

# **EL DARWINISMO HOY**

**Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia  
Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna**

# Sumario

## EVOLUCIÓN Y GEOLOGÍA, EN LA TIERRA Y EN OTROS PLANETAS

Francisco Anguita • Universidad Complutense de Madrid / **Página 4**

## EL ORIGEN DE LOS CANARIOS

Antonio Arnaiz Villena • Universidad Complutense de Madrid / **Página 6**

## UNA PERSPECTIVA FEMENINA DEL PENSAMIENTO EVOLUTIVO: EL PAPEL DE LA MUJER EN LA EVOLUCIÓN HUMANA

Carolina Martínez Pulido • Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología, Universidad de La Laguna / **Página 8**

## EL SEÑORITO, EL AGRÓNOMO, EL ABAD Y EL PRÍNCIPE

Enrique Cerdá Olmedo • Departamento de Genética. Facultad de Biología, Universidad de Sevilla / **Página 10**

## EL DARWINISMO SOCIAL. DARWINISMO Y ANARQUISMO

Álvaro Girón Sierra • Departamento de Historia de la Ciencia. Institución Milá y Fontanals, CSIC Barcelona / **Página 13**

## LOS PINZONES DE DARWIN

B. Rosemary Grant & Peter R. Grant • Universidad de Princeton, Nueva Jersey. EE. UU. / **Página 16**

## DARWIN Y EL ORIGEN DE LA VIDA

Antonio Lazcano Araujo • Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México / **Página 21**

# Presentación

A lo largo del curso académico 2008-2009, la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia promovió la celebración, en la sede de la Universidad de La Laguna, de un ciclo de doce conferencias dedicado a la investigación actual del darwinismo. Con ello se hizo realidad la decimoctava edición del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia, que ininterrumpidamente se ha venido celebrando por iniciativa de nuestra fundación. De este modo cumplía el seminario su mayoría de edad, ofreciendo a la comunidad académica e investigadora de nuestras islas la oportunidad de disfrutar de la presencia de los más prestigiosos investigadores nacionales y extranjeros.

El año 2009 fue declarado año Darwin, ya que concurrían en él dos circunstancias conmemorativas en la historia del darwinismo; por un lado, se cumplieron 200 años del nacimiento del ilustre naturalista británico y, por otro, se conmemoraron los 150 años de la publicación de su magna obra *El Origen de las Especies*, publicada con el título original de *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*.

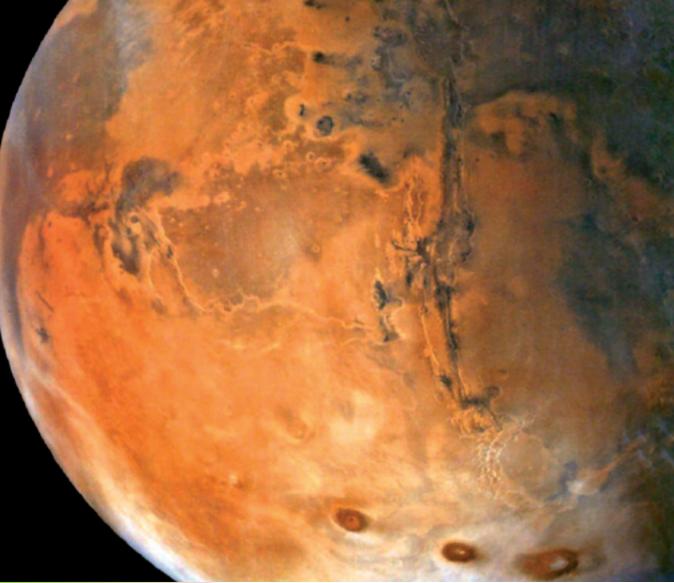
Al mismo tiempo que otras muchas instituciones académicas y científicas de todo el mundo, la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia ha querido celebrar estas efemérides conjuntamente con la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna. El encuentro, intitulado en esta ocasión "El Darwinismo Hoy" ha tenido como objetivo actualizar las ideas evolucionistas cuyo debate quedó abierto en 1859 con la presentación de una de las teorías más consistentes de la historia de las ciencias.

Tras un siglo y medio han aparecido nuevos datos desde parcelas como la Paleontología y la Genética, o diferentes enfoques gracias a las aportaciones de ciencias jóvenes como la Biología Molecular, que han reavivado la discusión y el contraste de opiniones, no ya sobre el hecho de la evolución, ampliamente aceptado por la comunidad científica, sino alrededor de los mecanismos del proceso evolutivo.

Los proyectos más recientes, como el del genoma humano, han servido para hacer comprender la profunda unidad que vincula a todos los hombres con el resto de seres vivos de nuestro planeta, llamando nuestra atención sobre el necesario respeto por el conjunto de todo lo que vive. Como señaló el genetista ruso T. Dobzhansky: "Nada tiene sentido en Biología si no es bajo el prisma de la Evolución".

Es necesaria, por tanto, una puesta al día de la obra darwiniana a través de la participación de reconocidos especialistas nacionales e internacionales que cubran un amplio espectro de disciplinas de las ciencias naturales, que contribuyan a esclarecer con rigor los problemas aún pendientes y a formar en el intercambio de ideas nuevas fuentes de conocimiento.

Al seminario asistieron más de 300 personas entre profesores universitarios, profesores de enseñanza media, investigadores y estudiantes de la propia universidad lagunera. Los catedráticos e investigadores invitados que impartieron las ponencias procedían del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de las universidades de Princeton, Nacional Autónoma de México, Autónoma de Madrid, Complutense de Madrid, de Sevilla y de La Laguna. Los textos de las intervenciones serán coeditados por la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia y por la Universidad de La Laguna en un futuro próximo; no obstante, en las páginas que siguen aparece una serie de artículos relacionados con el tema, que algunos de los conferenciantes han elaborado *ex profeso* para los lectores de la revista *El Indiferente*. Los resúmenes de las conferencias del seminario, correspondientes a ediciones anteriores de dicho ciclo, ya han figurado en las páginas de los suplementos culturales de la prensa de nuestra provincia en otras ocasiones.



Marte

La estrecha conexión entre la evolución de la Tierra y la de su biosfera fue una de las muchas intuiciones de Charles Darwin. Como es bien sabido, Charles Lyell, el fundador de la Geología moderna, fue amigo de Darwin; tanto, que fue encargado por éste de presentar por vez primera su idea en público. Las hipótesis de Lyell sobre la Tierra influyeron poderosamente en el erudito de Shrewsbury.

Hoy, 150 años después de aquella presentación, parece llegado el momento de ir un paso más allá y de poner las ideas evolucionistas en un contexto geológico que se parece poco al de mediados del siglo XIX. Aún más: me arriesgo a pronosticar que dentro de otros 50 años estaremos hablando de la adecuación de otras biosferas a otras geologías. Es el siglo de los planetas.

**La Geología que Darwin conoció**  
Lyell, como sabemos, fue el apóstol del gradualismo, que utilizó como hipótesis exclusiva para explicar la evolución de la Tierra frente a los catastrofistas, quienes proponían acontecimientos puntuales de alta energía. Los historiadores de la Ciencia han precisado que, en puridad, nunca existió una escuela catastrofista, sino que el catastrofismo era más bien un recurso empleado ocasionalmente por diversos naturalistas –sin ir más

lejos por James Hutton, el precursor de Lyell, que habló de grandes revoluciones en la corteza terrestre– para explicar los muchos acontecimientos geológicos inexplicables que encontraban. El propio Darwin, en sus memorias del *Beagle*, explica un terrible terremoto que presenció en Chile aunque, obediente a Lyell, lo hace en términos gradualistas.

Para Lyell, la Tierra era esencialmente inmutable. Por eso combatió a Lamarck, que proponía relevos en la historia de la vida, y por eso discutió de entrada el evolucionismo. Sin embargo, esta postura extrema acabó en fracaso. A fuerza de criticar a Lamarck –entre muchos otros, el famoso ejemplo del “cuello de la jirafa”, que Lamarck nunca empleó, fue inventado por Lyell como burla–, Lyell acabó por popularizarle. Y en 1872, solo tres años antes de su muerte, Lyell incluyó la teoría evolutiva de Darwin en la undécima y última edición de sus *Principles of Geology*.

Así que nos encontramos ante una extraña relación científica; Darwin siguió con avidez la publicación de los *Principles*, y proclamó que la obra había cambiado por completo su visión de la Tierra; entre otras cosas, sin duda extrajo de ella su visión del *deep time*. Y, sin embargo, el geólogo más importante de la época solo aceptó a regañadientes el mundo cambiante que Darwin propuso.

#### La Tierra después de Darwin

Irónicamente, el catastrofismo que Lyell creyó haber eliminado para siempre ha vuelto a finales del siglo XX. En 1980, un grupo formado por geólogos, físicos y químicos propuso que la gran extinción del final de los tiempos mesozoicos había sido causada por la caída de un asteroide. Y en 2006, algunos paleontólogos han intentado explicar la mortandad que cerró el Paleozoico mediante un efecto dominó desencadenado por vulcanismo masivo seguido de falta de oxígeno. El neocatastrofismo ha llegado, reivindicando a los naturalistas del XVIII que recurrían desesperados a revoluciones. Por supuesto que no es incompatible con el actualismo lyelliano; éste representa el día a día del planeta, pero muchos de los procesos geológicos son excepcionales como las fiestas de cumpleaños.

Esta nueva metodología geológica no sometida a doctrinas *a priori* ha llegado a una Ciencia profundamente distinta a la que Lyell fundó. A mitad del siglo XX, y a través de una compleja acumu-

lación de adelantos tecnológicos, necesidad de recursos y meras casualidades, geólogos y geofísicos llegaron a la conclusión de que un visionario meteorólogo alemán de principio de siglo había tenido razón en su teoría de la movilidad continental. La tectónica de placas venía no solo a explicar la dinámica terrestre, sino que también permitía construir de nuevo, con otros ojos, la historia del planeta.

