

Jean Deutsch

EL GUSANO QUE USABA  
EL CARACOL COMO TAXI  
Y OTRAS HISTORIAS NATURALES

**Prólogo**  
**(que puede leerse después)**

¿Por qué un libro de historias “naturales”?

En principio, la culpa es de Aristóteles. Aristóteles escribió una *Historia de los animales* que es más que la suma de los conocimientos de su época: la obra contiene sus propias observaciones e investigaciones, además de una explicación muy clara de su método y las razones por las cuales, para él, es tan importante estudiar los animales y la manera de hacerlo.

Como resultado, todos los naturalistas que siguieron, ante la autoridad de ese maestro, también escribieron “historias”. Para no vernos envueltos en una lista larga y fastidiosa, alcanza con citar la más famosa de todas: la *Historia natural, general y particular*, de Buffon.

Y aún hoy se sigue hablando de “historia natural”. En París tenemos el Museo Nacional de Historia Natural, en Londres está el Museo Británico de Historia Natural. En realidad, el término “historia natural” se basa en un malentendido. En la época de Aristóteles, el término *historia* tenía el sentido de “búsqueda”, de “investigación”. No se trata en modo alguno de procesos históricos, de algo que se desarrolla en el tiempo. Está claro que antes de Lamarck y Darwin no se hablaba de evolución, de inscripción en el tiempo de la “historia natural”. Una mejor traducción del título de la obra de Aristóteles habría sido *Investigaciones sobre los animales*, lo cual, para nuestros oídos modernos, tiene connotaciones muy distintas.

En segundo lugar, la culpa es de Stephen J. Gould, a quien considero uno de los biólogos más importantes de la segunda mitad del siglo xx. El período se vio dominado, en biología, por el imperialismo de la genética molecular. De manera absolutamente sorprendente, dicha disciplina ignoró (casi) por completo la evolución, como si pudiera pensarse la biología en un marco mecanicista atemporal. Gould no era

biólogo molecular. Era paleontólogo. Las técnicas moleculares no se adaptan bien al estudio de los fósiles. En cambio, la paleontología difícilmente puede ignorar el marco evolucionista. Sin embargo, Gould estaba perfectamente al corriente de los avances a los que la biología molecular dio lugar en el conocimiento de los mecanismos biológicos. Es por ello que los aportes conceptuales de Gould atañen a todos los biólogos (y a todos aquellos a quienes les interesa la biología). Gould expone estas ideas en una serie de obras destinadas a un público más amplio que el de los biólogos exclusivamente, como *La sonrisa del flamenco*, *La montaña de las almejas de Leonardo*<sup>1</sup> y muchas otras, que llevan como subtítulo *Reflexiones sobre historia natural*.

La tercera culpable es la lengua francesa. En francés, la palabra “historia” tiene también el sentido de “cuento”, algo que se narra, contrariamente a lo que ocurre en inglés, idioma que distingue *story* de *history*. Así pues, he querido contar historias de animales reemplazándolas en la Historia, con H mayúscula. La dimensión histórica, en biología, es la evolución. Según el famoso aforismo de Theodosius Dobzhansky, uno de los fundadores de la teoría sintética de la evolución a fines de los años treinta, “nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución”.

Las historias que aquí cuento tienen su origen en mi oficio de biólogo; a veces en mis propias investigaciones, con mayor frecuencia en mis lecturas científicas. Unas y otras me han ofrecido un punto de partida para llevar a cabo una investigación, volver a ubicar datos, siempre necesariamente anecdóticos y parciales, en su contexto y en un contexto más amplio. Cada una de estas historias es, pues, una investigación. Y en esa vía me encuentro con el sentido del griego antiguo. Pero lo más importante es que en cada oportunidad aprendí mucho, y aprender es lo que más me gusta. Al final de mi investigación, como el detective de la novela policial, me formo una opinión y se las ofrezco a ustedes. Ustedes tendrán los elementos de la investigación. ¿Estarán de acuerdo con mis conclusiones?



