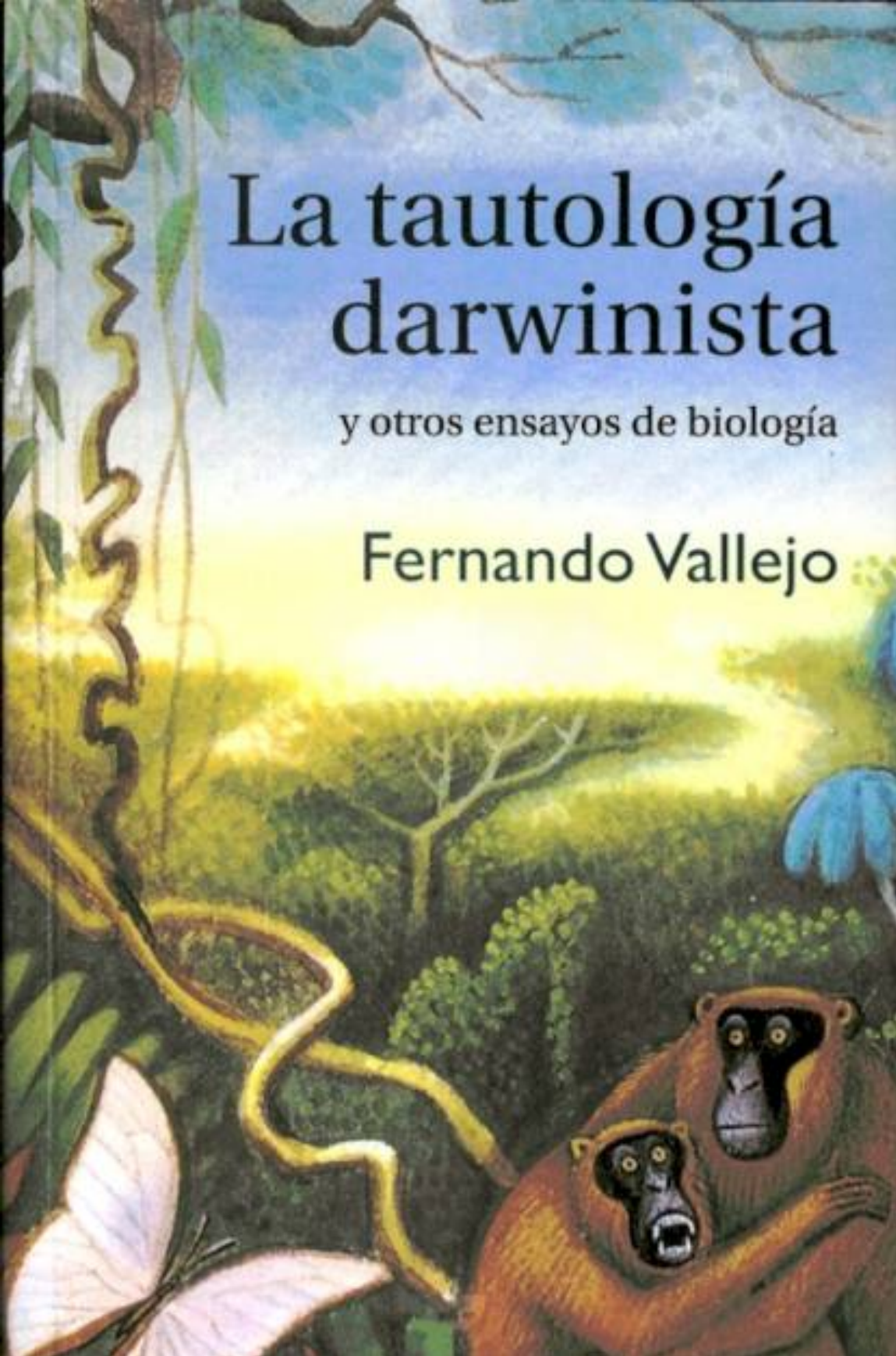


La tautología darwinista

y otros ensayos de biología

Fernando Vallejo



Dios no se necesita para explicar el complejo fenómeno de la vida, pero Darwin tampoco. Darwin fue un impostor. ¿Cómo uno que ni siquiera supo que provenía de un óvulo fecundado por un espermatozoide se metió a explicar «el origen de las especies»? El mecanismo de la selección natural que él postuló es la vuelta del bobo, una perogrullada, una tautología. Tal la tesis del ensayo que le da título a esta obra sui géneris, estrictamente científica pero escrita con humor, lucidez e ironía.

Sus otros ensayos iluminan y resuelven los más grandes misterios de las ciencias biológicas que hasta su publicación inicial por la Universidad Autónoma de México se habían mantenido en la oscuridad: cuándo surge una nueva especie, en qué radican la dominancia y la recesividad genéticas, cómo interpretar el recapitulacionismo de Haeckel y el límite de Hayflick, cómo pudo surgir la primera célula que dio origen a la vida en la Tierra, cuántos tipos de vidas y de muertes hay, por qué la jungla de las taxonomías... Entre burlas y veras, sarcasmos y constataciones de obviedades que una charlatanería científica quiere seguir pasando por alto, este libro esclarecedor y desafiante le abre la puerta grande de las ciencias biológicas a la lengua española.

Introducción

Dios no se necesita para explicar el complejo fenómeno de la vida, se necesita el Tiempo: miles de millones de años de tanteos ciegos en los cambiantes mares y atmósferas de la Tierra partiendo de la materia inanimada y construyendo sobre lo ya alcanzado hasta llegar a la primera célula, a los organismos multicelulares, y a órganos y sistemas tan intrincados y portentosos como el ojo de los cóndores, el oído de los búhos, el olfato de los perros, los fotóforos de los cocuyos, el sensor infrarrojo de las víboras, la orientación magnética de las aves migratorias, las baterías de los peces eléctricos, el sonar de los murciélagos y la computadora del cerebro del hombre con sus cientos de trillones de interconexiones capaces de inventar en su turbulencia, amén de otras computadoras, a Dios, el televisor y la mentira, y lo que aquí importa más, las revistas biomédicas que proliferan por millares y millares como conejos, y la teoría de la selección natural que lo explica todo sin explicar nada. Para los efectos de la vida Dios es el Tiempo. ¿Cuánto