazismo, sino de aquel que mayor coste humano estaba asumiendo. No resulta sorprendente, pues, que algunos participantes del programa nuclear angloamericano se preguntasen por qué, en esas circunstancias, el aliado soviético tenía que verse privado del fruto de sus esfuerzos.

Aunque esto explica parte de los motivos de Fuchs, Close nos demuestra que su personalidad tenía muchas más facetas. Sin duda, hay en él un honesto compromiso político y un sólido imperativo ético, inculcado por su padre clérigo, de «hacer lo correcto a toda costa». Pero también un grado de duplicidad propia del más avezado espía profesional. Solo tras su detención en 1950 pareció ser consciente de hasta qué punto había traicionado la confianza de las personas de su entorno, y muy en particular del matrimonio Peierls. Las repercusiones de la confesión de Fuchs alcanzaron además a algunos de sus colegas científicos, Peierls entre ellos, que en el paranoico clima político imperante se encontraron bajo sospecha de espionaje. Recordemos también que, solo meses después de ser detenido Fuchs, su colega de Harwell Bruno Pontecorvo llevó a cabo una súbita y rocambolesca desertión a la Unión Soviética aprovechando unas vacaciones en Italia.

*Trinity* es el resultado de una exhaustiva e impresionante labor de investigación histórica que hace uso, entre otras fuentes, de documentos desclasificados, incluida la transcripción de grabaciones y escuchas telefónicas. La obra no se limita a ser una mera narración de hechos, sino que intenta descifrar la compleja personalidad del biografado. De hecho, la investigación de Close tiene como objetivo clarificar dos puntos clave de la biografía de Fuchs.

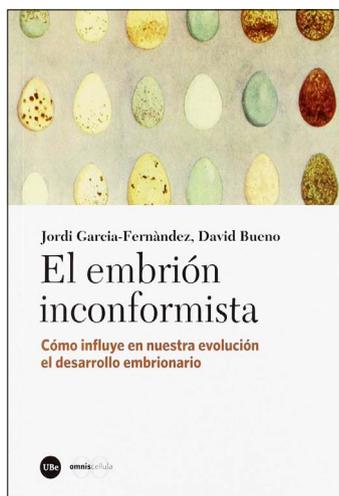
El primero son las razones de su confesión ante los interrogadores del MI5, el servicio de inteligencia británico. Las pruebas contra él eran muy débiles y su procesamiento hubiera sido muy difícil si hubiera negado las acusaciones. Esto quedó demostrado poco después en el caso de Ted Hall, el otro gran informador de los soviéticos en Los Álamos.

El segundo se refiere al inicio de la actividad como espía de Fuchs. De haberse producido esta antes de finales de junio de 1941, su argumentación basada en que compartía información con los aliados de Gran Bretaña quedaría invalidada. En esos momentos, la Unión Soviética estaba todavía ligada a la Alemania nazi por el pacto de no agresión y, como tal, no se la podía considerar una potencia amiga de los británicos.

El libro revela además la manera en que el éxito de Fuchs como espía no se debió tan solo a la astucia de este, sino también a la desidia —cuando no a la incompetencia— de los servicios de seguridad británicos. Finalmente, el libro nos muestra el lado trágico de Klaus Fuchs. Aun después de cumplir su condena de cárcel y emigrar a la Alemania Oriental, la Unión Soviética se negó a reconocer públicamente su deuda con él, ya que hacerlo hubiera dejado en mal lugar a la ciencia soviética.

A pesar de todo lo anterior, hay que advertir que *Trinity* no es una «historia de espías». Su lectura puede resultar difícil en ocasiones: es el caso de los capítulos centrales dedicados a la «caza de Fuchs», donde Close disecciona día a día, y a veces hora a hora, los movimientos de Fuchs, sus asociados y los agentes del MI5. Estamos ante una obra eminentemente histórica, no exenta de cierto toque académico, que continúa la línea de libros anteriores del autor como *The infinity puzzle* (una historia del desarrollo del modelo estándar de la física de partículas) y *Half-life* (la biografía del físico nuclear Bruno Pontecorvo). Pero el Frank Close divulgador también se deja ver aquí, como cuando explica magistralmente la física necesaria para entender el trabajo científico de los diversos personajes que desfilan por las páginas del libro. Todo ello hace de *Trinity* una obra sin duda interesante y accesible para un amplio espectro de lectores.

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



**EL EMBRIÓN INCONFORMISTA  
CÓMO INFLUYE EN NUESTRA EVOLUCIÓN  
EL DESARROLLO EMBRIONARIO**

Jordi García-Fernández y David Bueno  
Universitat de Barcelona Edicions, 2019

**La evolución del  
desarrollo embrionario  
como motor de la  
diversidad animal**

*Una introducción tan accesible como  
rigurosa a una de las grandes preguntas  
de la biología evolutiva*

**T**odos somos parientes. La evolución biológica nos muestra que todos los seres vivos tenemos un lejano antepasado común del que procedemos. Todos. Parece algo sobrenatural, pero no lo es. Ello se debe a dos fenómenos fundamentales: la variabilidad intrínseca de los seres vivos y el mecanismo de selección natural que preserva y hace prosperar aquellas variantes más aptas para reproducirse y dar, a su vez, nuevas generaciones de esas variantes. Un mecanismo inexorable que impulsa la evolución y que fue descubierto de manera independiente por dos geniales pensadores, Charles Darwin y Alfred Wallace.