Hay que imaginarse a Charles Darwin feliz ante estos cambios. En la segunda mitad del siglo XIX los dinosaurios estaban de furiosa moda, otras faunas muy diferentes estaban empezando a conocerse, y el Diluvio Universal había empezado a ser abandonado ya antes de *The Origin of Species*, incluso por los defensores más acérrimos de la lectura literal del Génesis. Las transgresiones y regresiones, siempre lentas, no servían para explicar relevos biológicos bruscos. Así que los trastornos ambientales o planetarios han venido a contestar una de las preguntas clásicas sobre el registro geológico: ¿cómo se renueva la biosfera?

El movilismo es asimismo una teoría amable para el evolucionismo. No olvidemos que Alfred Wegener –por supuesto, éste era el visionario alemán– basó buena parte de su intuición en pruebas paleontológicas. Las distribuciones biogeográficas solo tienen sentido en un mundo de continentes y océanos móviles.

#### El evolucionismo y la Geología del futuro

Una idea sin ninguna prueba, y sin perspectivas de obtenerla en las próximas décadas, circula desde hace algunos años entre los científicos: ¿será solamente casual que el único planeta en el que se ha probado la tectónica de placas sea también el único conocido con una biosfera compleja? La movilidad de los continentes a través de distintas zonas climáticas, y su conexión, por choque o desgajamiento, son procesos que proporcionan sin duda abundantes ocasiones para el surgimiento de nuevas especies. Es indiscutible



Charles Lyell

que la biosfera sería muy distinta en una Tierra estática; pero también es evidente que esta intuición será imposible de confirmar hasta que no encontremos otros planetas con biosferas complejas.

El Sistema Solar es solo un pequeño campo de pruebas para esta idea, y Marte el cuerpo más interesante para experimentarla. Ello se debe tanto a las sospechas de que fue capaz de albergar vida como por las evidencias recientes de que en el Marte primordial se dio un episodio de tectónica de placas, corto pero

curiosamente coincidente con una época de agua abundante en el planeta. Si la tectónica de placas fuese el pasaporte a una biosfera compleja, ¿cuál podría ser el resultado de una tectónica de placas efímera? Suponiendo que esta pregunta tenga sentido, su respuesta deberá esperar al menos hasta mediados de este siglo.

#### La Geología final

En este momento se han detectado 313 planetas en torno a otras estrellas, aunque estas cifras cambian rápidamente. Casi todos son gigantes de gas, pero últimamente han empezado a asomar, a caballo de mejoras en la capacidad de resolución de los telescopios, otros de masas intermedias entre la Tierra y Urano. Les llaman “supertierras”, y los científicos planetarios los modelan como mundos probablemente oceánicos –más masa implica más gravedad, y por tanto más gases retenidos y una hidrosfera en equilibrio con esta densa atmósfera– y con un

interior muy activo durante quizá 10.000 millones de años (el calor conservado por un planeta es aproximadamente proporcional a su masa), que en principio sería lógico que moviese la litosfera. Mundos con abundante agua líquida y con energía inagotable; un sueño que Charles Darwin nunca pudo imaginar, pero que quizá puedan auscultar, mediante telescopios que analicen la química de sus atmósferas, los exobiólogos de mitad de este siglo, cuando se cumplan 200 años de *The Origin of Species* ▼

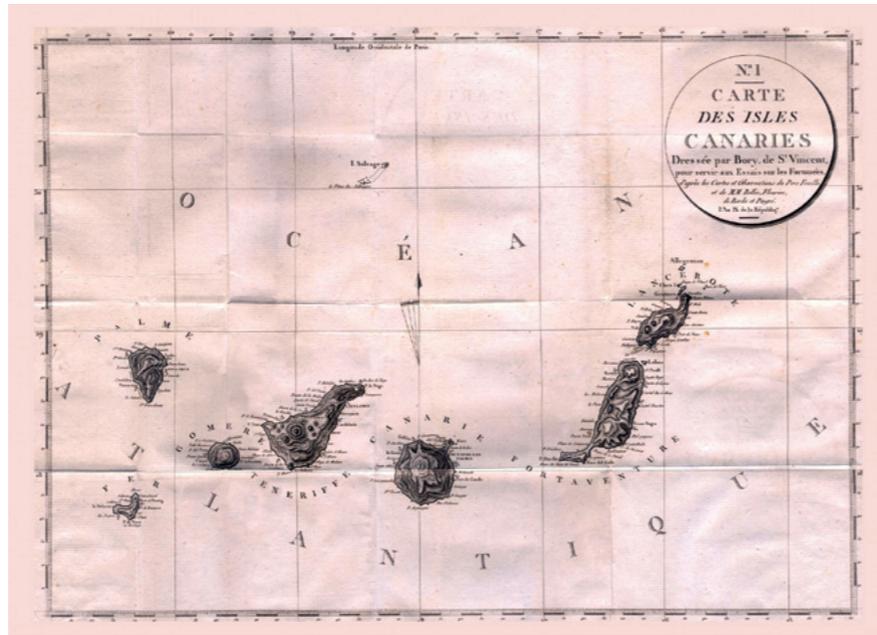


Alfred Wegener

Está aún hoy debatido el origen de las primeras poblaciones humanas del archipiélago canario. Para su estudio objetivo contamos con la Genética, las obras de arte antiguas, las momias guanches y la lengua (o escrituras) de Canarias. Además, no podemos olvidar el estudio del mejor embajador que ha tenido las islas: una pequeña ave silvestre frecuente en el archipiélago, el canario, que conservando la raíz del nombre de Canarias en casi todos los idiomas,

está presente en todos los países del mundo hoy día, desde el estrecho de Magallanes, en la punta sur de América, hasta Alaska y desde las islas Británicas a Japón en Eurasia. En prácticamente todas las tiendas de animales de los países de África y de Australia se venden herederos más o menos transformados por sus criadores del pequeño canario.

Respecto al origen de los primeros habitantes humanos de Canarias, cualquier explicación ha de tener en cuenta que la momificación guanche no se dio en los países del Magreb, donde muchos sitúan el origen canario, sin matices. La momificación africana más cercana a las islas se da en Egipto. Asimismo, las momias presentan tipologías muy diferentes: esqueletos gráciles, tipo mediterráneo y esqueletos mucho más robustos y grandes. Según algunos, las dos tipologías de momias diferentes y predominantes podrían venir de África. Por otro lado, las pequeñas figurillas de cerámica encontradas de la “Diosa Madre”, de grandes caderas y desmesurado abdomen, también se han hallado en Europa desde hace 25.000 años y, más tarde, en el Mediterráneo oriental. También, los estudios de ge-



Mapa de las islas Canarias. 1803

nética, emprendidos por nosotros con los genes de trasplante o HLA en los habitantes de Tenerife, acercan a los habitantes de Tenerife del siglo XIX-XX a los del norte de África y a los de Iberia, españoles y portugueses, no siendo fácil distinguir entre norteafricanos e ibéricos: la incertidumbre de quiénes fueron los primeros pobladores de Canarias permanece, incluso con la Genética. El estudio sistemático de la tipología antropológica y de la genética de las momias guanches ayudaría a averiguar la procedencia geográfica de los guanches. Finalmente, los testimonios de escritos rupestres antiguos en Canarias nos indican la existencia principal de un tipo de inscripciones “líbicas” muy similares a las halladas en el norte de África; las inscripciones “líbico-beréberes” en Canarias tienen unas características particulares, como es la tendencia a conjuntar los signos que en el continente se escriben separados; por eso a las



Grabado binbache, El Hierro. Foto Nicolás Martín



Canario *Serinus canarius*. Foto José J. Hernández

inscripciones de este tipo del archipiélago se les ha denominado “líbico-guanches”. Por su importancia y abundancia merecen una mención aparte las escrituras rupestres halladas en Fuerteventura y Lanzarote, que se han denominado “inscripciones latinas”. En realidad, nosotros ya comprobamos hace algunos años que eran inscripciones en ibero antiguo levantino y que su transcripción y traducción era relativamente sencilla, utilizando el vasco antiguo: se refieren a temas religiosos y funerarios. Nosotros las hemos denominado “ibero-guanches”. Hemos propuesto que tanto las inscripciones líbico-guanches como las ibero-guanches se pueden traducir a través del vasco antiguo. Antes que nosotros, Odon Apraiz y Federico Krutwig ya habían señalado en el siglo XX la relación entre la lengua guanche y las vascas. Esta relación se debe contemplar en que ambas son lenguas del grupo de las “usko-mediterráneas”, que incluye un número más amplio de lenguas vivas y muertas, incluyendo el beréber. El origen levantino (litoral catalán-valenciano) de las inscripciones “ibero-guanches” de Fuerteventura y Lanzarote es, a primera vista, sorprendente; se esperaría en todo caso la existencia de inscripciones ibéricas antiguas del sur de la península Ibérica, de tipo tartésico. Sin embargo, pudieron introducir esta escritura levantina pescadores procedentes del levante peninsular que seguían la ruta migratoria de los atunes para su pesca en aguas de Lanzarote y Fuerteventura. Sobre si las inscripciones “ibero-guanches” fueron escritas por guanches, por iberos o por ambos, es hoy una incógnita. En resumen, con la tecnología actual, la cuestión del origen de la población

inicial de Canarias aún no está resuelta: la visión simplista de una sola colonización antigua por norteafricanos puede ser sustituida por varios tipos de colonización en diferentes tiempos, incluyendo una importante contribución norteafricana.

Respecto a las pequeñas aves de compañía, los canarios, hay que decir que se encontraban silvestres en las islas en los tiempos de la conquista normando-castellana. Rápidamente, el comercio de las aves se extendió por Europa y hoy día es el ave de compañía más generalizada y popular en el mundo, con diversas mutaciones de colores del canario silvestre original. La especie silvestre de Canarias ha dado nombre a otras muchas especies de pequeñas aves hermanas que habitan África y Eurasia: los canarios o género *Serinus*, que se han diversificado por radiaciones evolutivas en distintos grupos de especies. El canario silvestre de las islas Canarias, Madeira y Azores tiene hoy día un solo compañero evolutivo de su misma radiación: el verdecillo europeo-mediterráneo. Muy probablemente el canario de las islas procede del Sáhara, cuando este territorio era verde y húmedo hace al menos unos 7.000 años. Es importante señalar que el canario rojo es el primer animal obtenido por ingeniería genética; se introdujeron en 1930 genes del cardenalito de Venezuela en el canario de las islas. Fue en la ciudad alemana de Bremen, en un trabajo conjunto de un genetista y un criador de canarios. Como vemos, esta pequeña ave canaria ha sido, como dijimos al principio, el mejor embajador que ha perpetuado el nombre de Canarias en lenguas de todo el mundo.