tiempo? Desde el mundo prebiótico hasta nosotros digamos que entre tres mil millones y cuatro mil millones de años únicamente, cifras inconcebibles para Pasteur que apenas si salió de París, pero no para quienes han tenido que aprender a medir la isomerización de los fotopigmentos de la visión y de la fotosíntesis en picosegundos. Es tan poquito lo poquito que ya no nos asusta lo mucho.

Nada más fácil que postular que la vida es tan compleja que no se puede entender, y quitarse de encima el problema de su origen dejándoselo a Dios. Dios no entró sin embargo en el panorama de la vida hasta 1668 en que a Francesco Redi se le ocurrió comprobar experimentalmente la generación espontánea, si de veras las larvas de las moscas se formaban de la sola carne en descomposición, como creían en su tiempo, o creyeron en la antigüedad, Harvey, Newton, Van Helmont, Aristóteles, Lucrecio, Virgilio y cuantos tenían o tuvieron ojos para ver, incluyendo a Tomás de Aquino y demás doctos teólogos de la Edad Media. Y claro que no, se formaban de los huevecillos que depositaban las moscas sobre la carne. El experimento de Redi habría dado definitivamente al traste con la teoría o creencia de la generación espontánea, de que en ocasiones pueden surgir animales de la sola materia inerte sin la intervención de otros animales, si poco después de él Leeuwenhoek no hubiera descubierto los organismos unicelulares. Los organismos visibles no surgían pues de la materia muerta, como comprobó Redi, ¿pero los microscópicos? Aunque Leeuwenhoek sospechó que había microorganismos por dondequiera, incluso en el aire, por dos siglos más se siguió arrastrando esta historia de la generación espontánea, cuyos momentos culminantes son, en el siglo xviii la polémica de Lazzaro Spallanzani con John Needham, y en el xix la de Pasteur con Pouchet, en la que Pasteur zanjó definitivamente la cuestión: no hay generación espontánea, por lo menos en el presente y en los Alpes y en las afueras de París. ¿Pero hace tres mil quinientos millones de años? ¿Y hoy incluso en las solfataras del océano profundo, digamos en las grietas hidrotérmicas de la Cuenca de Guaymas en el Golfo de California, centro de separación tectónica donde florecen a temperaturas cercanas al punto de ebullición del agua y profundidades de veinte mil pies bacterias termófilas reductoras de sulfatos como el *Archaeoglobus profundus*, que crece a 90 grados centígrados? Tales surtidores