La integración de la teoría de la evolución por selección natural y de la teoría genética de Gregor Mendel daría lugar a la llamada «síntesis moderna». Esta aportó conceptos tan esenciales como el de herencia genética, el de mutación aleatoria como fuente de variación y el de genética de poblaciones. Y en particular, llegó a la noción del gen como unidad básica de la evolución, algo que no estuvo al alcance de Darwin y Wallace ya que no conocieron las aportaciones de Mendel. Darwin ya había explicado que todo pequeño paso en la historia evolutiva nace de un cambio azaroso que triunfa. El afortunado título del libro *El azar y la necesidad*, publicado por Jacques Monod en 1970, cinco años después de recibir el premio Nobel de fisiología o medicina, lo resume a la vez de manera científica y lírica.

Tenemos, pues, la unidad básica de la evolución (los genes) y los mecanismos que la regulan (la selección natural). Pero una pregunta sigue en el aire. Si consideramos solo los animales, veremos que están divididos en 35 fillos o

grandes grupos, cada uno de ellos caracterizado por su plan corporal. Algunos son ampliamente conocidos, como los cordados, que incluyen los vertebrados y nuestra especie; los equinodermos, compuestos mayormente por erizos y estrellas de mar; los artrópodos, como insectos y crustáceos; o los moluscos, que reúnen todo tipo de almejas, ostras, pulpos y calamares, babosas y caracoles. Pero por otro lado, si consideramos los genomas de las especies de cada filo, veremos que guardan mucho en común; es decir, raramente hay genes específicos de cada filo. Ello conduce a una pregunta natural: ¿cómo es posible que, a partir de un conjunto limitado de genes, haya podido surgir esa espectacular diversidad animal, que va desde ostras y calamares hasta gacelas y humanos, pasando por cucarachas y estrellas de mar?

En esencia, la respuesta está en la versatilidad de los genes, cuya regulación puede ofrecer múltiples posibilidades y cuya expresión puede dar lugar a más de una proteína, y en las diferentes combinaciones que pueden adoptar las proteínas para ejecutar funciones de todo tipo. El conjunto constituye una poderosa caja de herramientas con la que puede construirse cualquiera de los animales que conocemos y cuya acción se ejecuta en el embrión, el estadio en el que se producen los procesos de desarrollo que darán lugar al plan corporal del organismo.

Así pues, la evolución opera fundamentalmente en los genes, y estos son esenciales para el desarrollo. De ahí el eje evolución y desarrollo, *evo-devo* para los amigos, una joven disciplina que estudia la biología evolutiva del desarrollo y que aborda dos grandes preguntas: ¿cómo

ha afectado el desarrollo a la evolución morfológica? y ¿cómo ha evolucionado el propio desarrollo? Desde el punto de vista de la *evo-devo*, la evolución se contemplaría como el cambio en los procesos de desarrollo [véase «Desarrollo embrionario y evolución», por Katherine E. Willmore; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre de 2010].

De todo ello trata *El embrión inconformista*, en particular de la caja de herramientas. Una caja de herramientas ciertamente versátil pero que tiene también sus limitaciones, por lo que no resulta sorprendente que haya resuelto algunos problemas evolutivos con un cierto componente de chapuza. Lo explicaba François Jacob, colega de Monod que compartió con él el premio Nobel en 1965, en su ensayo de 1977 *Evolution and tinkering*, que podría traducirse como «Evolución y bricolaje». Es decir, que la evolución trabaja con la caja de herramientas disponible y no inventa genes nuevos *ad hoc* para desarrollar nuevas funciones.

Esas restricciones se hacen patentes al observar algunas soluciones evolutivas deficientes que hallamos en el mundo animal. En *El embrión inconformista* se detallan algunas de ellas, referidas a la especie humana. Por ejemplo, los ligamentos de nuestras rodillas son asimétricos, lo cual propicia lesiones, como vemos a menudo en los futbolistas. Esa organización de los ligamentos es una buena solución para los cuadrúpedos, pero ya no lo es tanto para quienes hemos devenido bípedos, sobre todo si hemos incrementado nuestro peso. En el mundo animal observamos numerosos ejemplos de soluciones deficientes. Por ejemplo, las que causan que la retina esté invertida o que tenga un punto ciego, o las que han generado estructuras inútiles, como las inseribles patas anteriores del tiranosaurio, o las alas que no vuelan de los avestruces y que la evolución no ha podido eliminar del todo.

