

EL GEN

Siddhartha Mukherjee

Índice

El gen

PRÓLOGO. Familias

PRIMERA PARTE. «La ciencia ausente de la herencia»

El jardín amurallado

«El misterio de los misterios»

La enorme laguna

«Flores que él amaba»

«Un tal Mendel»

Eugenesia

«Tres generaciones de imbéciles ya es bastante»

SEGUNDA PARTE «En la suma de las partes, no hay más que partes»

«Abhed»

Verdades y conciliaciones

Transformación

Lebensunwertes Leben («Vida indigna de vivirse»)

Esa estúpida molécula

«Los objetos biológicos importantes aparecen por pares»

«Esa condenada y esquiva pimpinela»

Regulación, replicación y recombinación

De los genes a la génesis

TERCERA PARTE «Los sueños de los genetistas»

«Crossing over»

La nueva música

Einsteins en la playa

«Clonar o morir»

CUARTA PARTE. «El estudio más propio de la humanidad es el del hombre mismo»

Las miserias de mi padre

www.elboomeran.com

<http://www.megustaleer.com/libro/el-gen/ES0121455/fragmento/>

El nacimiento de una clínica
«Interferir, interferir, interferir»
Un poblado de bailarines y un atlas de pecas
«Disponer del genoma»
Los geógrafos
El libro del hombre (en veintitrés tomos)
QUINTA PARTE. A través del espejo
«Por lo tanto, somos lo mismo»
La primera derivada de la identidad
El último kilómetro
El Invierno del Hambre
SEXTA PARTE. Posgenoma
El futuro del futuro
Diagnósticos genéticos: «previvientes»
Terapias génicas: los posthumanos
EPÍLOGO. Bheda, Abheda
Agradecimientos
Glosario
Tabla cronológica
Bibliografía seleccionada
Imágenes
Sobre este libro
Sobre Siddhartha Mukherjee
Créditos
Notas

A Priyabala Mukherjee (1906-1985), que conocía los peligros;
a Carrie Buck (1906-1983), que los experimentó

Es probable que una determinación exacta de las leyes de la herencia provoque más en la visión del hombre sobre el mundo y en su poder sobre la naturaleza que cualquier otro previsible avance en el conocimiento de esta.

WILLIAM BATESON[1]

Los seres humanos no son en última instancia más que portadores —pasillos— de los genes. Nos pasan por encima de generación en generación como caballos de carreras. Los genes no piensan en lo que constituye el bien o el mal. No les importa que seamos felices o desgraciados. Para ellos solo somos medios para un fin. Lo único en que piensan es en lo que pueda ser más eficiente para ellos.

HARUKI MURAKAMI, 1Q84[2]

PRÓLOGO

Familias

La sangre de tus padres no se pierde en ti.

MENELAO, La Odisea

Ellos te joden, tu mamá y tu papá.

Ellos quizá no quieren, pero lo hacen.

Ellos te llenan de los defectos que tenían

y añaden algún otro solo para ti.

PHILIP LARKIN, «This Be the Verse»[1]

En el invierno de 2012 viajé de Delhi a Calcuta para visitar a mi primo Moni. Me acompañaba mi padre para guiarme y estar conmigo, pero su presencia era deprimente y perturbadora, sumido como estaba en una desazón personal que solo vagamente podía yo percibir. Mi padre es el menor de cinco hermanos y Moni es su primer sobrino, hijo del mayor. Desde 2004, cuando cumplió cuarenta años, Moni ha estado confinado en una institución para enfermos mentales (una «casa de lunáticos», como la llama mi padre) con un diagnóstico de esquizofrenia. Recibe una fuerte medicación —sumergido en un mar de múltiples antipsicóticos y sedantes—, y un auxiliar se encarga de vigilarlo, bañarlo y alimentarlo durante el día.

Mi padre nunca ha aceptado el diagnóstico de Moni. Durante años ha llevado a cabo una solitaria campaña contra los psiquiatras encargados de cuidar a su sobrino con la esperanza de convencerlos de que su diagnóstico fue un colosal error, o de que la destrozada psique de Moni se arreglaría de alguna manera mágica. Mi padre ha visitado la institución en Calcuta dos veces, una de ellas sin previo aviso, con la esperanza de ver a un Moni transformado, viviendo secretamente una vida normal detrás de las puertas enrejadas.

Pero mi padre sabía —y yo también— que en esas visitas había algo más que el afecto de un tío. Moni no es el único miembro de la familia de mi padre con una enfermedad mental. De los cuatro hermanos de mi padre, dos —no el padre de Moni, sino dos de sus tíos— padecieron diversas perturbaciones mentales. Resultó que la locura ha estado presente entre los Mukherjee durante al menos dos generaciones, y cuando menos una parte de la reticencia de mi padre a aceptar el diagnóstico de Moni radica en el desalentador reconocimiento de que la semilla de la enfermedad puede hallarse enterrada, como un residuo tóxico, en él.

En 1946, Rajesh, el tercero de los hermanos de mi padre, murió prematuramente en Calcuta. Tenía veintidós años. Se cuenta que contrajo una neumonía después de pasar dos noches de invierno haciendo ejercicios bajo la lluvia, pero la neumonía fue la culminación de otra enfermedad. Rajesh era el más prometedor de los hermanos,

www.elboomeran.com

<http://www.megustaleer.com/libro/el-gen/ES0121455/fragmento/>

el más ágil, habilidoso, carismático, enérgico, querido e idolatrado por mi padre y su familia.

Mi abuelo había muerto diez años antes, en 1936 —fue asesinado en una disputa sobre unas minas de mica—, y mi abuela había tenido que cuidar de cinco chicos jóvenes. Aunque no era el mayor, Rajesh encajó fácilmente en el puesto de su padre. Tenía solo doce años, pero su edad mental podría ser de veintidós; su aguda inteligencia ya estaba siendo templada por la seriedad, y la inseguridad propia de la adolescencia evolucionaba hacia la confianza en sí mismo propia de la edad adulta.

Pero en el verano del 46, recuerda mi padre, Rajesh empezó a comportarse de manera extraña, como si un cable del cerebro le hubiera saltado. El cambio más llamativo en su personalidad era la volubilidad; las buenas noticias provocaban en él estallidos de incontenible alegría, a menudo extinguida solo por ejercicios físicos cada vez más acrobáticos, mientras que las malas noticias lo sumían en un abatimiento invencible. Las emociones eran normales en su contexto; lo anormal era su carácter extremo. En el invierno de aquel año, la curva sinusoidal de la psique de Rajesh se había estrechado en la frecuencia e incrementado en la amplitud. Las oleadas de energía, con inclinación a la ira y la grandiosidad, eran más frecuentes y furiosas, y la resaca de aflicción que las seguía era igual de intensa. Se aventuró en el ocultismo; organizaba en casa sesiones espiritistas con güija o se reunía con sus amigos para meditar en un crematorio por la noche. Ignoro si se automedicaba. En los años cuarenta, los antros del barrio chino de Calcuta recibían grandes suministros de opio de Birmania y hachís afgano para calmar los nervios de los jóvenes, pero mi padre recuerda a un hermano alterado; temeroso unas veces, imprudente otras, con fuertes altibajos en el ánimo, irritable una mañana y eufórico la siguiente. (La palabra «eufórico», en su uso común, significa algo inocente, un exceso de alegría. Pero también marca un límite, una advertencia, porque traza la frontera de la sobriedad. Más allá de la euforia no existe, como veremos más adelante, una euforia más grande aún, sino solo locura y manía.)

La semana que precedió a la neumonía, Rajesh había recibido la noticia de que había conseguido unas notas sorprendentemente altas en sus exámenes de la escuela de formación profesional, y, exultante, desapareció durante dos noches para, en teoría, hacer «ejercicio» en un campo de lucha libre. Regresó con fiebre alta y alucinaciones.

No fue hasta años más tarde, en la facultad de medicina, cuando me di cuenta de que Rajesh probablemente estuviera en una fase maníaca aguda. Su colapso mental era el resultado de un caso de manual de enfermedad maníaco-depresiva o trastorno bipolar.

Jagu, el cuarto de los hermanos de mi padre, se vino a vivir con nosotros en Delhi en 1975, cuando yo tenía cinco años. Su mente también se desmoronaba. Alto y muy delgado, con una mirada un tanto feroz y una mata de pelo largo y apelmazado, parecía un Jim Morrison bengalí. A diferencia de Rajesh, cuya enfermedad afloró a los veintitantos años, Jagu había tenido problemas desde la infancia. Socialmente desmañado, retraído con todo el mundo excepto con mi abuela, era incapaz de conservar un trabajo o vivir por su cuenta. En 1975 empezó a tener problemas cognitivos más graves: tenía visiones y alucinaciones y oía voces en la cabeza que le

decían lo que tenía que hacer. Se inventaba teorías conspirativas por docenas: según él, un vendedor de plátanos que tenía un puesto cerca de nuestra casa tomaba nota en secreto de su comportamiento. A menudo hablaba solo con una particular obsesión por recitar planes de viajes en tren («De Shimla a Howrah en el correo de Kalka, y luego transbordo en Howrah para ir en el expreso de Shri Jagannath a Puri»). Con todo, todavía era capaz de manifestaciones extraordinarias de ternura. Cuando accidentalmente rompí un jarrón veneciano muy apreciado en casa, me escondió entre la ropa de su cama y le dijo a mi madre que tenía «montones de dinero» escondidos y que compraría «mil» jarrones para sustituirlo. Pero este episodio era sintomático; hasta su afecto por mí era una ocasión para extender su manto de psicosis y fabulación.

A diferencia de Rajesh, que nunca fue formalmente diagnosticado, Jagu sí lo fue. A finales de la década de los setenta, un médico lo examinó en Delhi y le diagnosticó esquizofrenia, pero no le prescribió ningún medicamento. Jagu continuó viviendo en casa medio escondido en la habitación de mi abuela (como en muchas familias de la India, mi abuela vivía con nosotros). Ella, a la que asediaba una y otra vez, y desde entonces con redoblado ímpetu, asumió el papel de abogada defensora de Jagu. Durante casi una década hubo entre ella y mi padre una frágil tregua; ella cuidaba de Jagu, quien comía en su habitación y usaba la ropa que ella le remendaba. Por las noches, cuando Jagu estaba particularmente inquieto, consumido por sus miedos y fantasías, ella lo acostaba como a un niño y le ponía la mano en la frente. Cuando la abuela murió en 1985, él se fue de casa y no pudimos convencerlo de que volviera. Vivió en el seno de una secta religiosa en Delhi hasta su muerte en 1998.