hirvientes pueden producir una red riquísima de reacciones orgánicas, justo las que se necesitan para originar la vida. Para probar que no existía la generación espontánea, Pasteur subió con sus matraces a tomar muestras de aire en la *Mer de glace* del Mont Blanc, pero no bajó al abismo del piso marino donde comunidades enteras de organismos viven a partir de la energía ya no del Sol y de la fotosíntesis sino de procesos geotérmicos y de la quimiosíntesis. Ni tomó tampoco la máquina del tiempo para retroceder tres mil quinientos millones de años a ver. Una cosa es subir y otra cosa es bajar; una cosa es el frío y otra el calor; una es el aire y otra el agua; y una en fin ascender penosamente a un monte y otra tomar con comodidad y calma la susodicha máquina de Wells.

Soliviantadas por los éxitos de Pasteur las iglesias cristianas —la católica y la protestante por igual— se sintieron en el deber de entronizar a Dios en el centro mismo de la vida, donde nunca había estado ya que las larvas de las moscas nacían ante nuestros teológicos ojos de la carne putrefacta, y los escarabajos y las avispas, como dijo el naturalista inglés Rosso, del estiércol de la vaca. Pero si ni las moscas ni los escarabajos ni las avispas nacen de donde decían esos viejos sabios, tampoco aquí se necesita a Dios. A Dios lo necesitan, como *modus vivendi*, los teólogos, de los que ya quedan pocos: hay menos según mis cálculos que microbiólogos marinos, que hoy por hoy son unos cien en el mundo, pero, como su ciencia de la microbiología marina, en expansión. ¡Qué lejos andaba Tomás de Aquino, que creía en la generación espontánea, de sospechar que siglos después, en el de Pasteur, la Iglesia, escolástica y tomista, habría de enarbolar la bandera contraria, la del vitalismo!

Si tuviera que escribir la historia de las ciencias biológicas lo haría contando la derrota del vitalismo, de la tesis hipócrita que sostiene sin sostener, queriendo pero sin querer la cosa, que puesto que la vida no surgió espontánea-