¿Recuerdan el caso del Apolo 13, cuando, en su viaje a la Luna en abril de 1970, fallaron los filtros del aire y pusieron en riesgo la vida de la tripulación? Al final, con los materiales disponibles en la nave, los astronautas lograron improvisar un tosco filtro con una bolsa de plástico, una caja de cartón, cinta aislante y un calcetín. La evolución a veces opera de ese modo: soluciona problemas como puede reciclando materiales.

Esas soluciones imperfectas nos muestran el sinsentido de las ideas creacionis-

tas, que propugnan que unas estructuras tan complejas como un ser vivo, o el ojo de un ser vivo, solo pueden haber sido concebidas por un diseñador sobrenatural. Es el viejo argumento de William Paley, que en el siglo XVIII pretendía demostrar la existencia de Dios con la metáfora del relojero: que no puede existir algo tan complicado como un reloj (o un ojo humano) sin la existencia de un relojero (o un diseñador superior, Dios). En 1986, el incisivo evolucionista Richard Dawkins daría las respuestas pertinentes en su obra *El relojero ciego*. No tiene sentido hablar de creacionismo, o de la astuta versión moderna del diseño inteligente, a la vista —entre otras cosas— de los torpes diseños que en ocasiones vemos en el mundo vivo.

*El embrión inconformista* pone todas estas cuestiones al alcance del público. En una primera parte, centrada en conceptos básicos, describe qué es el ADN y cómo se organiza; cómo se estructura el

genoma; cómo se producen las proteínas, los bloques elementales a partir de los cuales se construye el animal, a partir de los genes; y en fin, cómo se desarrolla un embrión. Todo ello en un lenguaje claro y accesible, con el uso frecuente de metáforas pero sin perder ni un ápice de rigor. No es un ejercicio fácil, pues a menudo hay que entrar en cuestiones que entrañan cierta complejidad. Pongamos por caso la división de los genes en intrones (que no codifican proteínas) y exones (que sí lo hacen). El libro explica cómo un proceso de corta y pega hace que se reúnan todos los exones y pueda generarse la proteína completa. Y cómo la existencia de exones e intrones posibilita que un gen produzca varias proteínas diferentes gracias al fenómeno del corta y pega alternativo.

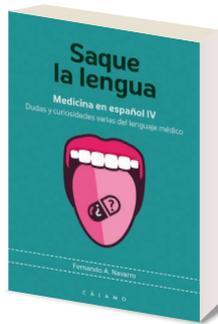
La segunda parte de la obra nos ofrece ejemplos concretos. Ilustra cómo han podido generarse serpientes sin patas, o murciélagos con las extremidades ante-

rior transformadas en alas, gracias a la mencionada caja de herramientas. O cómo se ha formado el pico de los pájaros a partir de unas mandíbulas ordinarias, o los picos tan diferentes de las distintas especies de pinzones de las islas Galápagos que Darwin hizo famosos. Cabe añadir que Jordi Garcia-Fernández y David Bueno han protagonizado varios de los ejemplos comentados. No cabe duda de que esa experiencia de primera mano ha sido fundamental para que las explicaciones sean tan didácticas como rigurosas: perfectamente comprensibles para un espectro muy amplio de lectores que se pregunten cómo, a partir de un número relativamente limitado de genes, ha podido surgir esa maravillosa biodiversidad que observamos en la naturaleza.

—Xavier Bellés  
*Instituto de Biología Evolutiva  
 CSIC y Universidad Pompeu Fabra*

## NOVEDADES

Una selección de los editores de *Investigación y Ciencia*



**SAQUE LA LENGUA**  
 MEDICINA EN ESPAÑOL IV:  
 DUDAS Y CURIOSIDADES  
 VARIAS DEL LENGUAJE MÉDICO

Fernando A. Navarro  
 Ediciones Cálamo, 2019  
 ISBN: 978-84-16742-15-8  
 344 págs. (23,50 €)

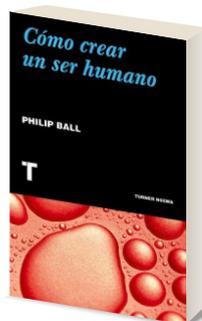


**MÁS ALLÁ DEL BIG BANG**  
 UN BREVE RECORRIDO POR  
 LA HISTORIA DEL UNIVERSO

Iván Agulló  
 Debate, 2020  
 ISBN: 9788417636647  
 112 págs. (13,90 €)

**CÓMO CREAR  
 UN SER HUMANO**

Philip Ball  
 Turner, 2020  
 ISBN: 978-84-17866-06-8  
 376 págs. (24,90 €)



**LÍQUIDOS**  
 SUSTANCIAS DELICIOSAS  
 Y PELIGROSAS QUE FLUYEN  
 POR NUESTRAS VIDAS

Mark Miodownik  
 Crítica, 2020  
 ISBN: 978-84-9199-181-6  
 256 págs. (21,90 €)

