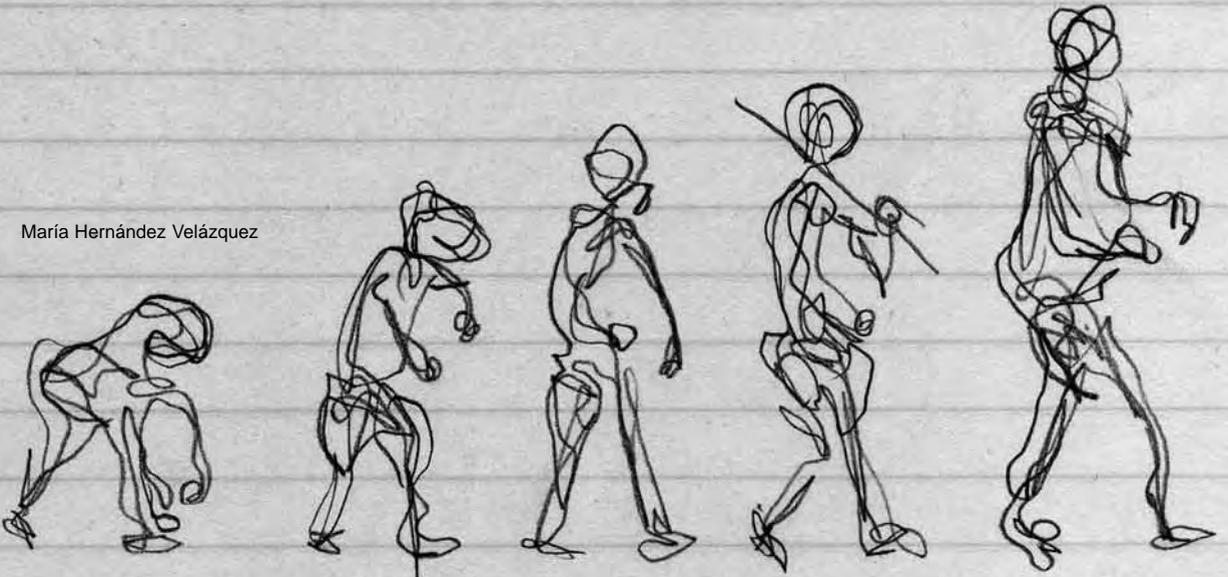


María Hernández Velázquez



Teoría de la evolución y sociedad: 150 años y una nota de atención



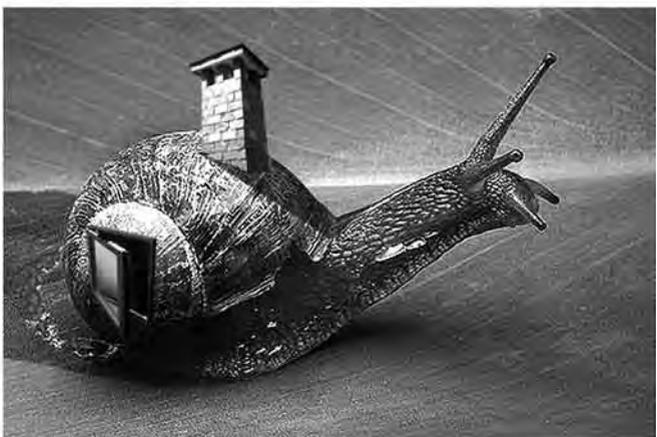
Antonio Torralba Burrial

Biografía. *Licenciado en Biología y Doctor por la Universidad de Oviedo. Entomólogo especialista en ecología fluvial y comunidades de invertebrados acuáticos, principalmente libélulas, con investigaciones que abarcan cuestiones biogeográficas, de distribución faunística, etológicas, ecológicas, su utilización como bioindicadores y el seguimiento y evaluación de especies amenazadas.*