Tanto mi padre como mi abuela creían que las enfermedades mentales de Jagu y de Rajesh posiblemente las precipitara, incluso las causara, el drama de la partición de la India, por haber sublimado el trauma político en un trauma psíquico. Sabían que la partición no solo había separado las naciones, sino también dividido las mentes; en el «Toba Tek Singh», de Saadat Hasan Manto —seguramente la historia más conocida sobre la partición—, el protagonista, un lunático atrapado en la frontera entre la India y Pakistán, habita en un limbo entre la cordura y la locura. En el caso de Rajesh y Jagu, mi abuela creía que la agitación y el desarraigo entre Bengala Oriental y Calcuta habían aplastado sus mentes, aunque de maneras espectacularmente opuestas.

Rajesh llegó a Calcuta en 1946, justo cuando la ciudad estaba perdiendo la cordura, con los nervios a flor de piel, su apego mermado y su paciencia perdida. Un constante flujo de hombres y mujeres de Bengala Oriental —los que habían detectado las primeras convulsiones políticas antes que sus vecinos— ya habían comenzado a llenar las casas y los pisos de edificios cercanos a la estación de Sealdah. Mi abuela se encontraba entre esa penosa multitud; había alquilado un piso de tres habitaciones en Hayat Khan Lane, a pocos pasos de la estación. El alquiler era de cincuenta y cinco rupias al mes, alrededor de un dólar actual, pero toda una fortuna para su familia. Las habitaciones, apiladas una sobre otra como hermanas peleadas, tenían enfrente un montón de basura. Pero, aunque minúsculo, el piso tenía ventanas y un techo común desde el cual los niños podían ver el nacimiento de una nueva ciudad y una nueva nación. Los disturbios estaban a la orden del día en las esquinas de la calle; en agosto de aquel año, un grave enfrentamiento entre

hindúes y musulmanes (más tarde llamado «la gran matanza de Calcuta») se saldó con la muerte de cinco mil personas y el desalojo de cien mil, que hubieron de abandonar sus hogares.

Aquel verano, Rajesh fue testigo de aquella marea de enfrentamientos multitudinarios. Los hindúes habían sacado a los musulmanes de sus tiendas y oficinas en Lalbazar y los habían pasado a cuchillo en las calles, y los musulmanes habían tomado represalia, con igual ferocidad, en los mercados de pescado cerca de Rajabazar y de Harrison Road. El colapso mental de Rajesh se había producido inmediatamente después de presenciar las revueltas. La ciudad se había estabilizado y pacificado, pero había dejado cicatrices permanentes. Poco después de las matanzas de agosto, Rajesh fue víctima de una sucesión de alucinaciones paranoides. Se volvió cada vez más temeroso. Las salidas nocturnas al gimnasio se hicieron más frecuentes. Luego llegaron las convulsiones, las voces fantasmales y el repentino cataclismo de su enfermedad final.

Si la locura de Rajesh se debía a su llegada a aquel lugar, la locura de Jagu se debió —mi abuela estaba convencida— a la salida de su pueblo. En la localidad de sus antepasados, Dehergoti, cerca de Barisal, la psique de Jagu había estado de algún modo atada a sus amigos y su familia. Correteaba libremente entre los arrozales o nadaba en las charcas, y podía parecer despreocupado y juguetón como cualquiera de los demás niños; casi normal. En Calcuta, Jagu se marchitó como una planta arrancada de su hábitat natural y se vino abajo. Abandonó la escuela de formación profesional y se quedó mirando fijamente, a todas horas, el mundo exterior por una de las ventanas del piso. Sus pensamientos empezaron a enredarse, y su habla se volvió incoherente. A medida que la mente de Rajesh se expandía hasta alcanzar el extremo de la desintegración, la de Jagu se contraía silenciosa en su habitación. Mientras que Rajesh deambulaba por la ciudad de noche, Jagu se encerraba voluntariamente en casa.

Esta extraña taxonomía de las enfermedades mentales (Rajesh como ratón de ciudad y Jagu como ratón de campo, ambos producto de un colapso psíquico) fue práctica mientras duró, pero finamente quedó invalidada cuando la mente de Moni también comenzó a fallar. Era evidente que Moni no era un «hijo de la partición». Nunca había estado desarraigado; había vivido toda su vida en un hogar seguro de Calcuta. Pero, misteriosamente, la trayectoria de su psique había empezado a calcar la de Jagu. Las visiones y las voces habían comenzado a aparecer en su adolescencia. La necesidad de aislamiento, la grandiosidad de las fabulaciones, la desorientación y la confusión eran cosas que recordaban de un modo inquietante al empeoramiento de su tío. En su adolescencia había venido a visitarnos en Delhi. Quisimos ir a ver una película juntos, pero se encerró en el baño de arriba y se negó a salir durante casi una hora, hasta que mi abuela logró entrar. Se lo encontró encogido en un rincón, como escondiéndose.

En 2004 Moni fue golpeado por un grupo de matones, supuestamente por orinar en un jardín público (me dijo que una voz interior le había ordenado: «Mea aquí, mea aquí»). Unas semanas más tarde, cometió un «delito» tan cómicamente ofensivo que solo podía ser testimonio de la pérdida de su cordura: le vieron coqueteando con la hermana de uno de los matones (de nuevo, dijo que las voces le habían ordenado hacer eso). Su padre trató, en vano, de intervenir, pero esta vez Moni fue apaleado

brutalmente, y acabó con un labio partido y una herida en la frente, teniendo que ser asistido en el hospital.

La paliza tuvo un efecto catártico (interrogados por la policía, sus agresores insistieron en que solo habían querido «expulsar los demonios de Moni»), pero las órdenes patológicas en la cabeza de Moni se tornaron más atrevidas e insistentes. En el invierno de aquel año, después de otro brote con alucinaciones y sibilantes voces interiores, acabó internado.

El internamiento, me dijo Moni, fue en parte voluntario; no buscaba tanto la recuperación mental como un refugio físico. Se le prescribió un surtido de medicamentos antipsicóticos y mejoró poco a poco, pero, al parecer, no lo suficiente como para recibir el alta. Pocos meses más tarde, con Moni aún internado, su padre murió. Su madre ya había fallecido años antes, y su hermana —no tenía más hermanos— vivía muy lejos. Moni decidió permanecer en la institución, en parte porque no tenía otro lugar a donde ir. Los psiquiatras desaconsejaban el uso de la vieja expresión «asilo mental», pero la descripción que de la institución hacía Moni era escalofriante por lo exacta; era el único lugar que le ofrecía el refugio y la seguridad que siempre había echado de menos en su vida. Era un pájaro que se había enjaulado voluntariamente.

Cuando mi padre y yo lo visitamos en 2012, no había visto a Moni en casi dos decenios. Aun así, esperaba reconocerlo. Pero la persona que me encontré en la sala de visitas se parecía tan poco a la imagen que de mi primo guardaba en la memoria que, de no haberme confirmado el auxiliar su identidad, lo habría tomado por un extraño. Había envejecido más de la cuenta para su edad. A sus cuarenta y ocho años parecía diez mayor. Los medicamentos para la esquizofrenia habían alterado su cuerpo, y caminaba con la inseguridad y la falta de equilibrio de un niño pequeño. Su forma de hablar, antaño efusiva y rápida, era titubeante e irregular; las palabras brotaban de él con una fuerza sorprendente y repentina, como si escupiera extrañas pepitas que se hubiera introducido en la boca. Tenía un vago recuerdo de mi padre y de mí. Cuando mencioné el nombre de mi hermana, me preguntó si me había casado con ella. Nuestra conversación se desarrolló como si yo fuese un reportero de un periódico que hubiera surgido de la nada para entrevistarlo.

Pero la característica más llamativa de su enfermedad no era la tormenta dentro de su mente, sino la calma en sus ojos. La palabra moni significa «joya» en bengalí, pero en el uso común también se refiere a algo inefablemente bello, a los brillantes puntos de luz en los ojos. Pero esto, precisamente, era lo que había desaparecido en Moni. Los puntos de luz en sus ojos se habían apagado, casi desaparecido, como si alguien hubiera accedido a ellos con un pincel diminuto y los hubiese pintado de gris.

A lo largo de mi infancia y mi vida adulta, Moni, Jagu y Rajesh desempeñaron un papel muy destacado en la imaginación de la familia. Durante un coqueteo de seis meses con la angustia de la adolescencia, dejé de hablar con mis padres, me negué a hacer tareas domésticas y tiré mis viejos libros a la basura. Mi padre, muy inquieto, me llevó a rastras con tristeza a ver al médico que había diagnosticado a Jagu. ¿Estaba también su hijo perdiendo la razón? Cuando mi abuela perdió la memoria a los ochenta y tantos años, empezó a llamarme Rajeshwar (Rajesh) por error. Al

principio se corregía ruborizándose avergonzada, pero cuando finalmente rompió los lazos con la realidad, parecía cometer el error casi de buena gana, como si hubiera descubierto el placer ilícito de esa fantasía. Cuando conocí a Sarah, hoy mi esposa, le hablé cuatro o cinco veces de las mentes astilladas de mi primo y mis dos tíos. Era justo hacerlo con la que iba a ser mi futura compañera, y le escribí una carta de advertencia.

Por aquel entonces, la herencia, la enfermedad, la normalidad, la familia y la identidad llegaron a ser temas de conversación recurrentes en mi familia. Como la mayoría de los bengalíes, mis padres habían hecho de la represión y la negación una forma de arte superior, pero, aun así, las preguntas acerca de esta particular historia eran inevitables. Moni, Rajesh, Jagu; tres vidas consumidas por distintos tipos de enfermedad mental. Era difícil no imaginar que un componente hereditario acechaba detrás de esta historia familiar. ¿Había heredado Moni un gen, o un conjunto de genes, que lo habían hecho susceptible a estos trastornos, el mismo o los mismos que habían afectado a nuestros tíos? ¿Habían sido otros afectados por distintas especies de enfermedad mental? Mi padre tuvo al menos dos amnesias psicóticas en su vida, ambas precipitadas por el consumo de bhang (una papilla hecha con brotes de cáñamo mezclados con mantequilla y batidos hasta formar una bebida espumosa utilizada en fiestas religiosas). ¿Tenían alguna relación con aquellas cicatrices de la historia familiar?

En el año 2009, unos investigadores suecos publicaron un vasto estudio internacional realizado con miles de familias y decenas de miles de hombres y mujeres. Tras analizar familias con historiales intergeneracionales de enfermedades mentales, el estudio encontró pruebas sorprendentes de que el trastorno bipolar y la esquizofrenia comparten un claro vínculo genético. Algunas de las familias descritas en el estudio tenían un historial entrecruzado de enfermedades mentales en gran medida similar al de mi familia: un hermano que padecía esquizofrenia, otro con trastorno bipolar y un sobrino o nieto también con esquizofrenia. En 2012, ulteriores estudios corroboraron estos hallazgos iniciales, que confirmaban los vínculos entre estas variantes de enfermedad mental y los historiales familiares, y que ahondaban en cuestiones relativas a la etiología, la epidemiología, los desencadenantes y los inductores.[2]

Leí dos de estos estudios una mañana de invierno en el metro de Nueva York pocos meses después de regresar de Calcuta. En el pasillo del vagón, un hombre con un sombrero gris de piel quería ponerle a su hijo otro sombrero gris de piel. En la calle Cincuenta y nueve, una madre empujaba un cochecito con gemelos que proferían — eso les parecía a mis oídos— gritos idénticos.