Las sencillas y numerosas inscripciones ibero-guanches (antes llamadas “latinas”) en las rocas de Fuerteventura y Lanzarote pueden ser interpretadas mediante la antigua escritura ibero-levantina y los significados en vasco (euskara) antiguo, que es un remanente del ibero que se hablaba en toda la península Ibérica. Los temas son religiosos y funerarios ▼

**LAS INSCRIPCIONES DE FUERTEVENTURA**

Inscripción Fuerteventura	Transcripción ibero-levantina	Traducción (euskara y castellano)
IA	BAKA	BAKE Paz
AK	KAKE	KAKA Restos
IKIA	L(A)CEBAKA	LAZE-BAKE La sima de la paz
IA	GEBAL	GE-BALTZ Sin oscuridad
YAKI	MAKABASBABAL	MAKA-ABA-AS-BA-BALTZ Pecador (en) la sepultura de la noche, si oscuridad
VSA	MSL	AMA-ZALA Oración (a) la madre

Cuando el célebre naturalista inglés Charles Darwin publicó en 1871 su libro *El origen del hombre*, defendiendo su visión acerca de la inferioridad “natural” de las mujeres, solo tres autoras se manifestaron públicamente en contra de tal aseveración. Fueron Antoinette Brown Blackwell, que sostenía la equidad evolutiva entre hombres y mujeres, Emilia Pardo Bazán, que creyó que “la ley del más fuerte es nefasta para el sexo femenino” y Eliza Burt Gamble, quien argumentaba a favor de la superioridad femenina. Estas pioneras pretendieron abrir el camino a un debate sobre la participación de la mujer en los orígenes humanos, que podría haber alcanzado cierta relevancia. Sin embargo, en aquellos momentos tales asuntos no despertaron ningún eco, ni estimularon discusión pública alguna. Una vez más, las ideas “a contracorriente” serían silenciadas por la indiferencia en vez de por los cañonazos de la ortodoxia dominante.

Solo bien entrado el siglo XX esa supuesta inferioridad femenina empezó a cuestionarse, principalmente gracias a los argumentos esgrimidos por las mujeres que comenzaban a ligarse al mundo académico. Se publicaron entonces serios estudios que denunciaban sin ambigüedades el acusado sesgo androcéntrico (centrado en figura del varón) de los modelos propuestos para explicar el origen y el comportamiento de los primeros humanos. Estos modelos convertían sin reparos nuestro pasado en una elaboración cultural empapada por los puntos de vista de un presente poco actualizador.

En el amplio abanico de respuestas generado, los estudios procedentes del rico ámbito de la Primatología ocupan en la actualidad un interesante lugar. Y las primatólogas, junto a algunos de sus heterodoxos colegas,



La escritora coruñesa Dña. Emilia, condesa de Pardo Bazán

estudiando la conducta de nuestros parientes vivos más próximos han arrojado luz sobre el comportamiento humano básico y sus lejanos orígenes. La acreditada norteamericana Sarah Blaffer Hrdy fue una de las primeras en denunciar en el año 1981 el sesgo presente en las teorías evolucionistas basadas en el estereotipo de que las hembras son sexualmente recatadas y pasivas, mientras que los machos son vehementes y dispuestos a aparearse con numerosas parejas.

Blaffer Hrdy estuvo entre las primeras en sugerir que las hembras primates no solo eran notablemente activas a la hora de buscar pareja, sino que la promiscuidad podría tener un valor adaptativo para ellas. Tal alegato provocó un gran revuelo en la época en que fue propuesto y se acusó a la investigadora y a quienes la apoyaban de defender un “comportamiento feminista”, lo que para muchos especialistas las convertía inmediatamente en un grupo marginal.

Sin embargo, los que ignoraron las observaciones de Hrdy se equivocaron. A lo largo de los años el número de casos de promiscuidad observados en las hembras primates ha ido creciendo con notable rapidez. Y no solo porque este hecho se

haya observado directamente, sino también por el desarrollo, a finales de la década de 1980, de las técnicas analíticas del ADN que han hecho posible establecer la paternidad con un grado de certeza cercano al 100%. Las “huellas genéticas”, basadas en la comparación de bandas de ADN de la cría con bandas de ADN de la madre y de los posibles padres, han generado en muchos casos resultados imprevistos.

Según ha expuesto en el año 2002 otra reconocida experta, Ann Campbell, un considerable número de estudios realizados en comunidades de primates en las que existe un macho dominante no ha logrado encontrar las relaciones esperadas entre dominancia y paternidad. Los estudios tradicionales normalmente han admitido que el macho de más alto rango es quien tiene mayor éxito reproductor. Sin embargo, no siempre es así. Análisis de ADN realizados en monos como macacos, mandriles o los llamados “monos pata”, han encontrado que solo el 50% del éxito reproductivo es atribuible al rango; es decir, la mitad de las crías son hijas del macho dominante y la otra mitad fue engendrada por machos subordinados. Aunque hay que ser precavidos con estos datos, pues los resultados obtenidos aún están lejos de ser concluyentes, los especialistas tienden hoy a admitir que el rango no necesariamente implica éxito reproductor.

Estos datos hacen pensar a los expertos, con las prudentes reservas debidas a lo novedoso de



Chimpancés *Pan troglodytes*

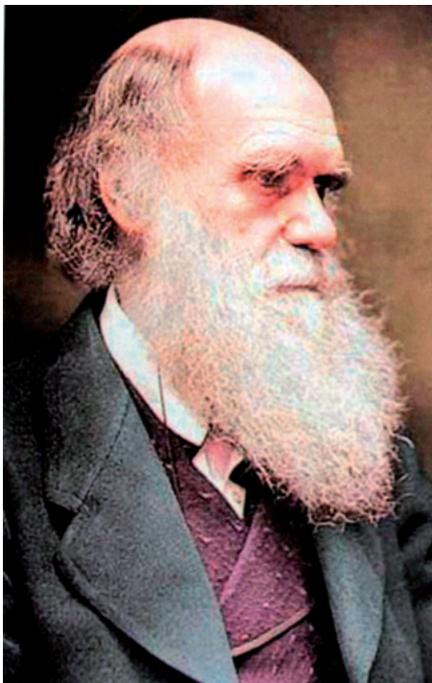


La antropóloga estadounidense Sarah Blaffer Hrdy

los trabajos, que las preferencias de las hembras –basadas en la juventud, novedad, provisión de alimentos, acicalamiento, protección o quizás simplemente por capricho– no siempre coinciden con la jerarquía del macho dominante ni con los supuestos comportamientos de fidelidad y pasividad. Muchas de ellas, en palabras de Hrdy, “olvidaron ser recatadas” y no son tan pasivas, sexualmente tímidas o dependientes como se ha pretendido creer.

Para finalizar, podemos afirmar que en la actualidad no es en absoluto aventurado sostener que las observaciones de campo de las últimas décadas tienden a refutar cada vez más el paradigma de la hembra primate sexualmente pasiva, tímida, dependiente y con un papel secundario en el proceso evolutivo. Por el contrario, cabe apuntar que, si bien ninguna sociedad primate actual puede considerarse antepasada directa de la nuestra, sus sorprendentes comportamientos nos indican que no podemos imaginar nuestros orígenes y evolución sin incluir una activa participación femenina. Parafraseando al conocido historiador de la Ciencia, Stephen J. Gould, en el amplio contexto de la evolución humana es ilustrativo recordar que “lo confortablemente familiar puede convertirse en prisión del pensamiento” ▼

Nuestras vidas y toda la historia de la cultura son demasiado breves para apreciar cambios sistemáticos en la Naturaleza. Notamos el cambio de las estaciones y recordamos los malos tiempos de hambre y migraciones, pero nos parece que a la larga todo sigue igual. No es de extrañar que hace dos siglos, cuando se vivía un ambiente de ideas innovadoras, progreso científico y técnico y cambio social impulsado por las revoluciones, se aceptara como evidente que los animales y las plantas se mantienen estables.



Charles Darwin

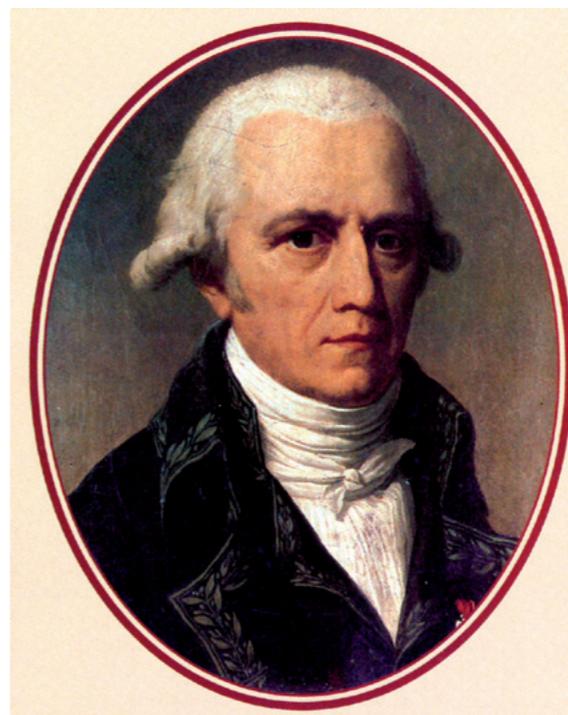
La idea de que los seres vivos cambian con las generaciones y que, por tanto, los actuales difieren de sus remotos antepasados fue propuesta por sabios prominentes, como Jean-Baptiste de Lamarck y Erasmus Darwin. La idea de la evolución no era una novedad para el nieto de este último, Charles Robert Darwin. La novedad fue proponer un mecanismo creíble para la evolución: en sus propias palabras, la selección natural en la lucha por la vida. Era una propuesta madura para la ciencia de

la época, porque germinó independientemente en otros cerebros contemporáneos. Charles Darwin y Alfred Wallace la hicieron pública a la vez; el 1 de julio hará 150 años.