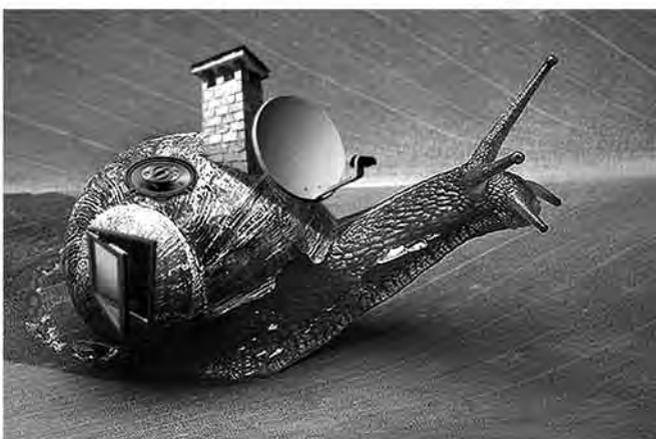
Resumen. En 1858 se realizó el anuncio público de la teoría de la evolución de las especies por selección natural, con la lectura de los trabajos de Charles Darwin y Alfred Russell Wallace, seguidos al año siguiente por la publicación del *Origen de las especies* de Darwin. Representó un cambio trascendente en la forma de ver el mundo que nos rodea y, por consiguiente, también en la de vernos a nosotros mismos. Tras 150 años de acumulación de pruebas, la teoría de la evolución, el cambio en las características de los seres vivos que ocurre con el transcurrir de las generaciones, ha adquirido gran robustez, penetrando en todos los aspectos de las Ciencias de la Vida, y siendo aceptada como un hecho por los científicos y la mayoría de la sociedad. La evolución, como explicación científica del mundo vivo, nos permite conocer las relaciones y parentescos entre los distintos grupos de organismos, incluidos los humanos, y cómo han llegado a ser lo que son. Además, nos ayuda a comprender los procesos que afectan a esta biodiversidad. Nos permite estudiar nuestras relaciones con los parásitos y las enfermedades que provocan, lo que nos sirve para combatirlos gracias a unos principios que también son utilizables con las plagas que atacan nuestros cultivos. No se trata de la comprensión de unos experimentos concretos, o de una teoría con una aplicación limitada en la vida real, la evolución es el principio organizador de toda la Biología moderna, y es necesario formar ciudadanos con una cultura científica adecuada para comprender el mundo en el que vivimos.

Summary. In 1858, the theory of the evolution of species by natural selection was presented to the public with the publication of the works of Charles Darwin and Alfred Russell Wallace, followed in 1859 with the publication of Darwin's "On the Origin of the species". It represented a significant change in the way of seeing the world around us and consequently also the way we see ourselves. After 150 years of gathering evidence, the theory of evolution, with changes in the characteristics of living beings with the passing of generations, has acquired robustness, penetrating all areas of Life Sciences and being accepted as a fact by scientists and most of the society. Evolution, as a scientific explanation of the living world, allows us to learn about the relationships and kinships between different groups of organisms, including human beings, and how they have become what they are. It also helps us to understand the processes that influence this biodiversity. It allows us to study our relationships with parasites and the diseases they cause and thus combat them using principles that can also be employed with pests that attack our crops. It is not a question of compressing specific experiments or a theory with limited application in real life; evolution is the organizing principle of all modern biology, and we must provide citizens with the necessary scientific education and culture to understand the world in which we live.

Résumé. En 1858 s'est réalisé l'annonce publique de la Théorie de l'Evolution des Espèces par Sélection Naturelle, avec la lecture des études de Charles Darwin et Alfred Russell Wallace, suivie un an après par la publication de *L'Origine des Espèces* de Darwin. Il a entamé un changement transcendant dans la façon de voir le monde qui nous entoure et, par conséquent, également dans celle de nous voir nous-mêmes. Après 150 ans en accumulant des preuves, la Théorie de l'Evolution, le changement dans les caractéristiques des êtres vivants qui se produit avec le passage des générations, a remporté une grande robustesse, pénétrant dans tous les aspects des Sciences de la Vie et a été acceptée comme un fait par les scientifiques et la plupart de la société. L'évolution, comme explication scientifique du monde vivant, nous permet de connaître les relations et liens de parenté entre les différents groupes d'organismes, y compris les humains, et comment ils sont arrivés à être ce qu'ils sont. De plus, elle nous aide à comprendre les processus concernant cette biodiversité. Il nous permet d'étudier nos relations avec les parasites et les maladies qu'ils provoquent, ce qui nous sert à les combattre grâce à des principes qui sont également utilisables avec les fléaux qui attaquent nos cultures. Il ne s'agit pas de la compression d'expériences concrètes, ou d'une théorie avec une application limitée dans la vie réelle, l'évolution est le principe organisateur de toute la Biologie moderne, et il est nécessaire de former des citoyens avec une culture scientifique adéquate pour comprendre le monde dans lequel nous vivons.