El estudio me proporcionó un extraño consuelo íntimo; respondía a algunas de las preguntas que tanto habían atormentado a mi padre y mi abuela. Pero también suscitó en mí una andanada de nuevas preguntas: si la enfermedad de Moni era genética, ¿por qué se habían salvado su padre y su hermana?; ¿qué «desencadenantes» habían desvelado estas predisposiciones?; ¿cuánto de las enfermedades de Jagu o de Moni provenía de la «naturaleza» (es decir, de los genes que predisponen a la enfermedad mental) y cuánto de la «crianza» (desencadenantes ambientales tales como la agitación, la discordia o el trauma)?; ¿podía mi padre poseer esa susceptibilidad?; ¿la poseía también yo?; ¿y si pudiera

conocer la naturaleza exacta de esta tara genética?; ¿podría comprobarlo en mí y en mis dos hijas?; ¿les informaría de los resultados?; ¿y si una de ellas fuese portadora de la tara?

Si el historial de enfermedades mentales de mi familia cruzaba mi conciencia como una línea roja, mi trabajo científico como biólogo del cáncer también se centraba en la normalidad y la anormalidad de los genes. Tal vez el cáncer sea en última instancia una perversión de la genética, un genoma que se obsesiona patológicamente con replicarse a sí mismo. El genoma, una máquina autorreplicante, se apropia de la fisiología de una célula, y el resultado es una enfermedad que cambia su forma y que, a pesar de los importantes avances en su estudio, continúa desafiando nuestra capacidad para tratarla o curarla.

Pero me di cuenta de que estudiar el cáncer es estudiar también su anverso. ¿Cuál es el código de normalidad antes de que la coda del cáncer lo corrompa? ¿Qué hace entonces el genoma normal? ¿Cómo mantiene la constancia que nos hace visiblemente similares y la variación que nos hace visiblemente diferentes? ¿Cómo viene entonces definida o escrita en el genoma la constancia frente a la variación, o la normalidad frente a la anormalidad?

¿Y si aprendiésemos a cambiar adrede nuestro código genético? Y si dispusiéramos de las tecnologías necesarias, ¿quién las controlaría y quién garantizaría su seguridad? ¿Quiénes serían los amos y quiénes las víctimas de esta tecnología? ¿Cómo alterarían la adquisición y el control de este conocimiento —y su invasión inevitable de nuestra vida privada y pública— la manera en que imaginamos nuestras sociedades, nuestros hijos y a nosotros mismos?

Este libro es la historia del nacimiento, el desarrollo y el futuro de una de las ideas más poderosas y peligrosas de la historia de la ciencia: el «gen», la unidad fundamental de la herencia y unidad básica de toda la información biológica.

Uso este último calificativo —«peligrosa»— con pleno conocimiento. Tres ideas científicas profundamente desestabilizadoras brotan del siglo XX y lo segmentan en tres partes desiguales: el átomo, el byte y el gen.[3] Cada una está prefigurada en la centuria anterior, pero brillan en todo su esplendor en el siglo XX. Cada una inicia su vida como un concepto científico más bien abstracto, pero crece hasta invadir multitud de discursos humanos, transformando la cultura, la sociedad, la política y el lenguaje. Pero el paralelismo más importante entre las tres ideas es, por el momento, conceptual; cada una representa la unidad irreductible —el ladrillo, la unidad básica de organización— de un todo mayor: el átomo, de la materia; el byte (o el «bit»), de la información digitalizada; y el gen, de la herencia y la información biológica.[*]

¿Por qué esta propiedad —la de ser la unidad más pequeña en que puede dividirse una forma mayor— inspira con tal potencia y fuerza estas particulares ideas? La respuesta es sencilla. La materia, la información y la biología están organizadas de una forma constitutivamente jerárquica; saber cuál es la parte mínima es fundamental para la comprensión del todo. Cuando el poeta Wallace Stevens escribe: «En la suma de las partes, no hay más que partes», [4] se está refiriendo al profundo misterio estructural que el lenguaje encierra; solo se puede descifrar el significado de una oración descifrando cada palabra, pero en una oración hay más

significado que en cualquiera de las diferentes palabras. Y lo mismo ocurre con los genes. Un organismo es, evidentemente, mucho más que sus genes, mas, para entender un organismo, primero hay que entender sus genes. Cuando el biólogo holandés Hugo de Vries dio con el concepto de «gen» en la década de 1890, enseguida intuyó que la idea reorganizaría nuestra concepción del mundo natural. «Todo el mundo orgánico es el resultado de innumerables combinaciones y permutaciones diferentes de relativamente pocos factores. [...] Del mismo modo que la física y la química se centran en las moléculas y los átomos, las ciencias biológicas tienen que penetrar en estas unidades [genes] para explicar [...] los fenómenos del mundo vivo.»[5]

El átomo, el byte y el gen proporcionan nociones científicas y tecnológicas fundamentalmente nuevas de sus respectivos sistemas. No podemos explicar el comportamiento de la materia —¿por qué brilla el oro?; ¿por qué el hidrógeno se combina con el oxígeno cuando arde?— sin considerar la naturaleza atómica de la materia. Ni podemos entender las complejidades de la computación —la naturaleza de los algoritmos, o el almacenamiento o la corrupción de datos— sin comprender la anatomía estructural de la información digitalizada. «La alquimia no se convirtió en química hasta que se descubrieron sus unidades fundamentales», escribió un científico del siglo XIX.[6] Del mismo modo, y ello es lo que argumento en este libro, es imposible entender la biología del organismo, la biología celular y la evolución —o la patología, la conducta, el temperamento, la enfermedad, la raza, la identidad y el destino humanos— sin contar con el concepto de «gen».

Hay aquí en juego una segunda cuestión. La ciencia del átomo hubo de preceder necesariamente a la posibilidad de manipular la materia (y, a través de la manipulación de la materia, a la invención de la bomba atómica). El estudio de los genes nos ha permitido manipular organismos con una destreza y un poder inigualados. La propia naturaleza del código genético resultó ser sorprendentemente sencilla: solo una molécula es portadora de nuestra información hereditaria, y solo hay un código. «Que los aspectos fundamentales de la herencia hayan resultado ser tan extraordinariamente simples nos da esperanzas de que la naturaleza sea, después de todo, totalmente accesible —escribió el influyente genetista Thomas Morgan—. Una vez más, su tan cacareada inescrutabilidad ha resultado ser una ilusión.»[7]

Nuestro conocimiento de los genes ha alcanzado tal nivel de refinamiento y profundidad que ya no estudiamos y alteramos genes en tubos de ensayo, sino en su contexto nativo, en células humanas. Los genes residen en los cromosomas, unas largas estructuras filamentosas encerradas en las células que contienen decenas de miles de genes encadenados.[*] Los seres humanos poseen un total de 46 cromosomas, 23 de un progenitor y 23 del otro. El conjunto de instrucciones genéticas de que es portador un organismo se denomina «genoma» (podemos imaginar el genoma como la enciclopedia de todos los genes, con notas al pie, anotaciones, instrucciones y referencias). El genoma humano contiene entre 21.000 y 23.000 genes que proporcionan las instrucciones maestras para construir, reparar y mantener los organismos humanos. Durante las dos últimas décadas, las tecnologías genéticas han avanzado tan rápidamente que podemos descifrar el modo de operar de varios de estos genes en el espacio y en el tiempo para activar esas

complejas funciones. Y, en ocasiones, podemos alterar deliberadamente algunos de estos genes para cambiar sus funciones y crear así estados humanos alterados, fisiologías alteradas y seres modificados.

Precisamente a esta transición de la explicación a la manipulación se debe que el campo de la genética haya tenido tanta resonancia fuera de los ámbitos de la ciencia. Una cosa es tratar de entender cómo los genes influyen en la identidad, o en la sexualidad, o en el temperamento de los seres humanos, y otra imaginar la posibilidad de cambiar la identidad, la sexualidad o el comportamiento alterando los genes. La primera puede preocupar a los profesores de los departamentos de psicología y a sus colegas de los departamentos vecinos de neurociencia. La segunda, cargada de promesas y peligros, debe preocuparnos a todos.

Mientras escribo esto, organismos dotados de genomas están aprendiendo a cambiar las características hereditarias de organismos dotados de genomas. Me refiero a lo siguiente: solo en los últimos cuatro años, entre 2012 y 2016, hemos inventado tecnologías que nos permiten modificar de manera intencionada y permanente genomas humanos (aunque la seguridad y la fidelidad de esta «ingeniería genómica» aún deben ser cuidadosamente evaluadas). Al mismo tiempo, la capacidad de predecir el futuro de un individuo partiendo de su genoma ha avanzado de modo espectacular (aunque todavía se desconoce la verdadera capacidad predictiva de estas tecnologías). Ahora podemos «leer» genomas humanos, y también «escribirlos», de una manera que era inconcebible hace apenas tres o cuatro años.

Casi no se requieren estudios de biología molecular, filosofía o historia para advertir que la convergencia de estos dos hechos es una carrera imprudente hacia un abismo. Una vez que podamos conocer la clase de destino que le espera a cualquiera, codificado en genomas individuales (aunque la predicción establezca una probabilidad en vez de una certeza), y en cuanto adquiramos la tecnología para cambiar ex profeso esta probabilidad (aun si esa tecnología es ineficiente y engorrosa), nuestro futuro cambiará radicalmente. George Orwell escribió una vez que, siempre que un crítico usa la palabra «humano», por lo general la vacía de contenido. Dudo que esté exagerando: nuestra capacidad para comprender y manipular genomas humanos altera lo que para nosotros significa ser «humano».

El átomo proporciona a la física moderna un principio de organización, y nos tienta con la perspectiva de controlar la materia y la energía. El gen proporciona a la biología moderna un principio de organización, y nos tienta con la perspectiva de controlar nuestro cuerpo y nuestro destino. En la historia del gen se halla incrustada «la búsqueda de la eterna juventud, el mito fáustico del cambio brusco de la suerte y el coqueteo de nuestro siglo con la perfectibilidad del hombre».[8] Igualmente incrustado se halla el deseo de descifrar nuestro manual de instrucciones. En esto se centra la historia aquí narrada.

Este libro está ordenado cronológica y temáticamente. Su recorrido general es histórico. Comenzaremos en 1864; en el jardín donde Mendel cultiva guisantes, el jardín de un oscuro monasterio de Moravia, se descubre el «gen», pero el descubrimiento cae rápidamente en el olvido (la palabra «gen» aparecerá unas décadas más tarde). Esta historia se cruza con la teoría de la evolución de Darwin. El gen fascina a reformadores ingleses y estadounidenses que esperan poder manipular

la genética humana para acelerar la evolución y la emancipación humanas. Esa idea alcanza su cenit, pero adquiriendo un tinte macabro, en la Alemania nazi durante la década de 1940, cuando la eugenesia humana es utilizada para justificar grotescos experimentos que culminan en el confinamiento, la esterilización, la eutanasia y el asesinato en masa.