mente de la materia en las nieves del Mont Blanc ante los ojos de Pasteur, no puede surgir en ningún otro lugar del planeta Tierra ni pudo nunca. ¿De dónde entonces y cómo? Entonces invocan al Gran Hacedor para que la saque de su Voluntad como se saca un prestidigitador un conejo de la manga. La verdad es que «materia» es un concepto ontológico-metafísico, como «energía», y ya hay que desecharlos ambos por viejos, empolvados e inútiles. Parecen decir mucho, pero pensándolo bien no dicen nada. Son extravíos de la mente, escolástica, tomismo, ociosidades. Antes de mediados del siglo XX, ¿quién podía hablar de biología sin la palabra *protoplasma*? Diciéndola se les hacía a todos agua la boca. ¿Y hoy quién la usa? Dios, la materia y la energía son una sola y misma cosa: la Santísima Trinidad de lo inútil. Si la materia es algo es energía y el alma es cuerpo, y están tan vivos los 26 electrones de un átomo de hierro girando en torno a su núcleo como Júpiter en torno al Sol. Todo lo que se mueve está vivo, y como todo se mueve, así sea en el plano atómico, todo vive. Hay que cambiar de vicios mentales y empezar a pensar así. ¿Qué es entonces la vida? La vida es tanto de oxígeno, tanto de hidrógeno, tanto de carbono, tanto de nitrógeno, de fósforo, azufre, calcio, potasio, sodio, cloro, magnesio, con una pizca de hierro, cobre, zinc, molibdeno y otras yerbas que le dan sabor a la receta, y tocar el clavecín lo más fácil: basta pulsar, como observó tan atinadamente Bach, la nota justa en el momento justo y con la intensidad justa. Los hitos de esta historia de las ciencias biológicas que no voy a escribir porque ya está escrita son los que siguen, con sus fechas:

1. En 1777, Edward Stevens sacó líquido del estómago y mostró que se podía hacer que el proceso de disolución de la carne por el jugo gástrico ocurriera fuera del cuerpo, disociándolo por lo tanto de la influencia directa de la vida.

2. Según la tesis de Berzelius sólo un tejido vivo podía fabricar un compuesto orgánico. Por ejemplo la urea, compuesto orgánico que es uno de los componentes de la ori-

na, sólo la podía fabricar un riñón vivo. Pues en 1828 un discípulo de Berzelius, Friedrich Wöhler, produjo urea calentando simplemente un poco de cianato de amonio, e hizo desaparecer de golpe, como por la magia de Aladino, la división entre compuestos inorgánicos y orgánicos basada en la imposibilidad de sintetizar estos últimos en el laboratorio. Otros químicos sintetizarían en adelante en el laboratorio muchos otros compuestos «orgánicos» a partir de precursores inorgánicos, pero fue Kolbe quien acabó de enterrar la versión de Berzelius del vitalismo al producir en 1845 ácido láctico.

3. En 1834, dando un paso más en el camino señalado por Stevens, Theodor Schwann raspó mucosa estomacal, la maceró con alcohol y precipitó un polvo blanco que llamó pepsina, un fermento orgánico digestivo que transforma las proteínas en proteosas y peptonas, en el estómago o fuera de él. Payen y Persoz, en tanto, obtenían de la cebada germinada otro fermento, la diastasa, cuya acción es convertir el almidón en azúcar. Los químicos empezaron a des dividir entonces los fermentos en dos categorías: los vivos, como las células de levadura que fabrican sin prestaciones sociales la cerveza o el pan, y los no vivos como la pepsina y la diastasa. Hasta que en 1897 Buchner extrajo de células de levadura maceradas un jugo que podía realizar las mismas fragmentaciones que ellas cuando estaban vivas, y borró con su descubrimiento la distinción entre los dos tipos de fermentos. Pasteur, que tanto había estudiado las fermentaciones realizadas por los microorganismos, y que murió en 1895, se nos fue sin presenciar esta nueva derrota del vitalismo. En adelante a los fermentos, vivos y no vivos por igual, se les llamó enzimas, y se fueron identificando, una por una, las múltiples enzimas implicadas en las distintas rutas metabólicas de los seres vivos, que resultaron siendo las mismas en esencia para todos. En 1918 Meyerhof probó que las células del músculo de los animales descomponen el azúcar como las levaduras, con su misma serie de enzimas

salvo en los últimos pasos de la ruta, por lo cual en vez del alcohol etílico de éstas el músculo produce ácido láctico. Los mismos procesos bioquímicos que tenían lugar en las humildes levaduras unicelulares ocurren en el hombre. Y el ácido láctico del músculo vivo es ni más ni menos el que produjo Kolbe en 1845 y en el laboratorio, como ya dijimos. Dos grandes temas están pues sugeridos desde este momento: la profunda unidad de la vida, cualesquiera sean las múltiples formas en que se manifiesta; y la borrosa frontera entre lo animado y lo inanimado. Tal vez los animales, como ya diremos en el curso de este libro; y en gran medida el hombre, no sean más que máquinas programadas, y el libre albedrío una mera ilusión.

