

EL GEN
UNA HISTORIA PERSONAL
Siddhartha Mukherjee
Debate, 2017

Biografía conceptual del gen

Historia de la unidad que ha revolucionado la biología

Tres ideas revolucionaron la ciencia del siglo xx: átomo, bit y gen. Cada uno de esos conceptos inició su andadura como una noción abstracta, pero se desarrollaron, se adueñaron del pensamiento humano y transformaron la cultura, la sociedad, la política, la filosofía y el lenguaje. En cada caso se representaba la unidad irreducible —el bloque de construcción, la entidad básica de organización— de un todo mayor: el átomo, de la materia; el bit, de la información digitalizada; y el gen, de la herencia y la información biológica. En cuanto unidad fundamental, no podemos comprender la biología celular ni el organismo (en su estado normal o patológico, en su conducta e identidad) sin afianzarnos primero en el conocimiento del gen. Hay solo una molécula portadora de la información hereditaria y un código.

Nuestro conocimiento de los genes ha alcanzado tal nivel de refinamiento y profundidad que hemos pasado de estudiarlos en el tubo de ensayo a hacerlo en su contexto celular propio. Residen en los cromosomas, estructuras largas y filamentosas confinadas en el interior de la célula que contienen decenas de miles de genes concatenados unos con otros. Los humanos poseemos 46 cromosomas, 23 procedentes de un progenitor y 23 del otro. El conjunto entero de instrucciones genéticas portadas por un organismo se denomina genoma. El genoma viene a ser la enciclopedia de todos los genes, con notas a pie de página, anotaciones, instrucciones y referencias. El genoma humano contiene entre 21.000 y 23.000 genes, los cuales aportan las instrucciones para construir, reparar y mantener nuestro organismo.

Mukherjee dispone el libro cronológicamente y temáticamente. Al final recapitula su exposición en un manifiesto de 13 puntos, los cuales reconocen al gen como unidad básica de información hereditaria; la universalidad del código genético; la interacción entre genes, medio y azar; la variabilidad como premisa evolutiva; la importancia del contexto en la apreciación de la relación entre naturaleza y cultura; la inevitabilidad de las mutaciones; el origen génico de muchas patologías o la exposición de genes y genomas a manipulaciones químicas y biológicas.

La genética ha dejado su sello en numerosos campos de la biología. Abarca también el dominio de la ciencia de la información y la psiquiatría. Ha intervenido en las corrientes más oscuras del siglo xx. Solemos mencionar la eugenesia nazi en busca del superhombre con la eliminación de los enfermos mentales y los individuos y pueblos que ellos consideraban degenerados. Pero el movimiento eugenésico comenzó mucho antes en Inglaterra y en Estados Unidos. Francis Galton, primo de Darwin, defendió la mejora de la sociedad a través de una reproducción selectiva. No sabía en qué podría consistir un gen, pero sostuvo que el inteligente, el fuerte y el hermoso deberían reproducirse más que los peor dotados. En los años treinta, los programas estadounidenses y británicos de esterilización inspiraron la *Rassenhygiene* nazi. En esa pendiente peligrosa vuelven a caer quienes culpan de la criminalidad a malos genes o declaran la superioridad intelectual de blancos y asiáticos.

Una cadena de descubrimientos subsiguientes a la Segunda Guerra Mundial transformó de raíz los pilares de la biología. Se identificó el ADN como fuente de

información genética y se desentrañó el mecanismo de acción génica en la síntesis de proteínas, responsable de la forma y la función. James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin resolvieron la estructura tridimensional del ADN. Se descifró el código genético de tres letras. En 1972, Paul Berg informó de la posibilidad de combinar dos moléculas de ADN para crear ADN recombinante. Se planteó entonces la posibilidad de que un gen erróneo se introdujera en un organismo equivocado: el experimento podría desencadenar una catástrofe biológica o ecológica. Pero no solo preocupaban los patógenos. Se puso sobre la mesa la perspectiva de una ingeniería genética humana: nuevos genes introducidos de forma permanente en el genoma de nuestra especie [véase «Modificar nuestra herencia», por Stephen S. Hall; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, noviembre de 2016].

En 1974 se recurrió al virus SV40 genéticamente modificado para infectar embriones de ratón. Las células infectadas se mezclaron con células normales para crear una quimera embriológica. Los embriones quiméricos fueron implantados en ratones. Todos los órganos y células emanaron de esos embriones: sangre, cerebro, aparato digestivo, corazón, músculos y, sobre todo, espermatozoides y óvulos. Si las células embrionarias infectadas por virus formaran algunos espermatozoides y óvulos de los ratones recién nacidos, entonces los genes víricos se transmitirían de un ratón a otro a través de generaciones, igual que cualquier otro gen. A la manera de caballos de Troya, los virus podrían transmitir permanentemente genes en el genoma del animal y producir los primeros organismos genéticamente modificados. (Hoy sabemos que las células poseen detectores, adquiridos hace tiempo en la evolución, que reconocen los genes víricos y los marcan con un sello químico, a modo de signos de cancelación, para evitar su activación.) La secuenciación y clonación génicas significaban la lectura y escritura de los genes. Y se abrió una puerta de esperanza para la terapia génica, que, no obstante, sufrió un estancamiento en los decenios siguientes, hasta que vuelve a renacer de la mano de las células madre [véase «Terapia génica, segunda parte», por Ricki Lewis; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2014].