Después de la Segunda Guerra Mundial, una cadena de descubrimientos pone en marcha una revolución en la biología. Se identifica el ADN como la fuente de la información genética. La «acción» de un gen se describe en términos mecanicistas: los genes codifican mensajes químicos para construir las proteínas de las que dependen en última instancia la forma y la función. James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin descubren la estructura tridimensional del ADN y difunden la imagen icónica de la doble hélice. Se ha descifrado el código genético de tres letras.

Dos tecnologías transforman la genética en la década de 1970, la secuenciación y la clonación de genes (la «lectura» y la «escritura» de genes; la expresión «clonación de genes» abarca toda la gama de técnicas utilizadas para extraer genes de organismos, manipularlos en tubos de ensayo, crear híbridos de genes y producir millones de copias de esos híbridos en células vivas). En la década de 1980, los genetistas comienzan a utilizar estas técnicas para cartografiar e identificar genes relacionados con enfermedades tales como el mal de Huntington y la fibrosis quística. La identificación de estos genes relacionados con enfermedades augura una nueva era de intervención genética que permitirá a los padres someter los fetos a pruebas genéticas y abortar si son portadores de mutaciones perniciosas. (Cualquier madre que haya sometido a su hijo aún no nacido a las pruebas para detectar el síndrome de Down, la fibrosis quística o la enfermedad de Tay-Sachs, o que se haya hecho las pruebas de, digamos, el BRCA1 o el BRCA2, ya ha entrado en la era de la diagnosis, la intervención y la optimización genéticas. Esta no es una historia de nuestro futuro lejano; es ya nuestro presente.)

Son múltiples las mutaciones genéticas identificadas en cánceres humanos, lo cual permite un conocimiento más profundo de estas enfermedades. Estos esfuerzos han culminado en el Proyecto Genoma Humano, un proyecto internacional para cartografiar y secuenciar todo el genoma humano. En 2001 se publicó un borrador de esta secuencia. Dicho proyecto inspira los intentos de comprender la variación humana y el comportamiento «normal» desde el punto de vista de los genes.

Mientras tanto, el gen invade los discursos relativos a la raza, la discriminación racial y la «inteligencia racial», y proporciona respuestas sorprendentes a algunas de las preguntas que más fuertes resuenan en ámbitos políticos y culturales. Se reorganiza nuestra concepción de la sexualidad, la identidad y la elección, perforando así el núcleo de algunas de las cuestiones más acuciantes que nos planteamos en nuestro ámbito más personal.[*]

Hay historias dentro de cada una de estas historias, pero este libro es también una historia muy personal, una historia íntima. El peso de la herencia no es, en mi caso, una abstracción. Rajesh y Jagu están muertos. Moni se encuentra internado en un psiquiátrico de Calcuta. Pero sus vidas y defunciones han tenido una mayor repercusión en mi forma de pensar como científico, investigador, historiador,

médico, hijo y padre de lo que posiblemente habría podido imaginar. Apenas pasa un día en mi vida adulta en que no piense en la herencia y la familia.

Y lo más importante es que estoy en deuda con mi abuela. Ella no superó —no pudo superar— la pena que le causaba su herencia, pero abrazó al más frágil de sus hijos y lo defendió de la voluntad de los fuertes. Soportó con estoicismo los reveses de la historia, pero los reveses de la herencia los soportó con un estoicismo aún mayor; una entereza que nosotros, sus descendientes, solo podemos tener la esperanza de emular. A ella le dedico este libro.

PRIMERA PARTE

«La ciencia ausente de la herencia»

El descubrimiento y el redescubrimiento de los genes (1865-1935)

La ciencia ausente de la herencia, esa mina aún no abierta de conocimientos en la zona fronteriza entre la biología y la antropología, y hoy en la práctica tan poco explotada como en los días de Platón, es, sencillamente, diez veces más importante para la humanidad que toda la química y la física, que toda la ciencia y la técnica industrial inventada y por inventar.

HERBERT G. WELLS, *Mankind in the Making*[1]

JACK: Sí, pero usted mismo ha dicho que un fuerte resfriado no es hereditario.

ALGERNON: No suele serlo, lo sé, pero ahora me atrevo a decir que sí lo es. La ciencia siempre hace progresos maravillosos.

OSCAR WILDE, *La importancia de llamarse Ernesto*[2]

El jardín amurallado

Los estudiosos de la herencia, en especial, conocen todo lo que se refiere al tema, excepto el tema en sí. Supongo que nacieron y se criaron en ese berenjenal, y en realidad lo han explorado sin llegar a sus límites. Es decir, lo han estudiado todo menos la cuestión de qué es lo que están estudiando.

G. K. CHESTERTON, *Eugenics and Other Evils*[1]

Pregunta a las plantas de la Tierra, ellas te enseñarán.

JOB, 12, 8

El monasterio fue originalmente una abadía. Los monjes de la orden de San Agustín habían vivido antes —algo que a menudo echaban de menos— en circunstancias más cómodas, con habitaciones amplias, propias de una gran abadía de piedra, en la cima de un cerro situado en el corazón de la ciudad medieval de Brno (Brno en checo, Brünn en alemán). La ciudad había crecido a su alrededor durante más de cuatro siglos, en cascada por las laderas, y luego se había expandido hacia fuera, sobre un terreno llano de granjas y prados. Pero, en 1783, los frailes habían perdido el favor del emperador José II. Los terrenos del centro de la ciudad eran demasiado valiosos para que vivieran en ellos, y el emperador había decretado sin rodeos que todos los monjes se mudasen a un edificio ruinoso del viejo Brno, en la parte inferior

del cerro; la ignominia de su expulsión la agravaba el hecho de haberseles asignado unos espacios diseñados originalmente para mujeres. Los pasillos tenían el vago olor animal del mortero húmedo, y los jardines estaban cubiertos de zarzas y yerbajos. La única ventaja de aquel edificio del siglo XIV —tan frío como una carnicería y tan desnudo como una prisión— era su jardín rectangular con árboles de sombra, escalones de piedra y un largo callejón donde los monjes podían caminar y pensar en soledad.

Los monjes hicieron cuanto pudieron por adaptarse a los nuevos alojamientos. Restauraron una biblioteca en la segunda planta. Conectada a ella había una sala de estudio con mesas de pino, algunas lámparas y una colección creciente de cerca de diez mil libros, entre ellos los últimos trabajos de historia natural, geología y astronomía (afortunadamente, los agustinos no veían conflicto alguno entre la religión y la mayor parte de la ciencia; de hecho, consideraban la ciencia un testamento más del modo de funcionar del orden divino en el mundo).[2] Se excavó una bodega en el exterior, y sobre ella se construyó un modesto refectorio abovedado. Celdas individuales con muebles de madera muy rudimentarios alojaban a los monjes en la segunda planta.

En octubre de 1843, un joven de Silesia, hijo de campesinos, llegó a la abadía. Era un hombre de baja estatura, con cara seria, miope y con tendencia a la obesidad. Mostró poco interés por la vida espiritual, pero era intelectualmente curioso, mañoso y un buen jardinero. El monasterio le proporcionaba un hogar y un lugar para leer y aprender. Fue ordenado sacerdote el 6 de agosto de 1847. Su nombre era Johann, pero los hermanos le añadieron otro y se convirtió en Gregor Johann Mendel.[3]

Para el joven sacerdote en formación, la vida en el monasterio pronto se redujo a una rutina predecible. En 1845, Mendel había asistido, como parte de su educación monástica, a clases de teología, historia y ciencias naturales en el Colegio Teológico de Brno. Las revueltas de 1848 —las sangrientas revoluciones populistas que sacudieron Francia, Dinamarca, Alemania y Austria y que alteraron el orden social, político y religioso— fueron para él como truenos lejanos.[4] Durante los primeros años de Mendel, nada hacía presagiar la futura proeza de un científico revolucionario. Era disciplinado, perseverante y respetuoso, un hombre con hábito entre otros hombres con hábito. Su único desafío a la autoridad fue, al parecer, su ocasional negativa a usar el tocado escolar en clase. Amonestado por sus superiores, obedeció educadamente.

En el verano de 1848, Mendel empezó a trabajar como párroco en Brno. Era, según todos los testimonios, insufrible en su ministerio. «Dominado por una invencible timidez», cuenta el abad, Mendel se trababa al hablar en checo (la lengua de la mayoría de los feligreses). Era aburrido como sacerdote y demasiado neurótico para soportar el choque emocional del contacto con los pobres.[5] Aquel mismo año encontró la salida perfecta: solicitó un puesto para enseñar matemáticas, ciencias naturales y griego elemental en la escuela de enseñanza secundaria de Znaim.[6] Con una recomendación de la abadía, Mendel fue seleccionado... aunque hubo trampa. Al saber que nunca se había formado como profesor, la escuela pidió a Mendel someterse al examen formal de ciencias naturales para profesores de enseñanza secundaria.

A finales de la primavera de 1850, un Mendel impaciente hizo la parte escrita del examen en Brno. La hizo mal, especialmente la prueba de geología, que fue pésima («árido, oscuro y vago», juzgó un examinador lo que Mendel escribió).[7] El 20 de julio, con una ola de calor sofocante en Austria, viajó de Brno a Viena para someterse a la parte oral del examen.[8] El 16 de agosto se presentó ante sus examinadores para la prueba de ciencias naturales. Esta vez los resultados, en biología, fueron aún peores. Cuando le pidieron que describiera y clasificara mamíferos, se sacó de la manga un sistema taxonómico incompleto y absurdo; omitió categorías, se inventó otras y mezcló canguros con castores y cerdos con elefantes. «El candidato parece no saber nada de la terminología técnica, y nombra todos los animales en alemán coloquial, evitando la nomenclatura sistemática», escribió uno de los examinadores. Mendel había vuelto a fracasar.[9]

En agosto, volvió a Brno con los resultados de su examen. El veredicto de los examinadores había sido claro: si se permitía a Mendel enseñar, necesitaba una educación adicional en ciencias naturales, una formación más avanzada que la que la biblioteca del monasterio, o su jardín amurallado, podía proporcionarle. Mendel solicitó su ingreso en la Universidad de Viena para obtener un título en ciencias naturales. La abadía intervino con cartas y súplicas, y Mendel fue aceptado.

En el invierno de 1851, Mendel tomó el tren de Viena para matricularse en la universidad. Pero allí empezaron los problemas de Mendel con la biología, y los de la biología con Mendel.