4. Determinadas en sistemas libres de células las gramilas y rutas bioquímicas en las primeras décadas de este siglo, Oswald Avery estableció en 1944 que el ácido desoxirribonucleico de los cromosomas del núcleo celular es el portador de la información genética, el programa de la computadora, y la biología empezó a partir de entonces a reemplazar a la física como el dominio más excitante de la ciencia. En 1965 Spiegelman sintetizó en el tubo de ensayo un virus infeccioso de ácido ribonucleico y Kornberg otro en 1967, pero ahora de ácido desoxirribonucleico. Ambos usaron además de una provisión de nucleótidos sueltos y una replicasa, virus del mismo tipo del que se quería sintetizar como molde. Pero en el curso de estos experimentos se descubrió que era posible también sintetizar tramos de ácido ribonucleico sin necesidad del molde, con la simple replicasa y los nucleótidos, en lo que se ha llamado síntesis «de novo». En cuanto a los nucleótidos (al igual que los aminoácidos que constituyen la replicasa proteica y todas las proteínas) se pueden producir en el tubo de ensayo a partir de una mezcla de gases de bióxido de carbono, metano, amoníaco e hidrógeno calentados con agua y sometidos a descargas eléctricas o a radiaciones ultravioleta, de un modo sorprendentemente fácil que sugiere

re cómo se pudieron formar en la Tierra primitiva anterior al surgimiento de la primera célula. Nada más asociado a la vida que la locomoción y los movimientos irregulares y discontinuos de los seres animados por contraposición a la regularidad de los movimientos fijos de los astros y los electrones del mundo físico. Pues bien, los músculos, cuyas proteínas actina y miosina se dan en todos los animales, se contraen si se disuelven en calcio y adenosín trifosfato. Y más aún, los microtúbulos —que están compuestos por tubulina y otras 200 proteínas, y que guían los movimientos de los organelos y los cromosomas en el interior de las células eucariotas y de los cilios y los flagelos en su exterior— se pueden producir extracelularmente: basta mezclar tubulina con dineína, una de esas 200 proteínas, más adenosín trifosfato controlando el pH y la concentración de calcio y otros iones, y se formará un microtúbulo que se moverá por sí mismo.

En el principio fue Leeuwenhoek: un día de 1677 colocó uno de sus lentes pulidos sobre una gota de agua estancada y vio lo que nunca antes habían visto ojos humanos: un mundo subvisible, microscópico, de seres vivos demasiado pequeños para ser detectados a simple vista, de pequeñas criaturas vivientes que pululaban en el líquido como en los cielos de Galileo las estrellas. Con sus microscopios primitivos Leeuwenhoek hizo observables estructuras de milésimas de milímetros o micrómetros, rebasando en cien veces la décima parte del milímetro, que hasta entonces era el límite de la vista humana. Otros microscopios con mayor poder de resolución habrían de permitir después observar estructuras de milésimas de micrómetro o nanómetros en las ciencias biológicas, y de décimas de nanómetro o ángstroms en la física. Pero ya para entonces el hombre había empezado a usar nuevas escalas temporales en consonancia con las nuevas escalas espaciales. Y si por una parte el Espacio de Galileo se tuvo que empezar a medir, porque ya no cabían en el papel los ceros, en años luz (o sea el Espa-

cio medido paradójicamente con el Tiempo), los segundos de los relojes se dividieron en milésimas, millonésimas, bi-millonésimas de segundo —el milisegundo, el microsegundo, el nanosegundo, el picosegundo— para medir la rapidez de las reacciones bioquímicas y químicas, atomizando rumbo a la nada la eternidad de Dios. Pero para poder continuar con comodidad esta introducción, sin grandilocuencias antiguas a lo Pascal, quitémosles las mayúsculas al Espacio y al Tiempo desdivinizándolos y que queden así en el simple espacio y tiempo de todos los días, los de la semana, en los pocos metros de este cuarto por donde se pasea a sus anchas la eternidad en pantuflas.