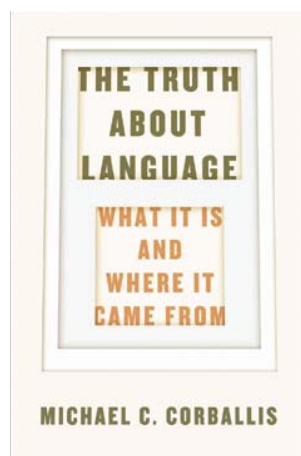
Merced a los avances técnicos, podemos ya descifrar el modo en que los genes operan en el tiempo y en el espacio para ejecutar funciones complejas. Podemos

alterarlos deliberadamente para cambiar su función. Esa transición —de la explicación a la manipulación— es lo que hace que el campo de la genética resuene más allá del confín de la ciencia. Al doblar el nuevo siglo, Philippe Horvath y Rodolphe Barrangou descubrieron que algunas bacterias habían desarrollado un arpón que se hincaba en los genomas de los virus invasores y los paralizaba. El sistema —un conmutador— reconocía los virus lesivos por su secuencia de ADN. Esos cortes no se producían al azar, sino en determina-

dos sitios específicos del ADN. No tardó en descubrirse que el sistema bacteriano de defensa entrañaba dos componentes críticos. El primero era el rastreador, un ARN codificado en un genoma bacteriano que encajaba con el ADN del virus y lo reconocía. El segundo era el ejecutor. Una vez el ADN vírico había sido reconocido como extraño, entraba en acción una proteína bacteriana, la Cas9, para asestar un corte letal al gen vírico. Había comenzado la era de la edición génica, que hoy lo invade todo.

Como no hay libro que no presente algo aprovechable, tampoco lo hay que no pueda mejorarse en algo. Esta biografía conceptual del gen ha olvidado el papel determinante desempeñado en la edición génica por el español Francisco Juan Martínez Mojica [véase «El descubrimiento del sistema CRISPR-Cas», por Francisco J. M. Mojica y Cristóbal Almendros; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, octubre de 2017].

—Luis Alonso



THE TRUTH ABOUT LANGUAGE WHAT IT IS AND WHERE IT CAME FROM

Michael C. Corballis
University of Chicago Press, 2017

Señala, gruñe y habla

La gestualidad como origen del lenguaje humano

«**T**odo el mundo es capaz de hablar trol. No hay más que señalar y gruñir.» La afirmación de Fred Weasley en *Harry Potter y el cáliz de fuego*, de J. K. Rowling, podría servir para describir los orígenes del lenguaje humano si el psicólogo Michael Corballis está en lo cierto en su obra *The truth about language* («La verdad sobre el lenguaje»). Durante años, Corballis ha sido uno de los principales defensores de la idea de que el lenguaje tiene su origen en los gestos. Su último libro desarrolla este argumento desde los primates gesticuladores hasta la neurociencia moderna.

Por lo general, el lenguaje se considera la joya de la corona de la superioridad humana sobre los demás animales. Parece surgir casi de la nada en nuestro pasado evolutivo y carece de parangón con cualquier otro modo de comunicación animal. Algunos animales manifiestan sus estados de ánimo por medio de chasquidos, zumbidos, ladridos, gorjeos o balidos. También pueden expresar ira, impaciencia, autoridad, sumisión, deseo o apego a través de gestos, pero nada de eso les sirve para

transmitir una frase tan sencilla como «di una patada al balón».

Por su carácter único y su potencial, el lenguaje humano supone una llamada de atención para los darwinistas, provocándonos para que averigüemos cómo y de dónde surgió [véase «Lenguaje, redes y evolución», por Ricard Solé, Bernat Corominas Murtra y Jordi Fortuny; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2013]. Corballis otorga un papel fundamental a las neuronas espejo, las cuales parecen evocar las acciones que observamos (en un mono, por ejemplo, las neuronas espejo se disparan cuando el animal agarra un objeto y también cuando ve a un congénere llevar a cabo la misma acción). Corballis señala que se produce un solapamiento entre partes del sistema de neuronas espejo y dos regiones de la corteza cerebral izquierda que, en los seres humanos, se hallan asociadas a la producción y comprensión del lenguaje: la zona de Broca y la de Wernicke.

Las neuronas espejo cuentan con sus detractores [véase «Debate en torno a las neuronas espejo», por Christian Wolf; MENTE Y CEREBRO n.º 65, 2014], pero para

Corballis plantean la posibilidad de que el lenguaje «evolucionara dentro de un sistema que, en los tiempos en los que éramos monos, estaba especializado en agarrar cosas». En los seres humanos, las neuronas espejo parecen tomar parte también en otras acciones. Una de ellas es señalar. Por fortuna para Corballis, señalar es uno de los primeros hitos de la comunicación en los niños («mira esto», «dame eso, por favor»), el cual surge alrededor del primer año de vida y significa el comienzo de la atención compartida. También se altera en algunos trastornos sociales, como el autismo. Asimismo, el control preciso de los músculos faciales a la hora de hablar parece compartir circuitos corticales con las regiones que controlan los gestos.

Con todo, ¿qué tiene de errónea la idea de que el lenguaje surgió de la capacidad de nuestros antepasados homínidos para vocalizar? Fue la explicación favorita de Charles Darwin, desarrollada en *El origen del hombre* (1871). Pensaba que la capacidad para el aprendizaje vocal complejo se remontaba muy atrás en la evolución, por lo menos hasta nuestro antepasado común con los pájaros. Corballis responde que, a diferencia de los gestos, las vocalizaciones de los primates no parecen controlarse de forma voluntaria; aparecen como los tics nerviosos, más estrechamente vinculados con la expresión de emociones que con el intercambio deliberado de información. Los cercopitecos verdes (*Chlorocebus pygerythrus*) son conocidos por tener tres llamadas de socorro diferenciadas: para águilas depredadoras, leopardos y serpientes. Pero una llamada de socorro no implica intercambio lingüístico, gestual ni de ningún otro tipo.

Cabe sospechar que muchos —como el primatólogo y etólogo Frans de Waal,