Alberto Ruiz de Mendoza



Cuando escribo estas líneas estamos a sólo unas semanas del 150 aniversario del anuncio público de la teoría de la evolución por selección natural. La fecha se puede fijar en la lectura de los trabajos de Charles Darwin y Alfred Russell Wallace en la Linnean Society el 1 de julio de 1858. Representó un cambio trascendente en la forma de ver el mundo que nos rodea y, por consiguiente, también en la de vernos a nosotros mismos. Aunque la mayoría de las celebraciones se reservarán para el año que viene, cuando se cumplan los 150 años de la publicación del *Origen de las especies* y el bicentenario del nacimiento de Darwin, éste puede ser un buen momento para reflexionar sobre la valoración de la evolución en la sociedad actual, especialmente a tenor de hechos recientes preocupantes.

Para comenzar esta reflexión, empezaremos por definir la evolución y la selección natural. La evolución es el cambio en las características de los seres vivos que ocurre con el transcurrir de las generaciones. Para que existan esos cambios, debe haber una variación entre los individuos que forman las poblaciones (por ejemplo, en la cantidad de pelo corporal o la agudeza visual) y esta variación debe ser heredable de progenitores a descendientes (a través del material genético o ADN). A partir de esa variación actúa la selección natural, eliminando mediante probabilidades la descendencia de los individuos menos aptos. Dicho de otra forma, los individuos que tengan unas características determinadas que les favorezcan frente a otros individuos de su misma especie para llegar a la madurez y reproducirse en mayor medida dejarán más descendientes por término medio que los que tengan otras características, con lo que los primeros serán más numerosos en las siguientes generaciones. Esos son los principios que organizan la biodiversidad, explicando su origen desde un linaje ancestral único que se fue diversificando con el tiempo.

Conceptualmente la teoría es sencilla, elegante en su desarrollo y permite obtener pruebas y diseñar experimentos con capacidad para demostrar si está equivocada. Desde la recopilación de hechos para probarla que se encuentra en el *Origen de las especies*, la evolución ha adquirido una gran robustez mediante la acumulación de pruebas. Después de las discusiones y polémicas iniciales, y especialmente una vez que quedó claro como se transmitían los caracteres mediante la herencia genética del ADN, la teoría de la evolución por selección natural fue penetrando en todos los aspectos de las Ciencias de la Vida, hasta el punto que Theodosius Dobzhansky llegó a afirmar en su famosa frase que «nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la evolución». Y es que ciento cincuenta años dan para acumular muchas pruebas a favor de una teoría sometida continuamente al método científico, hasta el punto de que los biólogos hace tiempo que dejaron de discutir sobre la certeza de la *teoría evolutiva* para debatir diversos aspectos del *hecho evolutivo*: ¿qué importancia tiene la deriva genética de las poblaciones? ¿En qué dirección evolucionan las poblaciones en el caso de que actúen de forma contrapuesta la selección sexual y el resto de la selección natural? ¿La evolución mantiene un ritmo constante o se mueve en unos momentos más rápido que en otros? Los organismos son los objetos sobre los que actúa la selección natural pero... ¿en qué medida puede actuar sobre otros niveles inferiores (genes) o superiores (grupos) de organización? ¿Con qué intensidad e importancia actúan en cada caso los procesos de competencia entre organismos y los de simbiosis o colaboración?

Estos debates contribuyen a perfilar mejor nuestro conocimiento sobre el funcionamiento de la evolución y, por tanto, también sobre la biodiversidad que nos rodea, indu-

dablemente una de las búsquedas de conocimiento más emocionantes e intelectualmente gratificantes. La estructura de la teoría evolutiva va así incrementándose progresivamente, explicando cada vez mejor la biodiversidad presente y pasada. Las pruebas que cimentan este edificio y sus sucesivas ampliaciones son aportadas por el registro fósil, la distribución de los organismos, la comparación entre sus caracteres, los resultados de la selección artificial y las observaciones de la evolución en acción.

El registro fósil, aunque incompleto por las dificultades inherentes al proceso de fosilización y conservación de los fósiles durante millones de años, sí que nos muestra la evolución morfológica dentro de las especies (modificaciones esqueléticas en peces, forma de diatomeas o de foraminíferos), la diversificación de especies dentro de un grupo (sean caballos u homínidos) y los taxones intermedios entre los grandes grupos actuales, como el ave *Archaeopteryx*, con caracteres aviares y reptilianos mezclados. Además, en los grandes grupos de vertebrados, podemos observar en el registro fósil como aparecen antes los peces, después los anfibios, luego los reptiles y por último de forma independiente aves y mamíferos, corroborando el orden que predice su organización.