Cuando un enlace químico de una molécula se rompe en una reacción de disociación directa, el proceso es tan rápido que se ha considerado instantáneo y por lo tanto inmedible. Pero no, todo se puede medir en este mundo siempre y cuando tengamos un punto de comparación y aparatitos. Medido con la espectroscopia de láser ultrarrápida el tiempo requerido para romper un enlace químico en una reacción elemental es de una décima de picosegundo o cien femtosegundos: eso es lo que dura el enlace después de que el fotón de la disociación ha sido absorbido. La fotoisomerización del retina!, por la cual vemos, sin microscopio o con él, toma picosegundos; en menos de seis picosegundos se forma la batorodopsina. Y con la naturalidad con que uno calculaba antaño cuántas leguas recorría una mula en un día, hoy la ciencia se pregunta a cuántas décimas de ángstrom por femtosegundo se mueve el átomo tal. Todo es cuestión de aprendizaje: el rico cuenta en millones y el pobre en centavos. Los microscopios electrónicos alcanzan resoluciones de uno o dos ángstroms, que es a lo que están separados los átomos de una molécula, y la cámara de emisión de campo al femtosegundo (*the femtosecond field emission camera*) registra el movimiento continuo de átomos y moléculas individuales con una resolución temporal de 10 femtosegundos. El femtosegundo es

la milésima parte del picosegundo, que es la millonésima parte del segundo, que es lo que nos toma, más o menos, decir reverentemente «Dios».

Antes de Leeuwenhoek la humanidad sólo conocía seres vivos multicelulares, de los cuales el más pequeño era el ácaro del queso. Con sus lentes biconvexas Leeuwenhoek fue el primero en ver los seres vivos unicelulares. Desde sus más de doscientas cartas a la *Royal Society* de Londres, escritas a partir de 1673, la decimoctava, del 9 de octubre de 1676, contiene las primeras observaciones que se hicieran sobre los protozoarios y las bacterias. El paso lógico siguiente la humanidad tardó siglo y medio en darlo: en 1824 Dutrochet propuso, en un informe que pasó desapercibido, la que en 1838 y 1839 Schleiden y Schwann habrían de hacer famosa como la «teoría celular», que postula que los seres vivos están formados de células o unidades biológicas independientes encerradas en membranas: los organismos unicelulares constan de una sola y los multicelulares de muchas, muchas células individuales unidas para formar tejidos que forman órganos que forman animales o plantas.

En 1827, por los años en que Dutrochet proponía la teoría celular, Von Baer identificó el óvulo de los mamíferos. Ya un ayudante de Leeuwenhoek, Johann Ham, había descubierto en el líquido seminal del hombre los espermatozoides. Pero hubo que esperar hasta Oscar Hertwig para que comprendiéramos todo el proceso. Éste en 1875 observó con el microscopio la fusión de los núcleos del óvulo y el espermatozoide del erizo de mar *Toxopneustes*. Y pensar que Aristóteles, Alejandro, César, Cervantes, Shakespeare, Newton, Bacon, vivieron y murieron sin saber que provenían de un óvulo fecundado por un espermatozoide... En fin, que no lo hayan sabido ellos poco importa. ¡Pero que no lo hayan sabido Harvey ni Galeno, Darwin ni Mendel! El descubrimiento de Hertwig tuvo lugar 16 años después de la aparición de *El origen de las especies de Darwin*, y nue-

ve después de la publicación de los experimentos de Mendel con los guisantes en la gacetilla científica de Brünn.