---

<sup>1</sup> Stephen J. Gould, *La sonrisa del flamenco*, Barcelona, Crítica, 2004, y *La montaña de las almejas de Leonardo*, Barcelona, Crítica, 2006.

# I. Historia del gusano que usaba el caracol como taxi, o cómo ser diferente (fragmento)

## Prólogo. El nematodo *Caenorhabditis elegans*, un animal doméstico

El gusano del que voy a hablar aquí vive en la tierra, pero no es una lombriz. Esta última, la lombriz de nuestros campos y jardines, es un anélido, es decir, un gusano anillado. Lamarck fue el primero en separar los anélidos del resto de los gusanos (en su *Filosofía zoológica*, de 1809). En la lombriz, los anillos, que son visibles desde el exterior, reflejan lo que los biólogos llaman *segmentación* de la anatomía interna. El cuerpo de los anélidos está constituido por partes repetidas, los segmentos, como lo son nuestras costillas y nuestras vértebras. El gusano de este relato es un nematodo (el término “nematodo” proviene de una palabra griega que quiere decir “hilo”). Los nematodos son animales muy diferentes de los anélidos; en particular, no están segmentados. Los nematodos y los anélidos son dos de los treinta filos (grandes grupos) de animales. Esos dos filos están ubicados en dos ramas muy alejadas del árbol de la evolución de los animales. El vocabulario y el sentido común, que reúnen a los gusanos sobre la base de una forma vagamente parecida, pueden ser engañosos.

El nematodo *Caenorhabditis elegans* es un animal doméstico de un género particular (figura I.1). En efecto, forma parte de esas especies poco numerosas que el hombre ha domesticado para su uso en laboratorio. De alguna manera, le ha dado su cuerpo a la ciencia. Se trata de un animal muy pequeño, de 1 milímetro de largo, compuesto por apenas un millar de células. Esas dos características -el tamaño reducido y el bajo número de células- fueron elementos decisivos en la elección de los biólogos. Hacia 1950, un biólogo y genetista francés, Victor Nigon, empezó a estudiarlo en detalle. Había preparado los métodos de su crianza en laboratorio, había descrito su ciclo de vida y las primeras etapas de su desarrollo. Sydney Brenner lo convirtió en su organismo modelo a partir de los años sesenta en Cambridge (Gran Bretaña). El animal tuvo tal éxito que obtuvo el premio Nobel en 2002, entregado a su padre espiritual, Sydney Brenner, y a otros dos biólogos del gusano, John Sulston y Robert Horvitz. En pocos años, *Caenorhabditis elegans* (más familiarmente, *C. elegans*) se convirtió, en los laboratorios de biología, casi en el equivalente de la famosa drosófila, la mosca de los genetistas. Sulston describió integralmente la familia celular del gusano, es decir, el árbol genealógico de cada una de las mil células del adulto a lo largo de todas las divisiones desde la

célula original, el huevo. Horvitz descubrió y describió en detalle la apoptosis de *C. elegans*, es decir, su “muerte celular programada”. La proliferación celular, incluso acompañada de una diferenciación, no alcanza para construir un organismo; además, hace falta que algunas células mueran. Pero claro, no cualquier célula y no en cualquier momento. La apoptosis es un proceso finamente controlado, indispensable para el desarrollo de todo animal, y cuya existencia nadie sospechaba antes de los descubrimientos de Horvitz.

En pocas palabras, ¡*C. elegans* es extraordinario! Para conocerlo mejor, Marie-Anne Félix, bióloga del Institut Jacques Monod de París, pensó que había que salir del laboratorio e ir a buscar a *C. elegans* en la naturaleza. Al hacerlo, estaba encarando para el gusano el mismo procedimiento que Theodosius Dobzhansky había llevado a cabo en los treinta para la drosófila. ¿Por qué emprender ese camino en sentido inverso al que siempre había sido elegido por todos los genetistas del gusano?



Figura I.1. El gusano *Caenorhabditis elegans*

Un hermafrodita. A: anterior; P: posterior. Se distinguen claramente los huevos y embriones en el interior de la gónada. Dibujo de Sophie Gournet, según *Introduction to C. elegans Anatomy*. Disponible en línea: <<http://elegans.swmed.edu>>.