La teoría de la evolución se basa en una infinidad de observaciones de seres vivos actuales y fósiles y entre ellas destacan por su claridad y valor histórico las de Darwin sobre los pájaros de las islas Galápagos, en Ecuador. Esas observaciones son fáciles de conciliar con un cambio lento de los seres vivos al paso de las generaciones y la selección de los que resulten mejor adaptados a las condiciones de cada momento.

Darwin pertenecía a una familia inglesa acomodada y culta. Había estudiado Teología, se había interesado por varias ciencias y, todavía muy joven, había hecho observaciones científicas durante casi cinco años a bordo de un bergantín artillado de la muy imperialista marina de Su Graciosa Majestad. Desde la edad a la que los científicos actuales todavía solicitan becas vivió jubilado. Darwin es uno de los mejores ejemplos de que el ocio prolongado puede incubar grandes ideas. Si esta observación fuera una ley general, uno de los peores enemigos de la ciencia sería que los investigadores actuales están demasiado ocupados. El propio Darwin no estaba muy convencido de la conveniencia del ocio. En sus notas privadas de julio de 1838 hace una lista de las ventajas e inconvenientes de casarse con su prima Emma; entre los inconvenientes escribe: “Quizá a mi mujer no le guste Londres; la sentencia sería destierro y degradación a perezoso indolente”. A pesar de esa y otras pegadas, se casó y se retiró al campo.

Para que la selección natural produzca evolución es esencial que en las poblaciones de los seres vivos haya variantes heredables. Las que más faciliten la supervivencia y la reproducción de sus portadores se harían cada vez más frecuentes en las generaciones sucesivas. Para rellenar el hueco de su ignorancia de la herencia biológica, Darwin propuso una hipótesis descabellada. Olvidémosla y notemos que la propuesta de Darwin hubiera sido más robusta si él o sus seguidores hubieran leído un trabajo publicado en 1826 por un agrónomo francés, Augustin Sageret. Cruzó melones que diferían en varios caracteres visibles y observó que se mantenían en la generación siguiente sin diluirse ni promediarse, pero formando combinaciones nuevas. Para explicar sus resultados propuso un concepto de gen bastante acertado, con un vocabulario



Jean Baptiste de Lamarck

increíblemente anticipatorio. La selección actúa sobre esos genes separados y sus combinaciones.

Sageret sería más conocido si hubiera contado los melones que mostraban las distintas combinaciones de caracteres y tal vez lo hubiera hecho si no hubiera sido nombrado director de su Estación Agronómica; las cargas del cargo debieron terminar su carrera creadora. El aspecto cuantitativo que escapó a Sageret fue introducido por Gregor Mendel, un monje austríaco, luego abad y fundador de una caja de ahorros, con su famosa proporción de 3 a 1 en los productos de cruces de guisantes. Los evolucionistas tampoco prestaron atención a Mendel y hubo que esperar al siglo XX para empezar a profundizar en el mecanismo de la evolución.

El libro de Darwin, *Sobre el origen de las especies por medio de selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*, fue publicado en 1859, después de una incubación prolongadísima. Durante ella, en 1848, apareció *El manifiesto comunista*, de Karl Marx y Friedrich Engels. Ambos libros tienen como motivo conductor la lucha, la lucha de clases en uno y la lucha por la existencia en el otro. En la traducción española de *El manifiesto...*, encuentro 40 veces la palabra “lucha” y sus derivados; en *Sobre el origen...* (sexta edición en inglés, un texto unas quince veces más largo que *El manifiesto...*)

encuentro 91 veces *struggle* (lucha), 81 veces *competition* y formas relacionadas, 23 veces *kill* (matar) y 16 veces *attack*. En ninguno de estos libros encuentro “cooperación”, “colaboración” o palabras relacionadas y las raras apariciones de “ayuda” están en expresiones como “ayuda a luchar” y “ayudarse del microscopio”. No tengo ningún motivo para sospechar que el naturalista inglés se inspirara en los revolucionarios alemanes, pero creo que ambos libros responden al ambiente de la época, marcado por el colonialismo, el racismo, los conflictos sociales y las revoluciones que sacudieron a muchos países de Europa en 1848.

En la estela de Darwin surgió el “darwinismo social”, la extrapolación de la selección natural a la sociedad humana, desarrollada, por ejemplo, en los *Principios de Sociología* de Herbert Spencer, que por cierto fue el primero en usar el término “evolución” en su sentido biológico y el autor de la expresión “la supervivencia de los más aptos”, que no es más que un círculo vicioso. El darwinismo social dio una justificación intelectual al capitalismo, al colonialismo y al racismo en la época victoriana y sigue dándola hoy mismo.

Un punto de vista opuesto fue desarrollado sobre todo por el príncipe ruso Piotr Kropotkin, un admirador de Darwin que siempre tuvo la teoría de la selección natural por el mayor logro científico del siglo, pero minimizó el papel de la lucha en la evolución. Casi toda su vida fue una reacción al darwinismo social y sus ideas se conservan en una serie de artículos publicados a partir de 1890 y en el libro *La ayuda mutua: un factor de evolución*, de 1902. En la traducción española del texto principal de este libro, aproximadamente la mitad de extenso que el de Darwin, encuentro 411 veces las palabras “ayuda”, “apoyo”, “cooperación”, “colaboración” y sus derivadas, aunque no faltan al debate 230 apariciones de “lucha” y sus derivadas.

La vida de Kropotkin recuerda a la de Darwin por su familia noble, su cuidada educación y por haber marchado con el ejército en 1861, cuando aún no había cumplido 20 años, para recorrer durante cinco la Siberia oriental. Me lo imagino como el protagonista ruso de *Dersu Uzala*, la novela de Arseniev y la película de Kurosawa, pero en condiciones aún más primitivas y más duras. Sus perspicaces observaciones sobre la región le llevaron a generalizaciones notables que han sido confirmadas posteriormente por la Geografía, la Meteorología, la Zoología, la Ecología y la

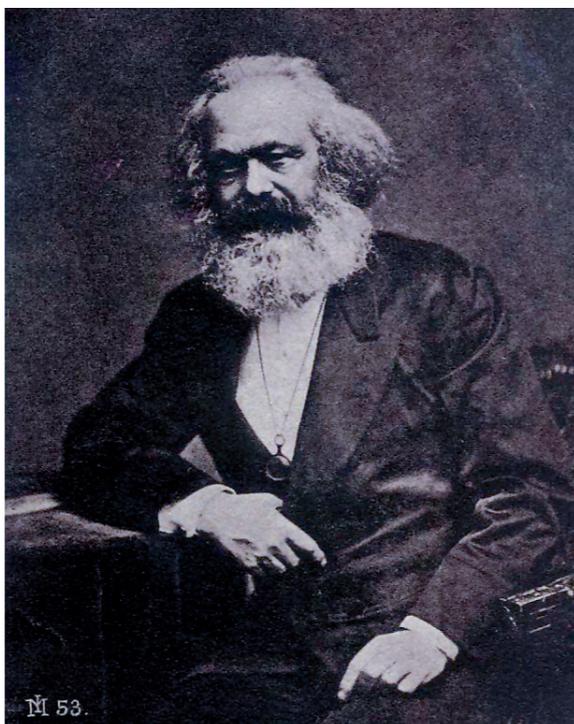
Antropología. Kropotkin se extrañó de que en aquellas condiciones climáticas extremas y bajo el azote frecuente de vehementes fuerzas de la naturaleza “buscaba vanamente la competencia exacerbada entre los animales de la misma especie a que nos había preparado la lectura de la obra de Darwin”.

Encontró la clave de sus observaciones en la conferencia “Sobre la ley de la ayuda mutua”, pronunciada y publicada en 1880 por el profesor K. F. Kessler, de la Universidad de San Petersburgo, cuya conclusión era: “No niego la lucha por la existencia, sino que sostengo que a la evolución de todo el reino animal y en especial de la humanidad no contribuye tanto la lucha recíproca cuanto la ayuda mutua”.

Sus propias observaciones y otras tomadas de la literatura científica llevaron a Kropotkin a concluir que la sociabilidad es “la mejor arma para la lucha por la existencia, entendiendo, naturalmente, este término en el amplio sentido darwiniano, no como una lucha por los medios directos de existencia, sino como lucha contra las condiciones naturales desfavorables para la especie”. Aunque Kropotkin se limitaba al mundo animal, esperaba que en el futuro se documentaría la ayuda mutua entre individuos de otros grupos, incluso los microorganismos, como ha sido abundantemente el caso.

Poco después de regresar de Siberia, Kropotkin renunció a sus risueñas perspectivas como científico, funcionario o militar para dedicarse al cambio social. Fue quizá el mayor apóstol del anarquismo, una propuesta política que solo se ha experimentado durante nuestra última Guerra Civil y parece ser que con éxito en la industria de Alcoy. Kropotkin sufrió prisiones en Rusia y en Francia por un total de unos seis años y pasó la mayor parte de su vida exiliado en varios países de Europa occidental hasta la caída del zar. Regresó a Rusia y, aunque no le gustó la revolución comunista, Lenin le dio un entierro grandioso, el último que tuvo un disidente en ese país.

Oscar Wilde dijo que Kropotkin era uno de los dos únicos hombres felices que había conocido. No extraña esta opinión a los que hemos observado en nuestro entorno que las personas altruistas son más felices que las egoístas. Es muy probable que nuestro cerebro nos pague las buenas obras con un sentimiento de felicidad por las mismas razones de ventaja evolutiva que nos dan placer el sexo y la comida.



Karl Marx

La discrepancia científica entre Darwin y Kropotkin se limita a la lucha o la colaboración entre individuos de la misma especie y se trata solo de una diferencia de grado. Por ejemplo, Darwin termina su *Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo* animando a los naturalistas a viajar y sus últimas palabras son: “Encontrarán muchísimas personas de buenos sentimientos a las que no habían conocido ni volverán a tratar, y que, no obstante, se apresurarán a prestar su ayuda desinteresada”.