La distribución de los organismos sobre el planeta nos muestra procesos de formación de especies de determinados grupos en zonas muy concretas, que generan por radiación adaptativa numerosas especies en esos puntos. Esto puede observarse en los pinzones de Darwin de las islas Galápagos, en las libélulas del género *Megalagrion* en Hawai o en los marsupiales en Oceanía.

La comparación entre los caracteres de los organismos, ya sea analizando la forma de sus partes, su desarrollo embrionario o sus moléculas constituyentes (ADN, proteínas), nos permite comprobar su origen común. Uno de los casos más ilustrativos a este respecto lo representan las extremidades de los vertebrados tetrápodos: la estructura básica del mismo apéndice de cinco dedos se da en los reptiles, los anfibios, las aves o los mamíferos. Aplicados a funciones muy diferentes, y en muchos casos ampliamente modificados, persisten en la misma estructura homóloga, mostrando que las modificaciones se han realizado a partir de una misma estructura inicial. Incluso en casos de pérdida parcial de los apéndices (como en las serpientes o en la parte posterior de las ballenas) quedan restos vestigiales de esa estructura inicial, y cuando se dan adiciones de nuevas partes se puede deducir cual ha sido la vía de formación a partir de dicha estructura (como en el pulgar del panda).

Las potentes herramientas desarrolladas en estos últimos años para secuenciar el ADN de los organismos están aportando numerosas pruebas que confirman estos orígenes comunes y encontrando caracteres intermedios entre grupos. Así, la secuenciación del genoma del chimpancé ha mostrado su gran similitud con el genoma humano. El recientemente secuenciado genoma del ornitorrinco muestra, de forma coherente con otros caracteres morfológicos, características de reptiles y de mamíferos, además de algunas propias únicas. También se ha mostrado que distintos animales (moscas, aves y hombres) emplean el mismo sistema genético (mediante los llamados genes *Hox*) para indicar durante el desarrollo embrionario el comienzo de las distintas partes del cuerpo y sus apéndices.

Los resultados de la selección artificial en animales y plantas nos muestran en que medida, aplicando un proceso selectivo, se pueden modificar los caracteres de las razas y especies empleadas. Darwin ejemplificó esto en el *Origen* con los cambios en las dife-

rentes razas de palomas, pero es algo que también podemos comprobar entre nuestros perros, las razas de ganadería o los cereales cultivados.

Pero es que, además, podemos observar los procesos evolutivos en acción. Un buen ejemplo es el melanismo industrial de algunas mariposas nocturnas. Inicialmente descrito en la geometra del abedul (*Biston betularia*), ha sido encontrado en un centenar de especies. Esta especie de mariposa nocturna se camufla durante el día posada en el tronco de los árboles cubiertos de líquenes, gracias a su coloración clara jaspeada. Tras la revolución industrial la contaminación generada acabó matando a los líquenes en numerosas zonas del Reino Unido y los EEUU, al tiempo que teñía de hollín las cortezas de los árboles, por lo que en estas zonas los ejemplares más claros eran detectados y comidos por las aves mientras que los ejemplares más oscuros (melánicos) podían pasar desapercibidos. Así, el melanismo se hizo más común en las poblaciones. Cuando las leyes de protección medioambiental redujeron la contaminación, permitiendo que los líquenes recolonizaran las cortezas de los árboles, los ejemplares claros de geometra pasaron desapercibidos y fueron más llamativos los oscuros, volviendo a incrementar su frecuencia los primeros y disminuyendo los segundos.

Otro ejemplo claro de evolución en acción es el observado entre los pinzones de Darwin anteriormente nombrados. Las distintas especies presentan picos de diferente longitud y anchura, pero un cierto grado de hibridación es posible, y en años de bonanza existen recursos para todos en las islas y las diferencias entre las especies se van diluyendo. En cambio, cuando se dan años de escasez, sólo aquellos individuos mejor adaptados a extraer alimentos concretos (porque tengan unos picos estrechos y largos para acceder a determinadas semillas o porque éstos sean gruesos y duros para poder romper otras) pueden obtener suficientes recursos para sobrevivir y reproducirse, con lo que los híbridos desaparecen y se observa la divergencia evolutiva con el desplazamiento de estos caracteres entre las especies.