## La curiosa sexualidad de este animal tan elegante

Una de las propiedades de *C. elegans*, y una de las razones que justifican la elección de esta especie como modelo de estudios genéticos, es una curiosa particularidad de su ciclo de vida. *C. elegans* se presenta en dos sexos diferentes, pero en su caso no son machos y hembras, sino machos y hermafroditas. Los hermafroditas poseen a la vez gónadas masculinas y gónadas femeninas, y son capaces de autofecundarse. De hecho, éste es el modo de reproducción más frecuente en laboratorio. Los hermafroditas son, por una gran diferencia, mucho más numerosos que los machos: apenas nace un macho por cada mil hermafroditas. Sin embargo, los machos tienen un aparato copulatorio y pueden fecundar a los hermafroditas, que en esos casos se comportan como hembras.

Los genetistas se benefician mucho con este tipo de reproducción. Contrariamente a lo que suele creerse, el juego preferido de los genetistas no es descifrar la secuencia entera de las bases presentes en el ADN de una especie. Desde los comienzos de la genética, mucho antes de que se tuviera una idea sobre el papel que podía desempeñar la molécula de ADN en la herencia genética, el gran juego de los genetistas es seleccionar mutantes y cruzarlos entre ellos. Y sigue siendo el mejor método para comprender el papel que juega en el organismo ese objeto simbólico mal identificado que llamamos “gen”, al que Mendel anotaba como *A/a* y que hoy en día describimos mediante una secuencia de bases de ADN. Para jugar a ese juego, no alcanza con tener a mano *un solo* individuo mutante. Hay que tener toda una colección, una población de individuos mutantes *idénticos*, una *cepa*, una familia mutante. Y en ese punto es donde *C. elegans* se revela como el animal soñado por los genetistas. Al seleccionar un mutante hermafrodita, se obtiene al mismo tiempo la cepa. En efecto, gracias a la autofecundación (casi) todos los descendientes de un hermafrodita son genéticamente idénticos: constituyen un clon de su “madre”. El “casi” de la frase anterior corresponde a los machos, que representan apenas la milésima parte de la descendencia: sólo se diferencian de sus “hermanos” hermafroditas por la presencia de un único cromosoma sexual en lugar de dos. Y esta excepción, en lugar de ser un inconveniente, es una ventaja: gracias a esos pocos machos puede cruzarse a los individuos de esta cepa con los de otra cepa mutante. Pueden obtenerse por recombinación nuevas asociaciones de genes mutados y estudiarse así las interacciones entre los genes.

### *C. elegans* en su estado natural

La manera de reproducirse que tiene *C. elegans* es increíblemente útil para el genetista en su laboratorio. Pero (siempre hay un pero) el inconveniente es la otra cara de la misma moneda. Todos los genetistas del gusano trabajan sobre mutantes que salieron de la misma cepa: aquella que fue seleccionada al principio en el laboratorio de Cambridge. Dicho de otro modo, se ha perdido la diversidad genética que *C. elegans* presenta en la naturaleza. (Por otra parte, eso es lo que ha ocurrido y sigue ocurriendo con todas las especies domésticas, animales y vegetales.) Para comprender mejor a este gusano, su desarrollo, su evolución, su ecología, es necesario conocer su diversidad genética natural. Es por eso que Marie-Anne Félix y su estudiante de tesis, Antoine Barrière, decidieron ir a cazar *C. elegans* “al natural”.

¿Dónde hay que buscar *C. elegans*? Los nematodos son gusanos redondos con extremidades puntiagudas. Uno de los más conocidos es el ascaris, parásito del hombre, posible origen de la prohibición de consumir carne de cerdo entre los judíos y los musulmanes. Los gusanos parásitos de nuestros perros y gatos domésticos, las filarias (de nuevo la idea de hilo), son nematodos. Pero *C. elegans* no podría soportar la temperatura de 37 °C que tienen los mamíferos: vive en el suelo. Puede encontrárselo escarbando en la tierra, lo cual no significa que la tarea resulte sencilla. Existen muchas especies de nematodos de tierra, y hay que saber distinguir a *C. elegans* de las especies vecinas, que se le parecen mucho. Los nematodos de tierra se alimentan de bacterias. Las bacterias son indispensables para la degradación de las materias orgánicas que cubren el suelo, y esa degradación es la que lo hace fértil. Es probable que los nematodos participen de esa producción de suelo fértil al regular el aumento bacteriano. *C. elegans* se encuentra en suelos ricos y en abonos orgánicos o compost.