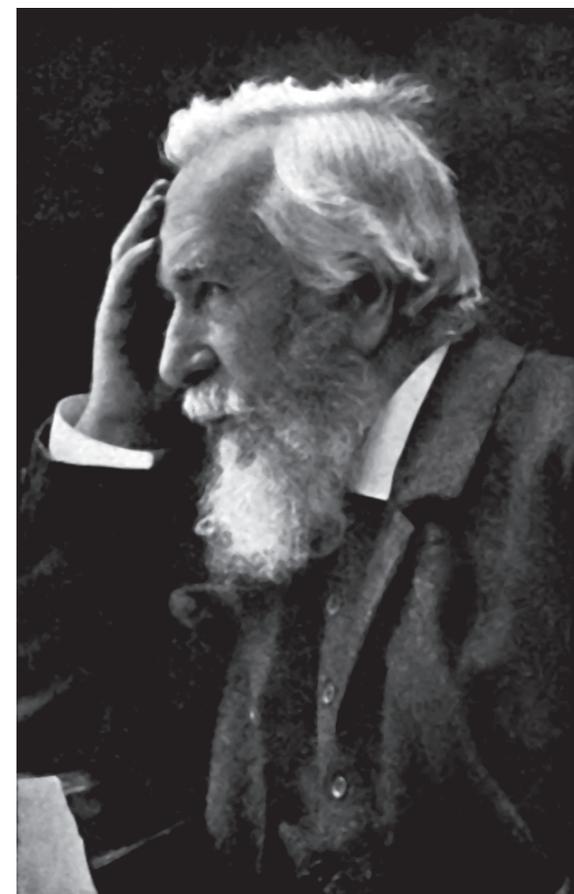
Se oye hablar de “genes egoístas”, una extensión del concepto de lucha darwiniana que contempla como competidores no a los individuos, las especies o los grupos de especies, sino a los genes o a fragmentos del ADN aún menores. Pero no se debe olvidar que los genes tienen que colaborar con los demás genes del mismo individuo para hacerlo vivir y con los genes de otros individuos con los que acaben juntándose en generaciones futuras. Con los genes, como con los individuos, es difícil excluir que algunas acciones que nos parecen “malvadas” tengan en realidad consecuencias beneficiosas más amplias. En todo caso, aunque haya que admitir la existencia del mal a cualquier nivel, no puede ser general. La evolución condena a extinguirse a los genes, los individuos y las poblaciones que no se llevan bien entre sí y con su entorno ▼

## El darwinismo social. Darwinismo y anarquismo

Álvaro Girón Sierra • Departamento de Historia de la Ciencia. Institución Milá y Fontanals, CSIC Barcelona

La historia del darwinismo es, sobre todo, la de la apropiación plural de unos conceptos y vocabulario que se originaron a caballo de la Historia Natural, la naciente Biología, la Economía Política y la Filosofía Social. Y fue tan plural que hablar de un supuesto darwinismo social como un corpus único de gran coherencia en el tiempo y el espacio es francamente absurdo. La existencia de cierta afinidad electiva entre darwinismo y liberalismo económico no impidió que se llegaran a elaborar toda una serie de “sociobiologías” —de mayor o menor contenido darwiniano— que apoyaban políticas que se oponían punto por punto a la visión del mundo liberal. De hecho, el darwinismo ha sido repetidamente vinculado —en combinación estrecha con el racismo— con los fundamentos de la ideología nazi; y también parece cada vez más claro que socialistas y anarquistas no hicieron remilgos a la hora de probar las aguas del darwinismo; al menos así fue hasta la Gran Guerra.

¿En qué sentido se puede decir que los anarquistas españoles fueron “darwinistas”? Comencemos por lo que parece más obvio. Se puede afirmar que los libertarios hispanos fueron “darwinistas”, o al menos así lo fueron hasta la I Guerra Mundial, en el sentido que lo fueron durante mucho tiempo buena parte de sus contemporáneos, es decir, eran “evolucionistas”: suscribieron una versión teleológica de la evolución, negaban la creación divina de las especies y afirmaban que el origen de éstas puede ser explicado desde un plano natural. Aquí nos centraremos, sin embargo, en aquello que sin duda generó más problemas para los libertarios: la metáfora darwiniana de la lucha por la existencia y sus posibles interpretaciones. Dicho de otra forma, usos del “darwinismo” —en el sentido laxo del término— que atacaban dos principios básicos del



Ernst Haeckel

ideario anarquista: la convicción de que los hombres eran sustancialmente iguales y la creencia en una Naturaleza como un sistema inherentemente bondadoso y armónico.

A mediados de la década de 1880 se empezó a hacer patente el rechazo de los propagandistas libertarios a algunos usos que estaba adquiriendo lo que llamaban “teoría de la lucha por la existencia”. Más concretamente, luchaban contra la idea que estaban generalizando algunos prohombres del evolucionismo —Ernst Haeckel (1834-1919)— de que las jerarquías sociales no eran más que la proyección de las jerarquías naturales. La modificación o supresión de las primeras, tal como pretendía, el socialismo, establecería un equilibrio “artificial” entre los fuertes y los débiles en la lucha por la existencia que acabaría por llevar a la degeneración de la especie. La respuesta libertaria a tal aserto es bien conocida, y la refleja bien el que probablemente mejor ha estudiado los orígenes del movimiento libertario en España, José Álvarez Junco. No existe tal isomorfismo entre naturaleza y sociedad; la burguesía no ha demostrado ser la más apta en la lucha por la

existencia, sino que compite desde una posición privilegiada.

Pero sobre todo, lo que los anarquistas llamaban “teoría de la lucha por la existencia” tenía un uso potencial todavía más amenazador, ya que la interpretación literal del combate por la vida podía ser utilizada para atacar la imagen de una Naturaleza armónica y providente, verdadero eje fundamental sobre el que los anarquistas edificaban su concepción del contramundo utópico. En realidad, lo que se sustentaba aquí no era tanto la explicación del cambio evolutivo como la cuestión teodiceica de la presencia relativa del bien y el mal en la realidad social y natural. En realidad, como ha señalado Antonello La Vergata, gran parte de los “darwinismos sociales” de fines del XIX no hicieron sino revivir un tema clave de la Teología Natural del XVIII: la cuestión del equilibrio y el orden de la Naturaleza. Una cuestión que se relacionaba, normalmente, con una interrogación general sobre la bondad de la Creación. En este estilo de pensamiento, los aspectos negativos de la realidad —“males parciales” como el sufrimiento de los seres o el gasto aparentemente inútil de vida— trataron de ser racionalizados y justificados dentro del marco general de un orden armónico y justo.

En este sentido, el pensamiento social del filósofo evolucionista Herbert Spencer (1820-1903), cuyo impacto en las últimas décadas del XIX es difícil de exagerar, responde muy bien a la tesis de La Vergata: él también trató de justificar los aspectos negativos de la realidad social y natural. El sufrimiento y la miseria visibles en la sociedad contemporánea, desde el punto de vista del filósofo inglés, no eran gratuitos. Se derivaban de las leyes de población malthusianas y tenían, en definitiva, un papel positivo porque forzaban a todos los individuos a competir, a luchar, adquiriendo gran parte de ellos una creciente aptitud mensurable en términos de una mayor iniciativa y dominio sobre sí mismo. La crítica al socialismo —y en general a toda forma de intervención del Estado en favor de los débiles— se basaba en el hecho de que alteraba el ritmo y la naturaleza de ese proceso de adaptación. Esa crítica se hace especialmente virulenta en *El Individuo contra el Estado* (1884).

Los anarquistas españoles respondieron a esto, en primer lugar, negando la realidad en el mundo humano de las leyes de población malthusianas: la miseria no era el necesario cortejo de la libre

y “natural” actuación de éstas, sino el fruto de la monopolización de los medios de subsistencia por unos pocos. Pero, en segundo lugar, se acogieron —al menos durante la década de 1880— a la forma más habitual de soslayar los aspectos brutales de la metáfora de la lucha por la existencia, y que, paradójicamente, coincide en gran medida con el espíritu del esquema “spenceriano”: los procedimientos sangrientos han podido jugar algún papel en las fases primitivas del proceso evolutivo pero a medida que nos acercamos a los estadios más avanzados de la evolución humana la lucha se dulcifica o, incluso, se transfiere a otros campos. El civilizado ya no lucha como los animales o los primitivos. La sociedad no es, como la Naturaleza, un campo de batalla donde el progreso biológico se deriva del combate feroz entre individuos. La lucha se convierte en una lucha colectiva de la especie entera contra la Naturaleza; si la guerra se encuentra al principio del camino, la solidaridad —y las formas más elevadas de la moralidad— se encuentran al final de éste.



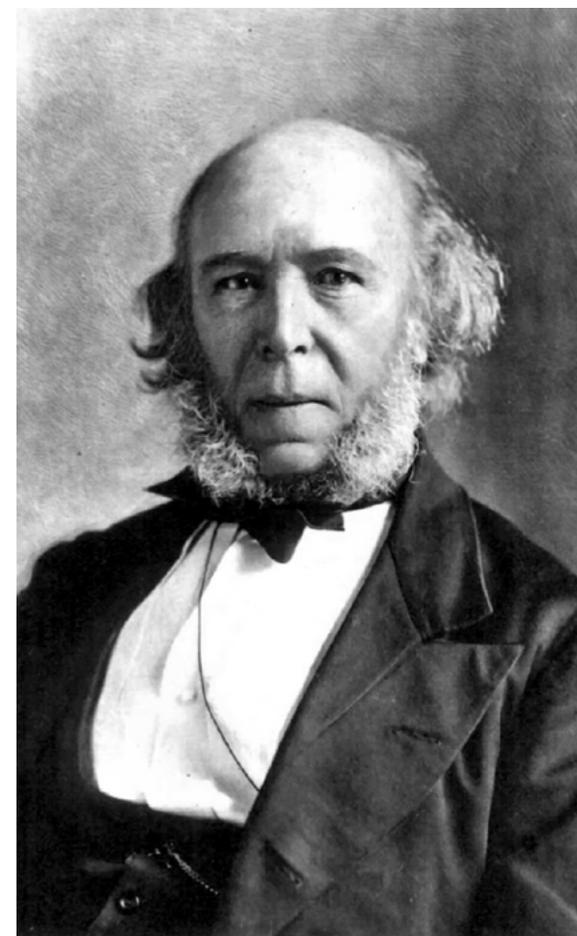
Piotr Kropotkin

Sin embargo, presentar la evolución como un proceso desde las formas más feroces del combate por la vida hasta las formas más elevadas de cooperación plantea inquietantes cuestiones. Si lo anterior, lo primitivo, lo “natural”, puede ser descrito como un conjunto de procesos brutales ¿cómo preservar el lugar asignado a una Naturaleza armónica y providente, auténtico eje doctrinal sobre el que se apoyaba el armazón ideológico de la gran mayoría de anarquistas españoles? ¿Cómo apoyar la gran imagen de un orden natural justo

que se opone punto por punto al caos visible de la sociedad presente? Es aquí donde la referencia al anarquista ruso, Piotr Kropotkin (1842-1921), y su contribución a los debates postdarwinianos sobre ética y evolución se vuelve ineludible.