Pero no nos sentimos tan seguros de nuestros recientes avances: todavía hasta 1956 (cuando yo estudiaba de niño biología y nos hablaban de batracios y protoplasma) se pensaba que el número diploide de los cromosomas de la especie humana era de 48 (o sea dos juegos haploides de 24), que fue el que determinó erróneamente Painter en estudios de células testiculares realizados en 1924. En 1956, gracias a los estudios de Tjio y Levan, confirmados luego por numerosos investigadores con distintas técnicas y en múltiples tejidos, se estableció el número en 46 (o sea dos juegos haploides de 23). Cuarenta y ocho cromosomas son los que tienen nuestros parientes vivos más cercanos, el chimpancé, el gorila y el orangután: el cromosoma número 2 del cariotipo humano ha resultado del empalme del 2 y el 24 de los simios; banda por banda coincide el 2 nuestro con la suma del 2 y el 24 de ellos. Este empalme y otras reorganizaciones cromosómicas de menor cuantía dan cuenta de nuestra separación hace cinco o seis millones de años de estos parientes tan incómodos, o de sus abuelos.

He empezado este libro ponderando a la antigua el ojo de los cóndores, el oído de los búhos, el sonar de los murciélagos y demás maravillas de la creación. Era lo que se estilaba a fines del siglo XVII y principios del XVIII cuando la biología estaba en manos de los párrocos naturalistas ingleses. Los títulos de sus obras son muy ilustrativos: *Natural Theology*, de William Paley; *The Wisdom of God manifested in the Works of Creation*, de John Ray; *Physico-Theology or Demonstration of the Being and Attributes of God from His Works of Creation*, de William Derham, etcétera. «La Naturaleza es el arte de Dios» decía Sir Thomas Browne, y eso lo resume todo. Tras la aparición del libro de Darwin a mediados del siglo XIX cambió la moda: a todo se le empezó a buscar una «razón adaptativa» que les confería a los organismos una «ventaja selectiva». El

ojo era una «adaptación» que les permitía cazar a los carnívoros, y la concha de la tortuga una protección «adaptativa» que le permitía a la pobre salvarse del hambre de éstos. Y así todo órgano y estructura y quimera imaginable, empezando por el largo cuello de la jirafa merced al cual su dueña podía ramonear filosóficamente en las altas copas de los árboles vecinas de las nubes sin preocuparse en absoluto por los merodeantes tigres de abajo. Para todo Darwin tenía una explicación, una razón adaptativa: para el cuello largo, para el cuello corto, para tener alas, para no tenerlas... Yo creo que hasta para la caída suave de los copos de nieve sobre las encrespadas olas del mar. A las incontables variaciones de las plantas y los animales, por las buenas o por las malas él les encontraba razones. Si se habían dado era por algo. Por la Voluntad inescrutable del Creador, del Gran Relojero Divino, decían los párrocos naturalistas. Por Santa Selección Natural, decía el descreído de Darwin. Por lo que fuera, unos y otro se extasiaban ante la maravillosa «adecuación» de los organismos a su ambiente. Cuando la primera de estas hechicerías cayó en desgracia en el ateo siglo XIX la segunda vino a llenar su vacío. Y hoy, de las tres *bêtes noires* de que ha hablado Karl Popper —el marxismo, el freudismo y el darwinismo—, éste es el único que sigue incólume. La selección natural se ha apoderado hasta de la más prestigiosa de las recientes ciencias biológicas, la biología molecular, y en el charquito tibio en que según Darwin pudo haber empezado la vida los darwinistas moleculares han puesto a competir las moléculas de ácido desoxirribonucleico a ver cuál sobrevive a cuál, si la que tiene más adenina a la que tiene más guanina... Una pseudociencia ha reemplazado al mito en la selva del paraíso.

Ni Lamarck, ni Darwin, ni Haeckel, ni Von Baer, ni Weismann, ni Huxley, ni Wallace ni ninguno de los biólogos especulativos del siglo XIX entendieron los problemas en que andaban metidos pues no tenían los elementos para ello.