El tren nocturno de Brno a Viena discurría en invierno por un paisaje espectacularmente desolador, con tierras de cultivo y viñedos cubiertos de escarcha, canales endurecidos por un hielo azul y ocasionales casas de labranza envueltas en la oscuridad cerrada de Europa central. El río Thaya fluía indolente y medio congelado, y las islas del Danubio se dejaban ver. Era una distancia de solo setenta y ocho kilómetros, un viaje de dos horas en la época de Mendel. Pero la mañana de su llegada fue para él como despertar en un nuevo cosmos.

En Viena, la ciencia estaba en ebullición, era electrizante; estaba viva. En la universidad, situada a pocos kilómetros de su pensión de la Invalidenstrasse, Mendel comenzó a experimentar el bautismo intelectual que tan fervientemente había deseado en Brno. Allí enseñaba física Christian Doppler, el imponente científico austríaco que sería el mentor, el maestro y el ídolo de Mendel. En 1842, Doppler, un hombre enjuto y mordaz de treinta y nueve años, había utilizado el razonamiento matemático para argumentar que la altitud del sonido (o el color de la luz) no es fija, sino que depende de la velocidad de su fuente y la posición del observador.[10] El sonido de una fuente que en rápido movimiento se acerca al lugar donde se encuentra el oyente, se comprime y adquiere mayor altitud, mientras que el sonido que se aleja veloz del oyente la reduce. Los escépticos se burlaban: ¿cómo podría la misma luz, emitida por la misma lámpara, tener distintos colores para distintos observadores? Pero, en 1845, Doppler había hecho subirse a un tren a un grupo de trompetistas y les había pedido que hicieran sonar una determinada nota cuando el tren se pusiera en marcha. Mientras, el público situado en el andén oía con incredulidad una nota más alta cuando el tren se aproximaba y una nota más baja cuando se alejaba a la misma velocidad.[11]

La luz y el sonido, argumentaba Doppler, se comportan de acuerdo con leyes naturales que son universales, aunque estas contradigan la intuición de los observadores y oyentes corrientes. Si los observamos con atención, todos los caóticos y complejos fenómenos del mundo son el resultado de leyes naturales muy organizadas. En ocasiones, nuestras intuiciones y percepciones nos permiten captar estas leyes naturales, pero más comúnmente es preciso realizar un experimento tan artificial como hacer sonar trompetas en un tren en marcha para entender y demostrar esas leyes.

Las demostraciones y experimentos de Doppler cautivaron y frustraron por igual a Mendel. La biología, su tema principal, parecía un jardín salvaje cubierto de vegetación, una disciplina carente de principios sistemáticos de organización. Vista superficialmente, parecía haber en ella una profusión de orden (o, más bien, una profusión de órdenes). La disciplina reina de la biología era la taxonomía, un elaborado intento de clasificar y subclasificar todos los seres vivos en distintas categorías: reinos, phylae, clases, órdenes, familias, géneros y especies. Pero estas categorías, ideadas en su origen por el botánico sueco Carl Linnaeus a mediados de la década de 1700, eran puramente descriptivas, no mecánicas. El sistema establecía la forma de clasificar los seres vivos de la Tierra, pero no instauraba una lógica subyacente a su organización.[12] ¿Por qué, podría preguntar un biólogo, eran categorizados los seres vivos de esta manera? ¿Qué mantenía su constancia o la fidelidad? ¿Qué impedía a los elefantes transformarse en cerdos o a los canguros en castores? ¿Cuál era el mecanismo de la herencia? ¿Por qué, o cómo, lo semejante engendra lo semejante?

La cuestión de la «semejanza» había preocupado durante siglos a científicos y filósofos. Pitágoras, el sabio griego, mitad científico, mitad místico, que vivió en Crotona alrededor del 530 a. C., propuso una de las primeras y más extendidas teorías para explicar la semejanza entre padres e hijos. El núcleo de la teoría de Pitágoras era que la información hereditaria (la «semejanza») se hallaba principalmente en el esperma masculino. El esperma reúne estas instrucciones recorriendo el cuerpo del varón y absorbiendo vapores místicos de cada una de sus partes (los ojos contribuyen al color; la piel, a la textura; los huesos, a la estatura, y así de forma sucesiva). Durante la vida de un varón, su esperma se convierte en una biblioteca móvil de cada parte del cuerpo; un destilado condensado del individuo.

Esta autoinformación —seminal en el sentido más literal— es transmitida a un cuerpo femenino durante el coito. Una vez dentro de la matriz, el esperma madura en un feto a través de la alimentación de la madre. En la reproducción (como en cualquier forma de producción), la labor del varón y la de la mujer están claramente repartidas, pensaba Pitágoras. El padre proporciona la información esencial para crear un feto, y el vientre materno proporciona la nutrición para que esos datos puedan transformarse en un hijo. La teoría recibió finalmente el nombre de «espermismo», poniendo de relieve el papel central del esperma en la determinación de todas las características de un feto.

En el año 458 a. C., unas pocas décadas después de la muerte de Pitágoras, el dramaturgo Esquilo utilizó esta extraña lógica para hacer una de las defensas jurídicas del matricidio más insólitas de la historia. El argumento central del Euménides de Esquilo es el juicio de Orestes, príncipe de Argos, por el asesinato de

su madre, Clitemnestra. En la mayoría de las culturas, el matricidio era considerado un acto de perversión moral. En Euménides, Apolo, elegido para representar a Orestes en su juicio por asesinato, expone un argumento sorprendentemente original: razona que la madre de Orestes no es más que una extraña para él. Una mujer embarazada es solo una incubadora humana glorificada, sostiene Apolo, una vía intravenosa de goteo de nutrientes que llegan a su hijo a través del cordón umbilical. El verdadero ascendiente de todos los seres humanos es el padre, cuyo esperma transporta la « semejanza ». « La mujer que lleva al hijo en su vientre no es el verdadero progenitor — dice Apolo ante un jurado que se muestra partidario de él—. [13] No hace sino cuidar la semilla recién sembrada. El varón es el progenitor. Ella, una extraña para un extraño, solo guarda para él el germen de la vida. » [14]

La evidente asimetría de esta teoría de la herencia — el varón aporta toda la « naturaleza » y la hembra, la « nutrición » inicial en el seno materno — no parecía molestar a los seguidores de Pitágoras; de hecho, quizá la encontrarán seductora. Los pitagóricos estaban obsesionados con la geometría mística de los triángulos. Pitágoras había aprendido el teorema del triángulo — la longitud del tercer lado de un triángulo rectángulo puede deducirse matemáticamente de la longitud de los otros dos lados — de geómetras indios o babilonios. [15] Pero el teorema quedó inseparablemente unido a su nombre (en adelante llamado « teorema de Pitágoras »), y sus discípulos lo presentaban como una prueba de que tales leyes matemáticas secretas — « armonías » — eran omnipresentes en la naturaleza. Tratando de ver el mundo a través de lentes triangulares, los pitagóricos argumentaban que también en la herencia operaba una armonía triangular. La madre y el padre eran los dos lados independientes, y el hijo era el tercero (la hipotenusa biológica de esos dos lados). Y al igual que el tercer lado de un triángulo podía derivarse aritméticamente de los otros dos utilizando una fórmula matemática exacta, el hijo derivaba de las aportaciones de los padres; la naturaleza lo hacía del padre y la nutrición, de la madre.

Un siglo después de la muerte de Pitágoras, Platón quedó cautivado por esta metáfora. [16] En uno de los pasajes más intrigantes de La república, escrita en el año 380 a. C., Platón sostenía, siguiendo en parte a Pitágoras, que si los hijos eran derivados aritméticos de sus padres, entonces, al menos en principio, la fórmula podría valer en este caso: los hijos perfectos podrían derivarse de combinaciones perfectas de padres que procrearan en momentos perfectamente calculados. [17] Existía un « teorema » de la herencia; simplemente esperaba a ser descubierto. Una vez despejado el teorema y cumplidas sus combinaciones prescriptivas, cualquier sociedad podría garantizar la producción de los hijos más aptos, instaurando una suerte de eugenesia numerológica. « Porque cuando los guardianes son ignorantes de la ley de los nacimientos, y unen a la novia y al novio fuera de temporada, los niños no serán sanos o afortunados », concluía Platón. Los guardianes de la república, su élite gobernante, después de haber descifrado la « ley de los nacimientos », se asegurarían de que en el futuro solo se darían esas « afortunadas » uniones armoniosas. Una utopía política sería la consecuencia de esta utopía genética. [18]

Fue una mente tan precisa y analítica como la de Aristóteles la que se encargó de dismantelar sistemáticamente la teoría pitagórica de la herencia. Aristóteles no era un ferviente defensor de las mujeres, pero creía que una teoría debía basarse en

pruebas. Decidió analizar los pros y contras del «espermismo» a partir de datos experimentales del mundo biológico. El resultado, un compacto tratado titulado De la generación de los animales, sería un texto fundacional de la genética humana, como La república de Platón lo fue para la filosofía política.[19]

Aristóteles rechazó la idea de que la herencia se transmitía de forma exclusiva mediante el esperma masculino o semen. Observó sagazmente que los hijos pueden heredar características de las madres y abuelas (igual que heredan características de las padres y abuelos), y que estas características pueden incluso saltarse generaciones, desapareciendo de una y reapareciendo en la siguiente. «También nacen de padres lisiados hijos lisiados —escribió—, por ejemplo de padres cojos, hijos cojos, y de padres ciegos, hijos ciegos, y, en general, los hijos se parecen a los padres en ciertas anomalías corporales y presentan señales comunes a las dos generaciones de padre e hijo, por ejemplo, verrugas y cicatrices. Algunas de estas características incluso se han transmitido a través de tres generaciones; por ejemplo, alguien que tenía una marca en su brazo y su hijo nació sin él, pero su nieto tenía una mancha en el mismo lugar, aunque borrosa [...] en Sicilia, una mujer cometió adulterio con un hombre de Etiopía; su hija no parecía etíope, pero sí su nieta.»[20] Un nieto podía haber nacido con la nariz o el color de piel de su abuela sin que esa característica fuese visible en sus padres, un fenómeno prácticamente imposible de explicar en el esquema de la herencia patrilineal pura de Pitágoras.

Aristóteles desafió la idea pitagórica de la «biblioteca ambulante», según la cual el semen obtiene información hereditaria recorriendo el cuerpo y recibiendo «instrucciones» secretas de cada una de sus partes. «Los varones engendran cuando aún no han adquirido determinados caracteres, como la barba o el cabello gris —escribió Aristóteles con perspicacia—, pero pasan esas características a sus hijos.»[21] De vez en cuando, la característica transmitida por herencia ni siquiera era corpórea; por ejemplo, una manera de caminar, una manera de mirar o incluso un estado de ánimo. Aristóteles sostenía que, para empezar, tales rasgos no materiales no pueden materializarse en el semen. Y por último, y tal vez con más razón, atacó el esquema de Pitágoras con el más evidente de los argumentos: no podía dar cuenta de la anatomía femenina. ¿Cómo podría el esperma de un padre «absorber» las instrucciones necesarias para producir las «partes generativas» de su hija, se preguntaba Aristóteles, cuando ninguna de esas partes se encuentra en el cuerpo del padre? La teoría de Pitágoras podría explicar todos los aspectos de la generación excepto el principal: los genitales.