Kropotkin, en una serie de artículos publicados entre 1890 y 1896 en la prensa inglesa, que dieron lugar posteriormente a un volumen titulado *Mutual Aid a Factor of Evolution* (1902), emprende una crítica acerba de ciertas interpretaciones del darwinismo. Para Kropotkin era claro que la mejor arma en la lucha colectiva que sostienen las distintas especies contra el medio y otras especies era la sociabilidad; los más aptos son aquellos animales que adquieren hábitos de apoyo mutuo. Según el anarquista ruso la lucha entre individuos de la misma especie no puede producir ningún tipo de progreso. Es precisamente en ponerle límites a la competencia malthusiana mediante el auxilio mutuo donde reside la clave de la evolución progresiva. La sociabilidad no solo limita la lucha, sino que estimula grandemente las condiciones de desarrollo de las facultades más elevadas; el apoyo mutuo es el verdadero factor progresivo de la evolución.

Lo cierto es que a partir de principios del XX se empieza a hablar mucho de apoyo mutuo entre los anarquistas españoles. De manera sintética, se puede decir que retuvieron dos aspectos fundamentales de la aportación de Kropotkin: la solidaridad tiene mucho más peso que la lucha por la existencia entre individuos en la Economía de la Naturaleza. El apoyo mutuo —la solidaridad— es el verdadero factor progresivo de la evolución. Es interesante añadir a esto que la mayor difusión de las ideas “kropotkinianas” estimuló una suerte de revisión positiva de la obra de Darwin. Pero el interés fundamental residía en restringir el peligroso potencial de sentido de la metáfora de la lucha por la vida. Se trataba de dotarla de un nuevo significado adecuado, normativo: el combate por la vida debe entenderse ahora como la lucha colectiva de la especie contra los obstáculos del medio. Ello permite articular un eje de discontinuidad entre forma de organización social presente y orden natural; una suerte de contraste simbólico entre una sociedad burguesa en la que los individuos luchan hasta el exterminio mutuo, y un orden natural justo donde las distintas especies animales combaten —mediante la cooperación, la sociabilidad, el altruismo— las dificultades que le opone el medio físico y otras especies.



Herbert Spencer

Por otra parte, la revisión crítica del darwinismo a través de las lentes de Kropotkin tuvo una influencia esencial a la hora de combatir un enemigo interno; la creciente influencia de la filosofía de Nietzsche entre algunos libertarios. No pocos de los debates pivotaban sobre la defensa y ataque del concepto de solidaridad, siendo la correcta interpretación de las metáforas movilizadas en la obra de Darwin uno de los principales caballos de batalla. Los que defendieron el baluarte del principio de solidaridad, lo fundamentaron en una lectura “kropotkiniana” de Darwin. Y es que Kropotkin hizo mucho para allanar incómodas dificultades que pivotaban una y otra vez alrededor de la famosa metáfora de la lucha por la existencia. Se podía decir más confortablemente que existía un darwinismo diferente del de los “darwinistas”, que no era incompatible con el anarquismo. Y no solo eso, sino que permitió identificar aportaciones del naturalista inglés inadvertidas, susceptibles ahora de ser apropiadas para dar legitimidad científica al edificio libertario ▼

¿Cómo y por qué se multiplican las especies? Para el filósofo del siglo XIX

John Herschel ésta era la mayor de todas las preguntas, “el misterio de los misterios”. Este año 2009 es el 150 aniversario del libro de Darwin *El Origen de las Especies por medio de la Selección Natural*. En él estableció las bases científicas para la comprensión de cómo sucede la evolución por selección natural. Darwin fue menos claro en cuanto a los procesos reales de formación de especies, en parte porque carecía del conocimiento de la base genética de la herencia. Sin embargo imaginó un proceso en tres pasos: colonización, que implicaba la expansión de una población en un nuevo entorno; divergencia, cuando las poblaciones llegan a adaptarse a las nuevas condiciones medioambientales a través de la selección natural; y, finalmente, la formación de una barrera al cruzamiento entre linajes divergentes. Mostró un agudo punto de vista al sugerir que las investigaciones de lo que llamamos ahora “radiaciones adaptativas muy jóvenes” podrían proporcionar ventanas a través de las cuales podemos ver los procesos involucrados, cuando escribió en 1859: “Aquellas formas que poseen en grado considerable el carácter de especies, pero que son cercanamente similares a otras formas, o están tan estrechamente vinculadas con ellas por gradaciones intermedias, que a los naturalistas nos agrada clasificarlas como especies distintas, son en algunos aspectos las más importantes para nosotros”.

Cuando se hallaba en las Galápagos, sus notas sobre las observaciones de los pinzones hacen patente que tuvieron poco impacto en su teoría. Sin embargo, solo dos años después, de vuelta en Inglaterra, escribió: “Al ver esta gradación y diversidad de la estructura (del pico) en un pequeño



*Geospiza magnirostris*

grupo de pájaros íntimamente relacionados, uno podría figurarse que, desde una escasez original de pájaros en el archipiélago, una especie se ha modificado para diferentes fines”.

Desde los tiempos de Darwin, nuevas técnicas, estudios y percepciones del campo de la Genética, el comportamiento y la Ecología han arrojado luz para que lleguemos a entender cómo se forman las especies. Los pinzones de Darwin siguen jugando un importante papel en estos descubrimientos, porque como grupo muestran las características que Darwin consideraba importantes para el estudio del proceso de especiación. Son un modelo clásico de radiación joven en la que catorce especies se han derivado a partir de una en un periodo relativamente corto de tiempo, adaptándose cada especie a una forma de vida ecológica distinta. Hoy, estas especies cercanamente relacionadas viven juntas y por separado en diferentes islas, lo que permite investigaciones detalladas para la comprensión del proceso de especiación. Además, esto sucede en muchas islas con condiciones casi prístinas en las que los cambios que ocurren son el resultado de causas naturales más que de factores inducidos como resultado de la intervención humana. Además, el archipiélago de las Galápagos se asienta sobre el ecuador, y como tal está sujeto a fluctuaciones interanuales extremas producidas por el fenómeno de la Oscilación del Sur, donde la sequía (La Niña), que a veces dura hasta dos



Isla de Cocos

años, está intercalada por años de prolongadas lluvias torrenciales (El Niño). Estas fluctuaciones impredecibles nos permiten medir los cambios en las poblaciones al rastrear las oscilaciones de la lluvia y la producción de alimentos.

### Historia de la radiación

Hoy hay 13 especies de pinzones de Darwin en el archipiélago de las Galápagos y una en Cocos, una isla apartada a 700 km al nordeste de las Galápagos. La evidencia genética apunta a un grupo de comedores de semillas (*Tiaris* y parientes) relacionados con los clornis patirrojos como sus parientes más cercanos del continente, y sugiere que estos pájaros llegaron al archipiélago aproximadamente hace dos o tres millones de años. En esa época el archipiélago era un lugar muy diferente. La datación geológica de las islas muestra que hace tres millones de años el archipiélago solo tenía cinco islas, y los datos paleoclimáticos de los núcleos de fósiles de foraminífera en estratos profundos, tomados de este a oeste del Pacífico ecuatorial por Warra y colaboradores (2005), indican que el clima era más caliente y húmedo en esa época, sugiriendo que la vegetación se parecía más a la de la isla de Cocos hoy, en la que la selva tropical va desde la costa hasta la cumbre. En los siguientes dos millones de años el archipiélago se elevó desde un punto caliente que se extiende bajo la actual isla Fernandina y un centro de propagación al nordeste, y se levantaron sobre una plataforma al sudeste. Una divergencia entre los núcleos este y oeste de foraminífera que

surgieron hace aproximadamente 1,7 millones de años indicaban el comienzo de las condiciones de El Niño, con oscilaciones entre condiciones de humedad y sequía, sugiriendo que las islas se volvieron progresivamente más secas a medida que pasaba el tiempo. Según fue creciendo el número de islas también lo hizo el número de especies de pinzones. Así pues, el cambio medioambiental fue característico durante el periodo en que se produjo el comienzo de la radiación.

### La divergencia por la selección natural a través del tiempo

Darwin era consciente de que la evolución por selección natural sucede cuando se cumplen tres condiciones. En primer lugar debe haber variación en un carácter que sea genéticamente heredable (p. ej., el tamaño y la forma del pico). En segundo lugar, que haya diferencias en la supervivencia como resultado de alguna perturbación ambiental (p. ej., que las aves de pico grande sobrevivan mejor que las de pico pequeño). Tercero, que en la siguiente generación los supervivientes pasen este rasgo (p. ej., el pico grande) a su prole cuando dicha característica sea genéticamente heredable.