Eran como niños tratando de armar un rompecabezas de mil fichas del cual sólo contaban con veinte, y que no encajaban. El paisaje que representaba el rompecabezas era una selva con tigres y papagayos, y ellos pensaban que era el asalto a un castillo. Mendel mismo, con todo y la exactitud de sus observaciones, no entendió en última instancia nada. Una cosa es la herencia en los guisantes, la planta de sus experimentos, que se puede reproducir tanto por autofecundación como por fecundación cruzada, y otra en el hombre y demás animales anfimícticos, que sólo se pueden reproducir de la segunda manera. Además la mayoría de las características visibles de un individuo no dependen de un solo gen y hay genes que no son dominantes ni recesivos, sino codominantes. En 1881 Julius von Sachs y en 1884 Hertwig habían sugerido que la nucleína o ácido desoxirribonucleico de los cromosomas era la sustancia responsable de la transmisión de las características hereditarias, el portador de la «información genética», pero hasta 1944 no lo demostró Oswald Avery, según ya anotamos. Hasta Avery los sucesores de Mendel anduvieron en sus intentos por apresar el gen tan a oscuras como un ciego tratando de tumbar un pájaro con escopeta. El que más se aproximó fue Weismann, pero porque no le disparó al pájaro una bala sino una nube de humo, el «plasma germinal».

El «material genético» y la «herencia» son grandes y místicas palabras que ya se pueden cambiar por un equivalente concreto despojándolas de todo misterio: son las instrucciones contenidas en una larga hebra de ácido desoxirribonucleico replicable y constituido por millares o millones de cuatro tipos de nucleótidos en infinitas combinaciones para la fabricación de una serie de ácidos ribonucleicos mensajeros, ribosómicos, de transferencia y otros, a través de los cuales se fabrican a su vez los millares de proteínas diferentes de un organismo: 750 aproximadamente en los micoplasmas, las bacterias más pequeñas de hoy día; unas 2.500 en la bacteria *Escherichia coli*, la más estudiada; y en-

tre 10.000 y 20.000 en las células eucariotas de los mamíferos y el hombre.

Establecidos los ácidos nucleicos en el centro mismo de la vida, la biología ha tenido en la segunda mitad del siglo XX una expansión antaño insospechada. La biología, esto es, las múltiples ciencias biológicas en que para comodidad se le distribuye en los textos: botánica, zoología, taxonomía, paleontología, genética, bioquímica, paleoquímica, citología, histología, bacteriología, parasitología, virología, inmunología, hematología, etología, fitosociología, ecología, endocrinología, oncología, cristalografía, neuroquímica, biología evolutiva, molecular, de las membranas, del desarrollo... Hojéese un texto de bacteriología por ejemplo y se verá que está lleno de biología molecular, bioquímica, virología, inmunología, genética... Hay tumores desencadenados por virus, marcadores tumorales contra los que se producen anticuerpos y cánceres heredables: he aquí la oncología relacionada con la virología, la inmunología y la genética. ¿Y quién puede señalar los límites entre la hematología y la inmunología? La inmunología trata entre otras muchas cosas de los anticuerpos, pero éstos los producen los linfocitos B de la sangre, de la que trata la hematología... La biología es una sola ciencia repartida en múltiples disciplinas tan entrecruzadas y dependientes como los organelos, las membranas, las proteínas y los ácidos nucleicos en una célula.

Pese a su infinita diversidad morfológica todos los seres vivos están en mayor o en menor grado emparentados. Todas las células de los organismos actuales, las de las bacterias unicelulares o las del hombre, las de los animales o las de las plantas, coinciden en una serie de características comunes que provienen de la primera célula de hace tres mil quinientos millones de años, fuente de toda la vida en el planeta y de la cual las han heredado. Esta profunda unidad de la vida la han venido a poner de manifiesto la bioquímica primero y luego la biología molecular. Por ejemplo