Aristóteles ofreció una teoría alternativa sorprendentemente radical para su tiempo: tal vez las hembras, como los machos, contribuyan con materia a la formación del feto con una forma de esperma femenino. Y quizá el feto se forme con aportaciones tanto de la parte masculina como de la femenina. Buscando analogías, Aristóteles llama a la aportación masculina «principio del movimiento».[22] «Movimiento» no tiene aquí un sentido literal; significa «instrucción» o «información» («código», por usar un término moderno). El material real intercambiado en el coito no es más que el vehículo de un intercambio más oscuro y misterioso. La materia como tal no es lo esencial; lo que pasa del varón a la mujer no es materia, sino mensaje. Como el plano arquitectónico de un edificio, o como el trabajo de un carpintero con una pieza de madera, el semen masculino contiene las instrucciones para construir un niño.

«La naturaleza —escribe Aristóteles— se comporta como un artesano y usa el semen como una herramienta que tiene movimiento, y por medio de su movimiento puede llevar la forma a la materia.»[23]

El semen femenino, por el contrario, aporta la materia prima física para el feto, como la madera para el carpintero, o el mortero para la construcción: el material y el volumen del ser vivo. Aristóteles sostenía que el material real proporcionado por las hembras era sangre menstrual. El semen masculino da a la sangre menstrual la forma de un hijo. (Esta afirmación nos parecerá hoy disparatada, pero también en este caso actúa la lógica meticulosa de Aristóteles. Como la desaparición de la sangre menstrual coincide con la concepción, el filósofo supone que el feto tiene que estar hecho de ella.)

Aristóteles estaba equivocado en su división de las aportaciones masculina y femenina en un «material» y un «mensaje», pero, en abstracto, había captado una de las verdades esenciales acerca de la naturaleza de la herencia. La transmisión de la herencia tal como Aristóteles la concebía era esencialmente transmisión de información. Esa información se utilizaría para construir un organismo desde cero; el mensaje se transforma en material. Y cuando un organismo maduro produce semen masculino o femenino, transformando así el material en mensaje. En lugar del triángulo de Pitágoras, hay aquí un círculo, o un ciclo: la forma engendra información, y luego la información engendra forma. Siglos después, el biólogo Max Delbrück diría en broma que Aristóteles tendría que haber recibido el Premio Nobel a título póstumo por haber descubierto el ADN.[24]

Pero si la herencia se transmite como información, ¿cómo viene codificada esa información? La palabra «código» proviene del latín *caudex*, que es la médula del tronco de un árbol en la que los escribas grababan su escritura. ¿Cuál era entonces el *caudex* de la herencia? ¿Qué había en él escrito, y cómo se escribía? ¿Cómo era el material empaquetado transportado de un cuerpo a otro? ¿Quién encriptaba el código y quién lo traducía para crear un nuevo ser?

La solución más inventiva a estas cuestiones era la más sencilla: prescindir del código mismo. El esperma, sostenía esta teoría, contenía ya un mini ser humano, un diminuto feto, completamente formado, encogido y curvado en un minúsculo paquete a la espera de poder desarrollarse progresivamente hasta convertirse en un niño. Variantes de esta teoría aparecen en los mitos y el folclore de la Edad Media. En la década de 1520, el alquimista germano-suizo Paracelso utilizó la teoría del mini ser humano en el esperma para asegurar que este último, calentado con estiércol de caballo y enterrado en el barro durante las cuarenta semanas de una gestación normal, crecería hasta crear un ser humano, aunque con algunas características monstruosas. La concepción de una criatura normal no era más que la transferencia de este mini ser humano —el homúnculo— del esperma del padre al vientre de la madre. En el útero, el mini ser humano alcanzaba el tamaño del feto. No había código; solo miniaturización.[25]

El peculiar encanto de esta idea —llamada «preformación»— era que hacía que la reproducción fuera infinitamente recursiva. Como el homúnculo tenía que madurar y engendrar sus propios hijos, cada individuo necesitaba haber preformado homúnculos en su interior, es decir, diminutos seres humanos encerrados en otros

diminutos seres humanos a la manera de las muñecas rusas en una gran cadena de seres humanos que se extendía del presente al pasado hasta llegar al primer hombre, Adán, y que se extendería de la misma forma hacia el futuro. La existencia de tal cadena de seres humanos proporcionaba a los cristianos medievales un concepto novedoso y más potente del pecado original. Como todos los humanos del futuro estaban ya encerrados dentro de todos los seres humanos, cada uno tuvo que haber estado físicamente presente en el cuerpo de Adán —«flotando [...] en las entrañas de nuestro primer padre», como escribió un teólogo— en el momento crucial de la caída. El pecado estaba así alojado dentro de nosotros miles de años antes de nacer, transmitido directamente desde las entrañas de Adán a todo su linaje. Todos acarreamos su mancha, no porque nuestro remoto antepasado hubiera sido tentado en aquel remoto jardín, sino porque cada uno de nosotros, alojado en el cuerpo de Adán, había probado el fruto.[26]

El segundo encanto de la idea de la preformación era que prescindía del problema del desciframiento. Incluso si los primeros biólogos hubieran imaginado el cifrado — la conversión de un cuerpo humano a algún tipo de código (por ósmosis, à la Pitágoras)—, la acción inversa, el desciframiento de ese código para su conversión en un ser humano, les habría aturcido completamente la mente. ¿Cómo algo tan complejo como una forma humana podía surgir de la unión del esperma y el óvulo? El homúnculo evitaba este problema conceptual. Si un niño estaba ya preformado, su formación no era más que un acto de expansión, una versión biológica de la muñeca hinchable. No se requería ninguna clave o cifra para un desciframiento. La génesis de un ser humano solo era cuestión de añadir agua.

La teoría era tan seductora, tan ingeniosa y vívida, que ni la invención del microscopio fue capaz de dar el esperado golpe mortal al homúnculo. En 1694, Nicolaas Hartsoeker, un físico y microscopista neerlandés, creyó ver la imagen de un mini ser humano, con la cabeza agrandada y encogido en posición fetal, inscrito en la cabeza de un espermatozoide.[27] En 1699, otro microscopista holandés afirmó haber encontrado abundantes criaturas homunculares flotando en el esperma humano. Como en cualquier fantasía antropomórfica —como ver caras humanas en la Luna, por ejemplo—, la teoría simplemente resultaba magnificada por las lentes de la imaginación; las imágenes de homúnculos proliferaron en el siglo XVII, con la cola de los espermatozoides convertida en filamento hecho de cabello humano, o su cabeza celular visualizada como un diminuto cráneo humano. A finales del siglo XVII se consideraba que la preformación era la explicación más lógica y coherente de la herencia animal y humana. Los hombres provenían de pequeños hombres, igual que los grandes árboles lo hacían de pequeños esquejes. «En la naturaleza no hay generación, sino solo propagación», escribió en 1669 el científico holandés Jan Swammerdam.[28]

Pero no todo el mundo podía estar convencido de que existieran infinitos seres humanos en miniatura encerrados dentro de los seres humanos. El principal reto para la preformación era la idea de que algo tenía que suceder durante la embriogénesis que condujera a la formación de partes enteramente nuevas en el embrión. Los humanos no vienen encogidos y ya hechos esperando su expansión. Tenían que ser generados de cero siguiendo instrucciones específicas encerradas dentro del espermatozoide y del óvulo. Las extremidades, el torso, el cerebro, los

ojos, la cara, incluso el temperamento o las propensiones heredados, tenían que crearse de nuevo cada vez que un embrión se transformaba en un feto humano. La generación se producía... por generación.

Pero ¿qué impulso o instrucción generaba el embrión y el organismo final a partir del espermatozoide y el óvulo? En 1768, el embriólogo berlinés Caspar Wolff intentó responder a esta pregunta imaginando un principio guía —*vis essentialis corporis*, lo llamó— que iba guiando la maduración de un óvulo fecundado hasta adquirir la forma humana.[29] Como Aristóteles, Wolff imaginaba que el embrión contenía algún tipo de información cifrada —de código— que no era una simple versión en miniatura de un ser humano, sino un conjunto de instrucciones para hacer un ser humano empezando de cero. Pero, aparte de inventar un nombre latino para un principio vago, Wolff no especificaba nada más. Las instrucciones, argumentaba de manera indirecta, se mezclan con el huevo fertilizado. La *vis essentialis* actuaba todo el tiempo como una mano invisible dando forma humana a una masa.

Mientras biólogos, filósofos, eruditos cristianos y embriólogos se enzarzaban durante gran parte del siglo XVIII en acalorados debates entre la preformación y la «mano invisible», a cualquier observador ocasional se le podría perdonar que todo aquello le dejara indiferente. Se trataba, a fin de cuentas, de cuestiones manidas. «Los puntos de vista opuestos de hoy ya existían hace siglos», dijo con razón un biólogo del siglo XIX.[30] Y, efectivamente, la preformación era en buena parte una reafirmación de la teoría pitagórica de que el espermatozoide contiene toda la información para crear un nuevo ser humano, mientras que la «mano invisible» era una mera variante dorada de la idea aristotélica de que la herencia se transmitía en forma de mensajes para crear materiales (ellos eran la «mano» instructora para moldear un embrión).

Con el paso del tiempo, ambas teorías serían acaloradamente defendidas y acaloradamente refutadas. Tanto la de Aristóteles como la de Pitágoras tenían una parte de razón y otra de error. A principios del siglo XIX, parecía que todo el campo de la herencia y la embriogénesis había llegado a un callejón sin salida. Los más grandes teóricos del mundo, después de haber estudiado el problema de la herencia a conciencia, apenas habían avanzado más allá de las crípticas cavilaciones de dos hombres que vivieron en dos islas griegas hacía dos mil años.

«El misterio de los misterios»

[...] quieren decirnos que todo era ceguera

hasta que accidentalmente se le ocurrió

a un mono albino en la selva,

que aun así tuvo que andar a tientas,

hasta que cierto año Darwin vino al mundo [...].