### *C. elegans* en un rincón de la campiña francesa

Los diarios nos han mostrado la utilidad de la variabilidad genética en las investigaciones policiales: cada ser humano es único, y el rastro de esa diversidad está inscripto en la secuencia de ADN; es lo que se ha llamado la “huella genética”, por analogía con las huellas digitales. Sucede con todos los seres vivos, incluida la especie humana; la variabilidad genética es un componente fundamental de la vida, sin el cual, por otra parte, sería imposible toda evolución. La variabilidad genética de las poblaciones naturales de una especie se analiza exactamente de acuerdo con los mismos procedimientos que los que utiliza el laboratorio científico de la policía. ¿Qué podía esperarse de la diversidad genética de *C. elegans*?

Teniendo en cuenta el modo de reproducción principalmente hermafrodita del animal, se pensaba que la diversidad genética sería débil en un sitio específico. En efecto, los hermafroditas producen clones, por lo que podía esperarse que una pequeña porción de tierra hubiera sido colonizada por un solo clon o por una cantidad reducida de clones. Pero eso no fue lo que ocurrió: la diversidad genética local es fuerte.

Ello puede explicarse de dos maneras. La primera sería que los machos son mucho más frecuentes en el suelo que en el laboratorio. La diversidad genética sería entonces producida por la acción de la reproducción sexuada y su corolario, la recombinación. La segunda sería que las migraciones fueran frecuentes. La diversidad genética, entonces, se produciría por el aporte regular de nuevos genotipos

provenientes de otros lugares. Esas dos posibilidades no son mutuamente excluyentes. Por el contrario, es probable que ambos fenómenos se den a la vez.

En efecto, da la impresión de que los machos son más numerosos en la naturaleza. ¿Se trata de un fenómeno selectivo en virtud del cual los hermafroditas serían eliminados más rápidamente que los machos? ¿Se trata de un problema inductivo por el cual los componentes del suelo (incluidas las bacterias que allí viven) tienen el poder de desencadenar la producción de machos? Y en ese caso, ¿mediante qué mecanismo? El nematodo de laboratorio no vive en las mismas condiciones ambientales que un nematodo del suelo. En el laboratorio, los gusanos son criados y alimentados con colibacilos, bacterias que forman parte de esa limitada colección de seres vivos domesticados para fines de estudios científicos. Es cierto que, en el suelo, *C. elegans* no corre el riesgo de encontrarse con esa bacteria que fuera del laboratorio -en la naturaleza, si es que podemos decirlo así- es una comensal del intestino humano. Un hermafrodita encontrado en el suelo y criado en el laboratorio bajo esas condiciones no produce más machos que una cepa clásica de laboratorio.

¿Qué pensar entonces de la diversidad genética, no ya a escala local sino a gran escala, por ejemplo, en todo el territorio francés? El tamaño de *C. elegans* no supera el milímetro. Aun si en el laboratorio es capaz de desplazarse sobre toda la superficie de una placa de Petri de 8 cm de diámetro, no parece capaz de atravesar montañas o ríos. Así que lo esperable es una gran diversidad genética de una localidad a otra. La diferencia entre las poblaciones debe aumentar en función de la distancia. En términos de genética de las poblaciones, se dice que la población está estructurada según la distancia. Pero no es el caso. Curiosamente, el análisis de ADN de gusanos recogidos a grandes distancias revela muchas veces genotipos idénticos.