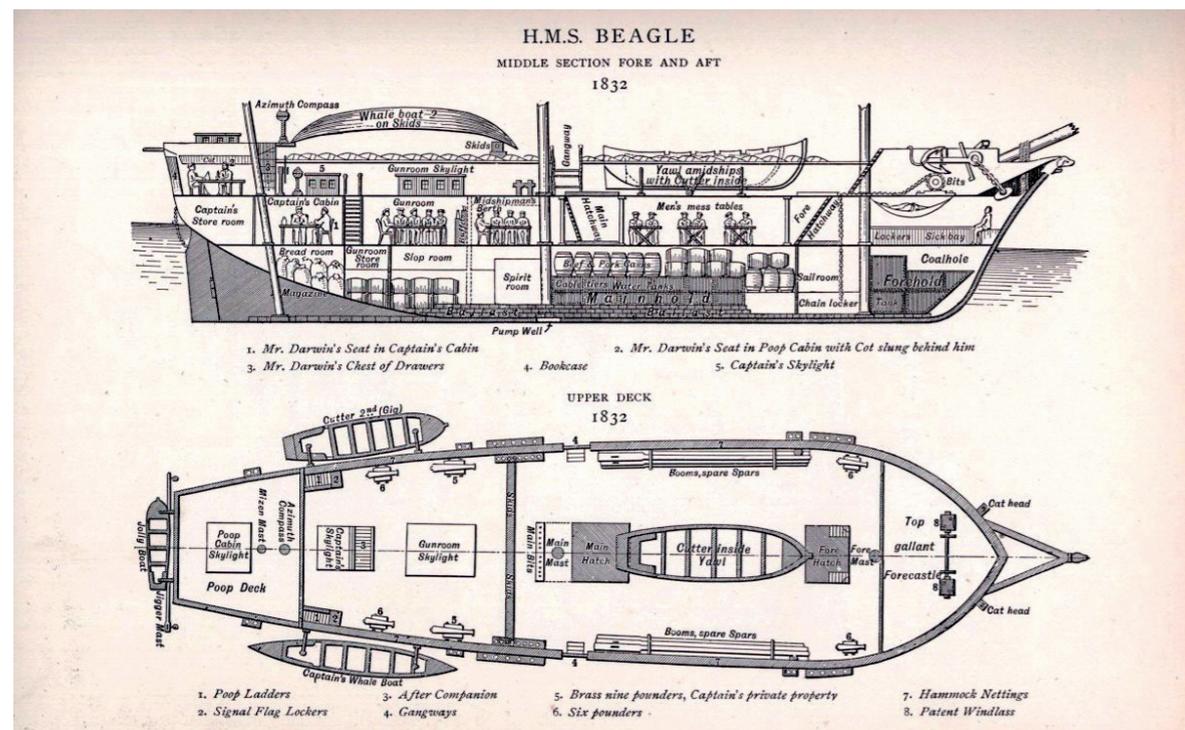
Dafne Mayor es una isla ideal para este estudio, en virtud de su pequeño tamaño y de que la habitan grandes poblaciones de las dos especies de pinzones que varían en el tamaño y la forma del pico. Son el pinzón de tierra mediano *Geospiza fortis* y el pinzón del cactus *G. scandens*. Primero establecimos la heredabilidad del tamaño y

forma del pico y del tamaño del cuerpo. Lo hicimos midiendo pájaros y observando el grado de asociación entre medidas de pico y de tamaño del cuerpo de los padres y de su prole adulta. Esto reveló una alta heredabilidad de la forma y dimensiones del pico y del cuerpo, con padres grandes que generaban hijos grandes y padres pequeños con hijos pequeños. Hicimos el seguimiento de la supervivencia y reproducción de individuos marcados individualmente a lo largo de treinta años. La primera sequía de nuestro estudio sucedió en 1977 cuando murieron cerca del 80% de los pinzones. Aquellos que sobrevivieron no eran una muestra aleatoria de la población, sino que eran ejemplares de pico grande capaces de romper semillas grandes y duras de *Tribulus cistoides*, que eran las únicas semillas que quedaron en el terreno con relativa abundancia después de que se hubieran consumido la mayoría de los granos pequeños y blandos. Se había producido la selección natural y el presciente Darwin lo había anticipado. En una carta a un amigo escribió: "Diría ahora que, de todos los animales que nacen al año, algunos tendrán un pico algo más largo y otros algo más corto, y que bajo condiciones o hábitats que favorezcan el pico largo, todos los individuos con picos un poco más largos serían más aptos para sobrevivir que aquellos con picos más cortos que la media".

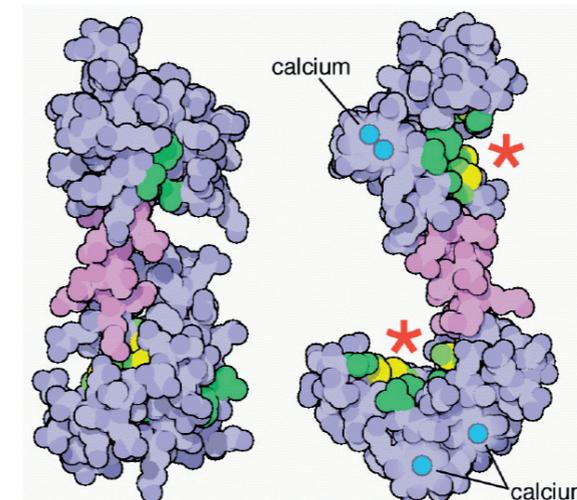
Si hubiera escogido el grosor del pico, más que la longitud, habría descrito exactamente la situación de 1977. En 1978 se reanudaron las lluvias y los adultos supervivientes de pico y cuerpo grandes se aparearon produciendo proles que eran, como se esperaba, grandes como ellos. Por tanto, un hecho de selección natural de 1977 tuvo como resultado una evolución en 1978 (un cambio en el tamaño medio del pico y del cuerpo).

Pero ése no fue el único hecho de este tipo. La siguiente sequía sucedió en 1985, y esta vez el banco de semillas (las que se encontraban en el terreno) consistió principalmente en semillas pequeñas. La razón de ello radica en un acontecimiento excepcional de El Niño que se había dado dos años antes. Cayó una cantidad extraordinaria de lluvia durante un periodo de ocho meses durante 1983, provocando el crecimiento prolífico de hierbas, vides y otras veinte especies de plantas, todas ellas productoras de semillas pequeñas y blandas. Esta vez, los pájaros con pico pequeño y relativamente afilado tuvieron ventaja sobre los de picos grandes a la hora de alimentarse rápidamente de semillas pequeñas, y como consecuencia sobrevivieron mejor.

Durante los siguientes 30 años se sucedieron las sequías a intervalos de cuatro o seis años, con la selección actuando en dirección oscilante, y



Plano del H.M.S. Beagle



Molécula de calmodulina

que sobrevivieran mejor las aves de pico grande o las de pico pequeño dependía del tipo de semillas que tuvieran a su disposición, lo cual estaba condicionado por las condiciones precedentes de precipitaciones y vegetación. En términos de sus tamaños y formas de pico, ni las poblaciones de pinzón mediano de tierra o de pinzón de cactus permanecieron estáticas, ni volvieron a sus estados morfológicos de cuando comenzamos nuestro estudio. En 2008 los pinzones medianos de tierra tenían el pico significativamente más pequeño y más afilado, por término medio, que en 1973, y la población del pinzón de cactus tenía de promedio un tamaño de pico inferior y más romo que en 1973.

El seguimiento de las poblaciones de pinzones en la isla de Dafne a lo largo de 30 años nos ha hecho ver que la evolución por selección natural es un proceso medible e interpretable que puede tener lugar en periodos cortos de tiempo cuando hay cambios en el medio. Evolución significa modificación en la composición genética de una población. Se revela información apasionante en los estudios en curso sobre el desarrollo de los picos del pinzón, y sus resultados demuestran que son posibles los cambios en la forma de su pico.

**Control genético del desarrollo del pico**

Nuestros colegas, Cliff Tabin y Arhat Abzhanov, han descubierto dos moléculas marcadoras genéticas que actúan durante el comienzo del desarrollo del pico de los pinzones de Darwin. Se trata de la proteína morfogénica de los huesos *Bmp4*, y de la calmodulina *CaM*, una proteína ligante del calcio. Ellas regulan el crecimiento del pico;

*Bmp4* influye en la profundidad y anchura del pico, mientras que la calmodulina controla el desarrollo de su longitud. En particular, actúan independientemente en el desarrollo embrionario, permitiendo de este modo la formación de diferentes tipos de pico.

**La formación de la barrera al cruzamiento**

La especiación se completa cuando dos poblaciones, que se han diferenciado y aislado geográficamente en distintas islas, son tan diferentes que pueden coexistir en la misma isla sin que se produzca ningún o casi ningún cruce. El canto de ambas y sus diferencias morfológicas constituyen una barrera al cruce anterior al apareamiento. Esta es una barrera entre especies previa a la formación de las parejas de cría. Mediante experimentos con especímenes de museo y grabaciones de cantos pudimos observar que los individuos pueden distinguir entre su especie y las otras basándose tan solo en la apariencia, en su morfología, y en el canto. A diferencia de la forma y el tamaño del pico, que están determinados genéticamente, el canto se aprende durante un breve plazo, entre 10 y 20 días después del nacimiento. Ese momento coincide con los últimos días en el nido y con el cambio de pluma, cuando los pollos aún dependen de sus padres para la alimentación. El padre canta activamente en esa época, y su canto se aprende tempranamente, yendo éste asociado a las características de la forma de pico de los padres. Una vez aprendido permanece invariable a lo largo de la vida. Como una forma de impronta, el canto que se aprende en los primeros días de la vida influye en el comportamiento posterior para aparearse, de modo que los adultos forman pareja según el canto típico de su especie.