Estas pruebas asientan firmemente la teoría evolutiva y por ello se trata de un hecho aceptado por la comunidad científica y la mayoría de la sociedad. No hay dudas sobre la existencia del hecho evolutivo, del mismo modo que no hay dudas sobre la existencia de la gravedad. Sin embargo, todavía queda gente que no ha comprendido la evolución y busca causas esotéricas a la biodiversidad, pese a que la evolución la explica perfectamente. Estamos acostumbrados a pensar que los planteamientos creacionistas, que buscan un ente supranatural inteligente que se dedica a diseñar cada organismo vivo, se encontrarían limitados a principios del XXI a aquellos países o regiones fuertemente teocráticos y con importantes sectores de la población con bajo nivel de cultura científica, tales como los Estados Unidos o algunos países árabes. Su extensión en Europa se supone mínima, alcanzando todo lo más a pequeñas sectas bíblicas de escasa implantación. Por desgracia, hemos asistido recientemente a preocupantes episodios de una ofensiva creacionista en Europa.

A principios de año se produjo el desembarco en España de la organización creacionista PSSI, que pretendió mediante un ciclo de conferencias en varias ciudades dar un barniz científico a diversos planteamientos religiosos creacionistas renombrados como *diseño inteligente*. Con ello lograron aparecer en medios periodísticos con desigual éxito. No obstante, los comentarios que se escucharon esos días nos muestran que el conoci-

miento científico de parte de los comunicadores sociales y de la población es insuficiente en lo referente a la evolución.

Por otra parte, el debate generado por la votación de una resolución en el Consejo de Europa sobre los peligros del creacionismo en la educación ha sido sumamente ilustrativo. Como era de esperar, la mayoría de los miembros del Consejo (48 de los 76 presentes en la votación) se mostraron contrarios al creacionismo, pero hubo otros 25 que votaron contra el informe que alertaba de sus peligros. En la transcripción del debate se pueden leer las curiosas opiniones de este último grupo sobre la evolución, desde aquellos que simplemente no consideran un peligro el creacionismo a los que insisten en que es una explicación científica frente a una teoría evolutiva dudosa. Indudablemente, si políticos europeos colocados en el Consejo por sus partidos, situados en un contexto de representación en un foro internacional, tienen estas opiniones, es señal de que todavía no se ha hecho lo suficiente para exponer con claridad la teoría evolutiva, para vencer la superstición y para que se comprenda la explicación que de la biodiversidad en su conjunto, y de nosotros como parte de esta biodiversidad, representa la evolución.

La evolución, como explicación científica del mundo vivo, nos permite ir mucho más allá que cualquier consideración mitológica. Nos permite conocer las relaciones y parentescos entre los distintos grupos de organismos y cómo han llegado a ser lo que son, incluidos los humanos. Nos permite comprender los procesos que afectan a esta biodiversidad, a las tasas de extinción y a las de su recuperación, con lo que permite que los ciudadanos adquieran el conocimiento necesario para valorar correctamente sus propios actos. Nos permite estudiar nuestras relaciones con los parásitos y las enfermedades, la forma de combatirlas y como es esperable que reaccionen ante los tratamientos. Los mismos principios son utilizables con los problemas que acarrearán las plagas de nuestros cultivos, y para estudiar o mejorar los existentes.

No se trata de la comprensión de unos experimentos concretos o de una teoría con una aplicación limitada en la vida real; la evolución es el principio organizador de toda la Biología moderna y es necesario formar ciudadanos con una cultura científica adecuada para comprender el mundo en el que vivimos.

Bibliografía y fuentes de información

- [1] Gould, S. J. 2002. *The structure of evolutionary theory*. Harvard University Press, Cambridge, 1433 pp.
- [2] Melic, A., J.J. De Haro, M. Méndez & I. Ribera (eds.) 1999. Evolución y filogenia de Arthropoda. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **26**: 1-806.
- [3] Soler, M. (ed.) 2002. *Evolución: la base de la Biología*. Proyecto Sur de Ediciones, Granada, 559 pp.
- [4] Warren, W.C. et al. 2008. Genome analysis of the platypus reveals unique signatures of evolution. *Nature* **453**: 175-183.
- [5] Weiner, J. 1994 (2002). *El pico del pinzón*. Galaxia Gutenberg - Círculo de Lectores, Barcelona, 532 pp.