## Autostop en el caracol

Una observación permite ofrecer una explicación posible. En efecto, hay nematodos -entre ellos, *C. elegans*- en la cavidad visceral de los caracoles. Nada más natural, de parte del caracol, que encontrarse con nematodos. El caracol vive en el suelo y se alimenta de plántulas. Él también es hermafrodita, pero incapaz de autofecundarse; en cambio, pone sus huevos en el suelo, por lo que necesita escarbar en él. Se traga los nematodos. Pero he aquí que la baba de caracol es terrible: en particular, contiene enzimas capaces de digerir la quitina de las paredes de los hongos que come el caracol. Los nematodos poseen una cutícula gruesa y dura. Esa cutícula está formada principalmente

por un tipo especial de colágeno, y no de quitina como la cutícula de los insectos. Es probable que esa cutícula sea resistente a la enzima del caracol. Además, los nematodos que se encuentran en los caracoles están en un estado de *dauer*. Las larvas *dauer* (del alemán, “durar”) constituyen un estadio larvario particular, que puede considerarse como una forma de resistencia del gusano a las condiciones desfavorables. El gusano nace del embrión con forma de larva de primer estadio. En condiciones de vida favorables, antes de alcanzar la edad adulta, el gusano pasa por otros tres estadios larvarios intermedios, separados por mudas. Por otra parte, esa particularidad del ciclo de vida, acompañado por las mudas, asemeja los nematodos a otros animales que a primera vista son muy diferentes: los artrópodos (arañas y escorpiones, ciempiés, crustáceos, insectos).

Ocurre que, en caso de ausencia de alimento o superpoblación, la larva de segundo estadio, L2, en lugar de mudar en una larva L3 se transforma en *dauer*. Esa transformación en *dauer* es inducida por señales del medio, sobre todo por una sustancia que emiten los demás nematodos de las cercanías, que se llama feromona. La *dauer* tiene un metabolismo reducido. No se alimenta porque no puede hacerlo: todos sus orificios están obstruidos, incluida la boca, lo cual por cierto la ayuda a protegerse de la baba del caracol. Cuando las larvas *dauer* que se han recogido en caracoles se ponen en condiciones de cultivo favorables, en el laboratorio, vuelven a dar larvas L4 y luego hermafroditas que tienen descendencia.

Como todo el mundo sabe, el caracol se desplaza con menor rapidez que una liebre o una tortuga, pero ciertamente más lejos que un nematodo. Así, pues, puede servir de taxi al nematodo y transportarlo a través de distancias que resultan inaccesibles para el nematodo “peatón”. Más aún: el caracol es el manjar favorito de muchos pájaros. Un mirlo bien intencionado, que sostiene en su pico a un caracol, podrá soltarlo (o soltar lo que quede de él) a muchos kilómetros de distancia del lugar donde fue apresado. Basta con que aterrice en un suelo rico para que comience una nueva colonia de *C. elegans*.

## Hipótesis y verificación

De esta historia pueden extraerse varias enseñanzas. La primera es que cualquier hipótesis no verificada por la experiencia o la observación no es más que una creencia, sin mayor valor científico que la creencia en Papá Noel o en cualquier “Padre nuestro que estás en los cielos”. Aquí, la hipótesis de la baja variabilidad genética de *C. elegans* se apoyaba en un razonamiento lógico, fundado en el modo de reproducción de esa especie, verificado cotidianamente en decenas de

laboratorios repartidos en todo el mundo. Y, sin embargo, dicha hipótesis se vio contradicha por los hechos cuando se la probó efectiva y directamente *in situ*.

Esto muestra que no podemos ampliar impunemente las conclusiones de un experimento, en este caso la reproducción conforme, clonal, del nematodo en laboratorio. Y, sin embargo, es bueno trabajar en laboratorio en condiciones bien definidas. También es bueno generalizar a partir de esos experimentos de laboratorio. Si tal no fuera el caso, no habría ciencia en absoluto. En efecto, el objetivo de la ciencia no es obtener resultados de experimentos o informes de observaciones, sino producir representaciones generales que hagan inteligible el mundo que nos rodea. El “hecho científico” en sí, incluso cuando se lo comunica en una prestigiosa revista de la comunidad científica, no tiene más interés que un gol en un campeonato de fútbol. No está mal, pudimos haber visto un lindo partido, pero eso no cambia mucho las cosas, y al día siguiente lo habremos olvidado.