ROBERT FROST, «Accidentally on Purpose»[1]

En el invierno de 1831, cuando Mendel era todavía un escolar en Silesia, un joven que se preparaba para ser pastor anglicano, Charles Darwin se embarcó en una goleta de diez cañones, el HMS Beagle, en la bahía de Plymouth, situada en la costa

sudoccidental de Inglaterra.[2] Darwin, hijo y nieto de médicos eminentes, contaba entonces veintidós años. Tenía el rostro ancho y agradable de su padre, la tez de porcelana de su madre y unas pobladas cejas que fueron características de la familia Darwin durante generaciones. Había intentado estudiar medicina en Edimburgo,[3] pero, horrorizado ante los «gritos de un niño atado entre sangre y serrín en la [...] sala de operaciones», huyó de la medicina para estudiar teología en el Christ's College de Cambridge.[4] Sin embargo, el interés de Darwin iba mucho más allá de la teología. Alojado en una habitación situada encima de un estanco de Sidney Street, se dedicó a coleccionar escarabajos, estudiar botánica y geología, aprender geometría y física, y discutir acaloradamente sobre Dios, la intervención divina y la creación de los animales.[5] Más que por la teología o la filosofía, Darwin se sentía atraído por la historia natural, el estudio del mundo natural utilizando principios científicos sistemáticos. Fue aprendiz con otro clérigo, John Henslow, el botánico y geólogo que había creado y mantenido el Jardín Botánico de Cambridge, el gran museo al aire libre de historia natural donde Darwin aprendió a buscar, identificar y clasificar especies vegetales y animales.[6]

Dos libros encendieron la imaginación de Darwin durante sus años de estudiante. El primero, *Natural Theology* (1802), de William Paley, ex vicario de Dalston, exponía un argumento que resonaría profundamente en la mente de Darwin.[7] Imaginemos, escribía Paley, que un hombre que camina por un páramo se encuentra un reloj en el suelo. Lo recoge, lo abre y encuentra un exquisito sistema de engranajes y ruedas girando en su interior, pues se trata de un aparato mecánico capaz de señalar la hora. ¿No sería lógico suponer que un aparato como este solo pudo haberlo fabricado un relojero? La misma lógica puede aplicarse al mundo natural, razonaba Paley. La exquisita construcción de los organismos y órganos humanos —«el pivote sobre el que gira la cabeza, el ligamento en el alvéolo de la articulación de la cadera»— solo puede apuntar a un hecho; a saber, que todos los organismos fueron creados por un diseñador supremamente competente, un divino relojero: Dios.

El segundo libro, *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, publicado en 1830 por el astrónomo sir John Herschel, le ofrecía una visión por completo distinta.[8] A primera vista, el mundo natural parece increíblemente complejo, reconocía Herschel. Pero la ciencia puede reducir los fenómenos en apariencia complejos a causas y efectos: el movimiento es resultado de una fuerza ejercida sobre un objeto; el calor supone una transferencia de energía; el sonido es producido por la vibración del aire. Herschel albergaba pocas dudas acerca de que los fenómenos químicos y, en última instancia, los fenómenos biológicos podrían también atribuirse a tales mecanismos de causa y efecto.

Herschel estaba particularmente interesado en la creación de organismos biológicos, y su mente metódica redujo el problema a sus dos componentes básicos. El primero era el problema de la creación de la vida a partir de la no vida (la génesis ex nihilo). En este punto, no se atrevía a desafiar la doctrina de la creación divina. «Ascender al origen de las cosas y especular sobre la creación no es asunto del filósofo natural», escribió.[9] Los órganos y los organismos podrían comportarse de acuerdo con las leyes de la física y la química, pero la génesis de la vida misma nunca podrá ser entendida solo con estas leyes. Era como si Dios le hubiese dado a Adán un pequeño

laboratorio en el Edén y luego le hubiera prohibido mirar por encima de las paredes del jardín.

Pero el segundo problema, pensaba Herschel, era más abordable: una vez creada la vida, ¿qué proceso generó la diversidad que observamos en el mundo natural?; ¿cómo, por ejemplo, una nueva especie animal surge de otra especie animal? Los antropólogos, estudiando el lenguaje, habían demostrado que las nuevas lenguas provenían de las antiguas en un proceso de transformación de las palabras. En vocablos del sánscrito y del latín podían rastrearse mutaciones y variaciones de una antigua lengua indoeuropea, y el inglés y el flamenco habían brotado de una raíz común. Los geólogos habían sugerido que la forma actual de la Tierra —sus rocas, simas y montañas— es fruto de la transmutación de elementos previos. «Reliquias maltratadas de épocas pasadas —escribió Herschel— contienen [...] registros indelebles susceptibles de una interpretación inteligible.»[10] Era una idea iluminadora; un científico podría conocer el presente y el futuro mediante el examen de las «reliquias maltratadas» del pasado. Herschel no conocía el mecanismo correcto del origen de las especies, pero planteó correctamente la cuestión. La llamó «el misterio de los misterios».[11]

La historia natural —lo que fascinaba a Darwin en Cambridge— no estaba precisamente en condiciones de resolver el «misterio de los misterios» de Herschel. Para los inquisitivos griegos, el estudio de los seres vivos estaba muy ligado a la cuestión del origen del mundo natural. Pero los cristianos medievales no tardaron en darse cuenta de que esta línea de investigación solo podía conducir a teorías indeseables. La «naturaleza» era creación de Dios, y para ser coherentes con la doctrina cristiana, los historiadores naturales tenían que contar la historia de la naturaleza según el Génesis.

Una descripción de la naturaleza —es decir, la identificación, denominación y clasificación de plantas y animales— era perfectamente aceptable; describir las maravillas de la naturaleza era, desde luego, celebrar la inmensa diversidad de seres vivos creados por un Dios omnipotente. Pero una visión mecanicista de la naturaleza amenazaba con sembrar dudas sobre el fundamento mismo de la doctrina de la creación. Suponía preguntar por qué y cuándo fueron creados los animales —qué mecanismo o qué fuerza intervenía—, y eso era desafiar el mito de la creación divina y acercarse de forma peligrosa a la herejía. No tenía así nada de sorprendente que, a finales del siglo XVIII, la disciplina de la historia natural estuviese dominada por naturalistas pertenecientes al clero, vicarios, pastores, abates, diáconos y monjes que cultivaban sus jardines y que reunían especies de plantas y animales en un acto de celebración de las maravillas de la creación divina, pero que generalmente rehuían todo cuestionamiento de sus concepciones fundamentales.[12] La Iglesia garantizaba el cielo a estos científicos, pero esa ocupación alimentaba su curiosidad. Las advertencias contra las formas de investigación erradas eran tan enérgicas que los naturalistas del clero no cuestionaban los mitos de la creación; había una perfecta disociación entre la Iglesia y los pensamientos personales. El resultado fue una peculiar distorsión del campo de investigación. Incluso cuando floreció la taxonomía —la clasificación de especies vegetales y animales—, las preguntas sobre el origen de los seres vivos quedaban relegadas a los márgenes prohibidos. La historia natural se ceñía al estudio de la naturaleza sin su historia.

Fue esta visión estática de la naturaleza lo que inquietó a Darwin. Un historiador natural tenía que ser capaz de describir el estado del mundo natural en términos de causas y efectos, pensaba Darwin, del mismo modo que un físico describía el movimiento de una bala en el aire. Lo característico del genio inconformista de Darwin era su disposición a entender la naturaleza no como un hecho, sino como un proceso, una progresión; una historia, en suma. Era una cualidad que compartía con Mendel. Observadores obsesivos como eran del mundo natural, Darwin y Mendel dieron cada uno su paso decisivo haciéndose de dos maneras distintas la misma pregunta: ¿cómo crea o engendra la «naturaleza»? La pregunta de Mendel se centraba en lo microscópico: ¿cómo un único organismo transmite información a su descendencia en una única generación? La pregunta de Darwin se centraba en lo macroscópico: ¿cómo transmutan los organismos información sobre sus características a través de miles de generaciones? Ambos enfoques convergerían con el paso del tiempo, dando origen a la síntesis más importante de la biología moderna y al concepto más potente de la herencia humana.

En agosto de 1831, dos meses después de licenciarse en Cambridge, Darwin recibió una carta de su mentor, John Henslow.[13] Se había comisionado un «estudio» cartográfico de Sudamérica, y la expedición requería el servicio de un «gentilhombre científico» que colaborase en la recolección de especies. Aunque era más gentilhombre que científico (nunca había publicado un artículo científico importante), Darwin pensó que el viaje estaba hecho para él. Iba a viajar en el Beagle no como «naturalista formado», sino como científico en formación «muy cualificado para recolectar, observar y anotar cualquier cosa de interés para la historia natural».

El Beagle levó anclas el 27 de diciembre de 1831 con setenta y tres marineros a bordo. Tras salvar una tempestad, puso rumbo al sur, a Tenerife.[14] A principios de enero, Darwin se dirigía a Cabo Verde. El barco era más pequeño, y el viento más traicionero, de lo que había esperado. El mar se agitaba constantemente bajo él. Estaba solo, padecía náuseas y se quedó deshidratado. Sobrevivió con una dieta a base de pasas y pan. Ese mismo mes comenzó a hacer anotaciones en su diario. Tendido sobre una hamaca que colgaba sobre los mapas almidonados de la investigación, leía atentamente los pocos libros que había traído consigo: El Paraíso perdido, de Milton (que parecía el más apropiado para su condición), y Elementos de geología, de Charles Lyell, publicado entre 1830 y 1833.[15]

La obra de Lyell, en particular, dejó huella en él. Lyell había argumentado (de modo radical para su tiempo) que formaciones geológicas complejas como los cantos rodados y las montañas se habían creado en el transcurso de largos períodos de tiempo, no por la mano de Dios, sino por procesos naturales lentos, como la erosión, la sedimentación y la precipitación. En lugar de un colosal diluvio bíblico, sostenía Lyell, había habido millones de inundaciones; Dios había dado forma a la Tierra no por medio de cataclismos singulares, sino de un millón de accidentes menores.[16] La idea central de Lyell —la de los lentos movimientos provocados por fuerzas naturales, los cuales modelan y remodelan la Tierra, esculpen la naturaleza— sería para Darwin un poderoso estímulo intelectual. En febrero de 1832, todavía «aprensivo e incómodo», Darwin cruzó al hemisferio sur. Los vientos cambiaron de

dirección, las corrientes alteraron su camino y un mundo nuevo se abrió ante sus ojos.

Como sus mentores habían predicho, Darwin demostró ser un excelente recolector y observador de especímenes. A medida que el Beagle proseguía su ruta hacia la costa oriental sudamericana, pasando por Montevideo, Bahía Blanca y Puerto Deseado, recorría bahías, bosques tropicales y acantilados, llevando a bordo un amplio surtido de esqueletos, plantas, pieles, rocas y conchas («cargamentos de cosas que parecen basura», se quejó el capitán). La tierra no solo proporcionaba numerosos especímenes vivos, sino también fósiles; dispuestos en largas filas a lo largo de la cubierta, era como si Darwin hubiese creado su propio museo de anatomía comparada. En septiembre de 1832, mientras exploraba los acantilados grises y las bahías bajas de arcilla cerca de Punta Alta, descubrió un asombroso cementerio natural, con huesos fosilizados de enormes mamíferos extinguidos allí esparcidos.[17] Como un dentista loco, extrajo a la fuerza de la roca una mandíbula de un fósil, y a la semana siguiente regresó para retirar un enorme cráneo del cuarzo. El cráneo pertenecía a un megaterio, la versión mamut del perezoso.[18]

Aquel mes, Darwin encontró más huesos esparcidos entre los guijarros y las rocas. En noviembre pagó 18 peniques a un agricultor uruguayo por un fragmento del enorme cráneo de otro mamífero extinguido, el toxodón, parecido a un rinoceronte y con grandes dientes semejantes a los de una ardilla que vagaba por la pampa. «He tenido mucha suerte —escribió—. Algunos de los mamíferos eran gigantescos, y muchos de ellos nuevos para nosotros.» Recogió fragmentos de un cobaya del tamaño de un cerdo, caparazones de un armadillo parecido a un tanque y más huesos de megaterio del tamaño de los de un elefante, que embolsó y envió a Inglaterra.