Estación Charles Darwin en Galápagos



Isla de Dafne Mayor en el archipiélago de las Galápagos

### Causas y consecuencias de una barrera débil al cruzamiento

El aprendizaje del canto particular de la especie durante un periodo de tiempo corto al comienzo de la vida podría verse alterado si un pájaro joven se ve expuesto al canto de otra especie en ese mismo momento. Aprender el canto de otra especie sucede muy raramente. Se da el caso cuando un individuo de una especie invade el nido de otra “adquiriendo” un huevo que quedó allí, y criando a la prole. Cuando esto sucede el pájaro joven aprende el canto de su padre adoptivo. También puede darse el caso cuando un grupo vecino de otra especie canta tan alto que el canto de los propios padres se vuelve ineficaz, o cuando un padre muere y es la madre la que saca adelante a la progenie. En estos casos, dado que la madre no canta, los jóvenes copian el canto de los machos vecinos, que pueden ser de otra especie. Puesto que estas aves buscan pareja según el canto, aquellos que entonan un canto aprendido de otra especie pueden emparejarse con un miembro de ella generando una prole híbrida. Aunque esperábamos que los híbridos fuesen relativamente inadaptados en comparación con los de su especie parental, descubrimos con sorpresa que los híbridos no solo sobrevivían, sino que eran capaces de reproducirse con éxito, pero solo en las temporadas en que había semillas suficientes durante la estación seca que resultasen apropiadas para pájaros de pico intermedio. Esto fue un hallazgo importante, porque muestra que no se forma por completo una barrera genética al cruce cuando las especies están geográficamente aisladas unas de otras. Una barrera así de sólida llevaría millones de años para desarrollarse entre las aves. Cuando

la reserva de semillas durante la estación seca consistía en las más duras de *Tribulus* y *Opuntia* ninguno de los híbridos sobrevivió para poder criar, pero después de 1983, cuando abundaban las semillas pequeñas, sobrevivieron bien muchos híbridos y se aparearon con una u otra de sus especies parentales. La consecuencia de este cruce es un flujo de genes entre especies, al que nos referimos como retrocruzamiento. El traspaso de genes de una especie a otra es ocasional porque las condiciones ecológicas bajo las que sobreviven los híbridos no se dan de manera uniforme, sino a intervalos irregulares. No obstante, cuando se produce intercambio de genes, éste es biológicamente significativo porque incrementa la variación genética de una población sobre la que puede actuar la selección. Esto permite que las poblaciones sigan trayectorias acordes a las fluctuaciones ambientales y puede facilitar su evolución en nuevas direcciones.

Agradecemos la generosa ayuda de la Fundación Balzan, cuyo premio ha sostenido el trabajo de cuatro jóvenes investigadores. Damos las gracias al Servicio de Parques Nacionales de las Islas Galápagos y a la Estación Científica Charles Darwin por su apoyo y ayuda. Agradecemos también a nuestros colegas, doctorandos, graduados y ayudantes que han hecho inestimables contribuciones sin las cuales estas investigaciones no habrían sido posibles. La financiación fue inicialmente proporcionada por la Universidad McGill y el Consejo de Investigación Medioambiental de Canadá y en los últimos 30 años por la Fundación Nacional de la Ciencia de los Estados Unidos ▼

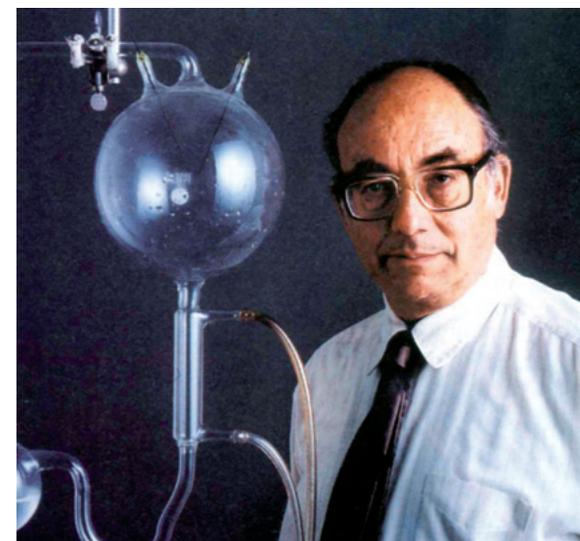
Traducido del original inglés por Carlos Martín Collantes.

## Darwin y el origen de la vida

Antonio Lazcano Araujo • Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

Aunque Charles Darwin fue extraordinariamente reacio a discutir en público el origen de la vida, sabemos que en 1871 le envió a un amigo una carta en donde hablaba de la posibilidad de que se formaran proteínas en un charco caliente gracias a la acción, como él mismo escribió, de “calor, electricidad, y toda suerte de sales fosfóricas y amoniacales”. ¿Existieron los charcos primordiales que Darwin imaginó? ¿Cómo eran los primeros organismos? ¿Cuándo aparecieron los primeros seres vivos en nuestro planeta? ¿Cómo fue que surgió la vida en la Tierra? ¿Cuándo aparecieron los primeros seres vivos en nuestro planeta?

Ya a mediados del siglo XX, Stanley L. Miller, un joven estudiante que había comenzado sus estudios de doctorado en la Universidad de Chicago, escuchó a Harold Urey hablar de sus



Stanley Miller

modelos de la Tierra primitiva y de los trabajos de Alexander I. Oparin, un bioquímico soviético que, en los años 20, había sugerido que los primeros seres vivos se habían formado a partir de la llamada sopa primitiva. Al cabo de unas cuantas semanas Miller se acercó a Urey y le pidió que lo asesorara para llevar a cabo una simulación

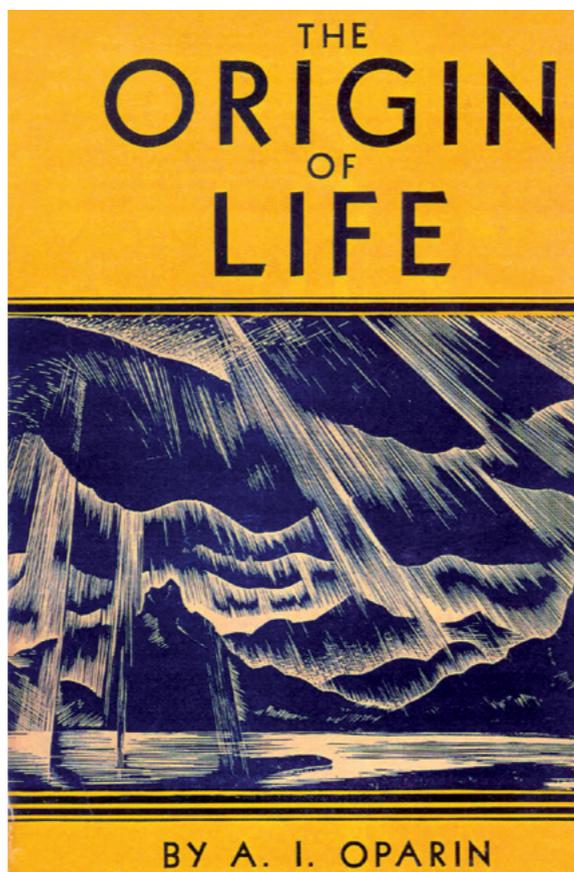


James Watson y Francis Crick

de los procesos químicos que habían llevado a la síntesis de compuestos orgánicos necesarios, según las ideas de Oparin, para la aparición de la vida. Para lograr su objetivo, Miller diseñó un aparato con el que buscó simular las condiciones de Tierra primitiva, con una mezcla de gases que incluía metano, amoníaco, hidrógeno y vapor de agua, y la sometió a la acción de descargas eléctricas. Pocos días más tarde Miller pudo observar cómo se había logrado sintetizar diversas moléculas orgánicas, incluyendo aminoácidos, hidroácidos, urea y otras moléculas de interés bioquímico.

Miller publicó los resultados de su trabajo en 1953, el mismo año en que Watson y Crick propusieron el modelo de la doble hélice del ADN. Los mundos de la Química prebiótica y de la Biología Molecular se comenzaron a unir en 1961, cuando Joan Oró, un extraordinario químico catalán, demostró, con un experimento de enorme elegancia, la facilidad con la que se podía sintetizar la adenina, uno de los componentes del ADN y el ARN, a partir del ácido cianhídrico. De hecho, a lo largo de los últimos cincuenta años se ha podido demostrar la facilidad con la que podemos sintetizar un sinnúmero de moléculas de interés biológico, lo que apoya, por supuesto, la idea de que en la Tierra primitiva hubo una sopa primitiva.

¿Cómo se dio la evolución de la vida a partir de ese caldo primitivo? Aunque durante muchas décadas el ARN fue el patito feo de la Biología Molecular, hoy sabemos que jugó un papel esencial en etapas tan tempranas de la evolución que sus huellas se encuentran en las intimidades moleculares de las células. El descubrimiento de la existencia de moléculas de ARN catalítico, también llamadas ribozimas, nos ha llevado a proponer la existencia del llamado mundo del ARN, que se puede definir como una etapa en donde esta molécula jugaba un papel muy conspicuo en el metabolismo y la reproducción de organismos ancestrales. Podemos entender fácilmente el surgimiento del ADN a partir de genomas ancestrales del ARN, y explicar así el rápido proceso de diversificación biológica. La vida, tal como la conocemos hoy en día a nivel bioquímico, evolucionó de forma tan rápida, que hace unos tres mil quinientos millones de años muchos de los mecanismos moleculares básicos ya se habían desarrollado. La extraordinaria diversidad biológica que vemos no solo en los



El origen de la vida. Alexander Oparin, 1930

seres vivos actuales, sino también en el registro fósil, nos habla del poder de adaptación y diversificación de estos ancestros de donde todos descendemos.

Las moléculas que sirven de precursores en experimentos como los que hicieron Miller y Oró son extraordinariamente abundantes en cometas y en las nubes de material interestelar, precisamente en las zonas de la galaxia en donde se puede observar la formación de estrellas, a menudo acompañadas de grupos de planetas, pero ¿en cuántos de estos cuerpos surgió en el pasado la vida? ¿Existen, como creen algunos científicos, otras formas de vida inteligente en la galaxia? ¿O bien, como han sugerido Peter D. Ward y Donald Brownlee en su libro *Rare Earth*, la aparición de formas inteligentes en el universo es extremadamente rara? No tenemos respuesta a estas preguntas. Es posible que no estemos solos en el universo, pero puede haber factores que nos hacen sobreestimar la probabilidad del surgimiento de la vida. Como afirmó alguna vez el filósofo francés Blas Pascal: “Si la nariz de Cleopatra hubiese sido más corta, toda la faz del mundo habría cambiado” ▼



## Galápagos

Fotos Manuel Nogales



SEMINARIO OROTAVA AÑO XVIII

# DARWINISMO HOY

Commemoración del Bicentenario  
del nacimiento de Darwin  
y del 150 aniversario de  
**EL ORIGEN DE LAS ESPECIES**

DE OCTUBRE DE 2008 A MAYO DE 2009  
EN LA FACULTAD DE BIOLOGÍA DE LA ULL

FUNDACIÓN CANARIA OROTAVA DE HISTORIA DE LA CIENCIA  
FACULTAD DE BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Diseño: Mila Ruiz