Es diferente si, a partir de ese “hecho”, se propone una idea nueva o si se cuestionan las viejas ideas. No quiero decir con esto que cada experimento deba ser capaz de cambiar nuestra concepción del mundo. Si así fuera, ninguno de nosotros, científicos o no científicos, lo resistiría. Es sólo que el hecho informado debe tener un alcance superior a la anécdota.

### Entonces, ¿qué tienen en la cabeza los biólogos?

A continuación, podemos preguntarnos por qué Marie-Anne Félix y Antoine Barrière emprendieron trabajos necesariamente largos, difíciles, caros y a veces fastidiosos, para llegar a contradecir una hipótesis razonable, a la que adherían todos (en el pequeño mundo del nematodo). Por cierto, debe haber razones curiosas para ello, razones de cada uno, muy alejadas del pensamiento lógico que se espera de los científicos. Pero hay una razón que yo creo reconocer: la duda. La duda es una gran cualidad en un científico, con la condición, sin embargo, de que no derive en un prejuicio. La duda permite emprender un quehacer científico innovador, pero demasiada duda impide cualquier quehacer. Así, pues, es necesario que el científico la deje de lado en algunos puntos y por cierto tiempo, y que acepte ser persuadido por las “pruebas” que se le presentan. En este caso, ganó el lado positivo de la duda.

Pienso que la duda le llegó a Marie-Anne Félix por su actividad previa en biología. Como algunos otros (que, en mi opinión, son demasiado pocos), Marie-Anne Félix pasó de una investigación de los *mecanismos* del desarrollo al estudio de su *evolución* para tratar de dar

cuenta de la diversidad de las formas de los animales. Es una disciplina nueva en biología, familiarmente llamada “evo-devo”.<sup>\*</sup> También se la puede llamar “genética del desarrollo comparado”. Por eso no resulta sorprendente que, entre los actores de esta nueva disciplina, muchos sean ex investigadores de la *Drosophila melanogaster* y del *Caenorhabditis elegans*, dos organismos animales, junto con el ratón, campeones de la genética del desarrollo.

Marie-Anne Félix se ocupó de examinar en los nematodos primos de *C. elegans* los mecanismos de formación de ciertos órganos cuya morfogénesis era muy conocida en el gusano modelo. Entonces se encontró con una gran diversidad de mecanismos que no dejaban suponer que hubiera una homología morfológica de esos órganos. Un paso más la hizo ir del estudio de especies de diversos nematodos al estudio de los linajes del *C. elegans* en particular, diferentes de la cepa de referencia utilizada en laboratorio, recogiendo a los animales en la naturaleza. Ello la llevó a cuestionar ciertas certezas aparentemente bien establecidas hasta entonces del paradigma *C. elegans*; por ejemplo, la invariancia de la estirpe celular, que no es tan estricta como Sulston ha dicho. Y esos diferentes linajes establecidos a partir de animales de la naturaleza resultan ser distintos, en los detalles del modo de construcción de un órgano (la vulva del hermafrodita) muy conocido en la cepa de referencia.

### ¿Por qué la diversidad genética?

Al final, ¡qué camino extraño emprende *C. elegans* para mantener su diversidad genética! Después de todo, podría pensarse que el hermafroditismo permite reducirla, y que en ello hay una ventaja. Asimismo, durante mucho tiempo se pensó que *C. elegans* y otra especie de nematodo hermafrodita, *Caenorhabditis briggsae*, eran especies hermanas. Sin embargo, recientemente se encontró otra especie más cercana a *briggsae* que a *elegans*. Esa especie tiene machos y hembras bien definidos, lo cual significa que el hermafroditismo apareció dos veces durante la evolución de esta pequeña rama del árbol evolutivo de los nematodos. Probablemente no se necesitaron muchos cambios genéticos a partir del antepasado común entre esas tres especies para transformar las hembras en hermafroditas. Y quizá haya ocurrido por azar. Sin embargo, es una propiedad que ha contribuido mucho en la elección de *C. elegans* como segundo animal modelo de la genética del desarrollo, después de la drosófila.