El Beagle dobló la accidentada costa de la Tierra del Fuego y puso rumbo a la costa occidental de Sudamérica. En 1835 el barco zarpó de Lima, en el litoral peruano, para poner proa hacia un solitario grupo de achicharradas islas volcánicas situadas al oeste de Ecuador, las Galápagos. El archipiélago lo formaban unos «deprimidos montones [...] de negra lava fragmentada que crean orillas diabólicamente accidentadas», escribió el capitán. Era como un Jardín del Edén infernal: aislado, intacto, reseco, cubierto de lava rocosa endurecida e invadido por «horrendas iguanas», tortugas y aves. La nave vagó de una isla a otra —había un total de dieciocho—, y Darwin se aventuró a recorrer las orillas, arrastrándose entre la piedra pómez para obtener muestras de aves, plantas y lagartos. La tripulación sobrevivió con una dieta constante de carne de las tortugas que habitaban las islas. En cada una parecía haber una variedad diferente. Durante más de cinco semanas, Darwin recogió esqueletos de fringílicos, sinsontes, mirlos, pinzones, reyezuelos, albatros e iguanas, y una gran variedad de plantas marinas y terrestres. El capitán hacía una mueca y meneaba la cabeza.[19]

El 20 de octubre, Darwin se hizo de nuevo a la mar rumbo a Tahití.[20] Y, de nuevo en su aposento del Beagle, empezó a analizar sistemáticamente los cadáveres de aves que había recogido. Los sinsontes, en particular, lo sorprendieron. Había dos o tres variedades, pero cada subtipo era notoriamente distinto y endémico solo en una isla. Casi al desgaire, garabateó una de las frases más importantes que escribió en su vida científica: «Cada variedad es constante en su propia isla». ¿Ocurriría lo mismo con

otros animales, con las tortugas por ejemplo? ¿Tendría cada isla un tipo propio de tortuga? Intentó comprobar si se daba el mismo patrón entre ellas, pero era demasiado tarde. Él y la tripulación se las habían comido en el almuerzo.

Cuando Darwin regresó a Inglaterra tras cinco años en el mar, era ya una celebridad menor entre los historiadores naturales. Su gran botín fósil de Sudamérica fue desempaquetado, preservado, catalogado y organizado; había en él materiales suficientes para crear museos enteros. El taxidermista y pintor de aves John Gould se encargó de clasificar estas últimas. Lyell mostró especímenes de Darwin durante su discurso presidencial en la Sociedad Geológica. Richard Owen, el paleontólogo que se cernía sobre los historiadores naturales de Inglaterra como un halcón patricio, se dignó salir del Real Colegio de Cirujanos para verificar y catalogar esqueletos fósiles de Darwin.

Pero, mientras Owen, Gould y Lyell bautizaban y clasificaban aquellos tesoros sudamericanos, Darwin había puesto su atención en otros problemas. No era un archivero, sino un clasificador, un buscador de aspectos anatómicos más profundos. La taxonomía y la nomenclatura no eran, para él, más que un medio para un fin. Su genio le hacía fijarse en los patrones —sistemas de organización— que había detrás de las muestras; no en los reinos y los órdenes, sino en los reinos de orden que recorrían el mundo biológico. La misma pregunta que frustraría a Mendel en el examen de Viena para poder ejercer la docencia —¿por qué en la Tierra están los seres vivos organizados de la manera en que lo están?— era la que inquietaba a Darwin en 1836.

Aquel año sucedieron dos hechos extraordinarios. El primero fue que, al estudiar con detenimiento los fósiles, Owen y Lyell se encontraron con un patrón subyacente en las muestras. Estas eran por regla general esqueletos de variedades colosales extintas de animales que todavía existían en los mismos lugares donde habían sido descubiertos sus fósiles. Armadillos gigantes vagaban en otro tiempo por el mismo valle donde los pequeños armadillos actuales se mueven entre la maleza. Perezosos gigantes ramoneaban donde hoy viven los pequeños perezosos actuales. Los enormes huesos femorales que Darwin había extraído de los suelos pertenecían a una enorme llama del tamaño de un elefante; la variedad actual, más pequeña, es exclusiva de Sudamérica.

El segundo hecho extraordinario lo advirtió Gould. A inicios de la primavera de 1837, Gould le dijo a Darwin que los reyezuelos, currucas, mirlos y «picos gordos» que Darwin le había enviado no eran en absoluto especies distintas. Darwin los había clasificado mal; eran todos pinzones, unas sorprendentes trece variedades. El pico, las garras y el plumaje eran tan distintos que solo un ojo entrenado podría haber discernido la unidad latente. Las currucas de cuello estrecho, parecidas a reyezuelos, y los picudos mirlos de cuello largo eran anatómicamente primos, variantes de la misma especie. El reyezuelo probablemente se alimentaba de frutos e insectos (de ahí su pico en forma de flauta). El pinzón de pico curvo debía de buscar semillas duras en el suelo (de ahí su pico en forma de cascanueces). Y los sinsontes, endémicos en todas las islas, eran también tres variedades distintas. Pinzones y más pinzones por doquier. Era como si cada sitio hubiera producido su propia variante, un pájaro con el código de barras de su isla.

¿Cómo podía Darwin conciliar ambos hechos? Una idea empezaba ya a esbozarse en su mente; una idea tan sencilla, pero tan radical al mismo tiempo, que ningún biólogo se habría atrevido a considerarla hasta el final: ¿y si todos los pinzones provinieran de un ancestral pinzón común?; ¿y si los pequeños armadillos actuales provinieran de un ancestral armadillo gigante? Lyell se había planteado que el paisaje actual de la Tierra quizá fuera consecuencia de la acción de un cúmulo de fuerzas naturales durante millones de años. En 1796, el físico francés Pierre-Simon Laplace había propuesto que el propio sistema solar actual se había formado a partir de un enfriamiento y una condensación graduales de materia a lo largo de millones de años. (Cuando Napoleón le preguntó a Laplace por qué Dios estaba tan visiblemente ausente en su teoría, le respondió con olímpica desfachatez: «Señor, no tengo necesidad de esa hipótesis».) ¿Y si las formas actuales de los animales fuesen también consecuencia de la acción de un cúmulo de fuerzas naturales a lo largo de milenios?

En julio de 1837, bajo el calor sofocante de su estudio de Marlborough Street, Darwin comenzó a garabatear en un nuevo cuaderno (el llamado «cuaderno B») algunas ideas que bullían en su mente sobre el modo en que los animales habrían cambiado con el paso del tiempo. Aquellas anotaciones eran crípticas, espontáneas y provisionales. En una de las páginas hizo un diagrama que acabaría obsesionándolo: era posible que todas las especies no emanaran de un centro creador divino, sino que brotaran como ramas de un «árbol», o como afluentes de un río, de un ancestral tronco común y se dividieran y subdividieran en ramas cada vez más pequeñas de diversos descendientes modernos.[21] Como las lenguas, como los paisajes, como el cosmos que poco a poco iba enfriándose, cabía la posibilidad de que los animales y las plantas descendieran de formas más antiguas en un proceso continuo de cambios graduales.

Darwin sabía que su diagrama era explícitamente profano. El concepto cristiano de la especiación situaba a Dios en el epicentro; todos los animales por él creados se diseminaron por la Tierra desde el momento mismo de la creación. En el esquema de Darwin no había centro alguno. Los trece pinzones no habían sido creados por un capricho divino, sino que eran la «descendencia natural» ramificada de un ancestral pinzón original. La llama moderna había aparecido de la misma manera; descendía de un ancestro gigante. Y, por si acaso, añadió en la parte superior de la misma página, como para recalcar su último punto de partida de la tierra firme del pensamiento biológico y teológico: «Esto es lo que pienso».[22]

Pero, dejado a Dios a un lado, ¿cuál era la fuerza que actuaba detrás del origen de las especies? ¿Qué impulsaría la descendencia de, por ejemplo, las trece variantes de pinzones hacia los ramales de la especiación? En la primavera de 1838, cuando Darwin empezó un nuevo diario —el «cuaderno marrón»—, tenía más ideas sobre la naturaleza de esa fuerza impulsora.[23]

La primera parte de la respuesta la había tenido delante de los ojos desde su infancia en los campos de Shrewsbury y Hereford; Darwin había viajado miles de kilómetros alrededor del mundo para redescubrirla. El fenómeno se llamaba «variación». Los animales producen en ocasiones descendientes con rasgos diferentes de los de sus progenitores. Los ganaderos habían aprovechado este fenómeno durante milenios de crías y cruzamientos para producir variantes

naturales y seleccionarlas a lo largo de múltiples generaciones. En Inglaterra, los ganaderos habían refinado la producción de nuevas variantes hasta convertirla en una ciencia muy sofisticada. Los toros de cuernos cortos de Hereford guardaban escasa semejanza con los de cuernos largos de Craven. Un naturalista curioso que hubiese viajado de las Galápagos a Inglaterra —un Darwin del continente americano— se habría quedado asombrado de encontrar que cada zona tenía su propia especie de ternero. Pero como Darwin o cualquier criador le habría dicho, las variedades no habían aparecido por accidente. Habían sido creadas deliberadamente por seres humanos, mediante una crianza selectiva de variantes de la misma especie vacuna ancestral.

Darwin sabía que la hábil combinación de la variación y la selección artificial podía producir resultados extraordinarios. Podía conseguirse que las palomas parecieran gallos y pavos, y que los perros tuvieran el pelo corto o largo, distintos colores, manchas, patas arqueadas, poco pelo o el rabo corto; o que fueran fieros, apacibles, tímidos, reservados o agresivos. Pero la selección de estos toros, perros y palomas se debía al hombre. ¿Qué mano, se preguntaba Darwin, había guiado la creación de tan diversas variedades de pinzones en aquellas lejanas islas volcánicas y creado pequeños armadillos a partir de precursores gigantes en las llanuras sudamericanas?

Darwin sabía que se estaba deslizando hacia una peligrosa frontera del mundo conocido, la que lo separaba de la herejía. Podría haber recurrido fácilmente a la mano invisible de Dios. Pero en octubre de 1838 halló la respuesta en un libro de otro clérigo, el reverendo Thomas Malthus, y esta nada tenía que ver con la divinidad.[24]