---

<sup>\*</sup> Del inglés, *evolutionary developmental biology*. [N. de la T.]

Una vez convertido en hermafrodita, ¡el nematodo usa el caracol como taxi! Ello demuestra hasta qué punto la diversidad genética es importante en la evolución. ¿Cómo puede entenderse eso? Es claro que un clon de *C. elegans*, proveniente de un hermafrodita, con un genotipo determinado, en un lugar determinado, puede adaptarse a su entorno perfectamente. Por cierto, *C. elegans* no “inventó” la cutícula de colágeno rígida, o la fase *dauer* del desarrollo, para favorecer el transporte en caracol. Eso no impide que ambas se revelen muy útiles. La estrategia del taxi permite a *C. elegans* encontrar otros espacios y mantener así una diversidad genética. Y eso demuestra que no hay un “mejor genotipo” en sí mismo, sino genotipos adaptados a diferentes entornos. Probablemente, sin ese medio de transporte, la variabilidad genética de *C. elegans* habría sido menor y, por consiguiente, adaptada a una menor cantidad de ambientes. Posiblemente, entonces, por una simple deriva genética y/o por obra del azar en las fluctuaciones del ambiente, la especie habría desaparecido. Y para bien o para mal, los genetistas habrían tenido que domesticar otra especie.

## Epílogo. Darwin y el autostop

Charles Darwin estaba muy interesado en la diversidad biológica. La existencia de una diversidad entre los individuos de una misma especie es un punto importante en la teoría darwiniana. En efecto, gracias a esa diversidad puede ocurrir la selección natural, motor de la evolución. Un caso curioso, que interesó a Darwin, fue el de los mejillones de agua dulce. Existe una gran diversidad de formas de ese animal. Lo raro es que es posible encontrar individuos que presentan los mismos tipos morfológicos a grandes distancias unos de otros. Un científico británico, J. G. Jeffreys, pensaba que eso mostraba que la dispersión de los moluscos “era anterior a la actual distribución de las aguas y la tierra”; Darwin pensaba que ello se debía más bien a la dispersión y los intercambios entre las poblaciones. Pero ¿cómo podían recorrer grandes distancias los mejillones de agua dulce? Resulta evidente que el problema es muy parecido al que acabamos de encontrar en el caso de *C. elegans*. Un naturalista aficionado llamado Walter D. Crick escribió a Darwin en 1882 para informarle sobre la observación de una conchilla de la misma especie fijada a la pata de una rana. En ese caso, el molusco no sirve de taxi, sino que él mismo hace autostop.

El 6 de abril de 1882, Darwin publicó una nota en la revista *Nature*: “Sobre la dispersión de bivalvos de agua dulce”. Fue su última publicación científica: murió 13 días después. El consignatario de esa publicación, Walter D. Crick, no es otro que el abuelo de Francis C. Crick, que en 1953 descubrió junto a Jim Watson la estructura de la

doble hélice del ADN. Sin duda, Francis Crick fue una de las mentes más poderosas de la biología del siglo XX. Pero no era un experimentador. Según él mismo admitió, en toda su carrera científica sólo hizo un experimento de laboratorio, en 1961. Se trata de un magnífico experimento de genética que demuestra, únicamente por un análisis de mutaciones de virus de bacterias, en una época en que era imposible determinar la secuencia del más mínimo pedacito de ADN, que la información genética contenida en el ADN del virus es leída y traducida por grupos de tres bases sucesivas, por “tripletes”. El código en tripletes no solapados era una idea teórica de Francis Crick. Evidentemente, se trata de una etapa fundamental en la elucidación del código genético, el “diccionario biológico” que permite pasar de la información contenida en el ADN a la síntesis de proteínas. Y uno de los colaboradores de Francis Crick en ese experimento no era otro que Sydney Brenner, quien más adelante “inventó” el *Caenorhabditis elegans* como modelo de estudio genético.