

<http://esceptica.org/2012/02/12/feliz-dia-de-darwin/>

Paradigmas evolutivos o la evolución de la evolución

Julia Moreno Mijares

Uno de los libros con mayor impacto en la historia de la biología es *El origen de las especies* de Charles Darwin. Cuando se publicó en 1859, fue sumamente polémico y ampliamente discutido por la comunidad científica y no científica de la época. Este texto fue resultado de una meticulosa investigación que Darwin llevó a cabo durante varios años, y en la que reunió y analizó el trabajo de muchos científicos contemporáneos y anteriores a él, por ejemplo de Lamarck quien hizo una teoría de la evolución a partir de los caracteres adquiridos. Esta teoría es conocida como transformismo o lamarckismo, en ella él propuso que las formas más complejas de organización en los seres vivos provienen de formas anteriores más sencillas.

El ejemplo más común de esta teoría es el del cuello de las jirafas que creció

según él debido a la necesidad de los distintos individuos de alcanzar el alimento de las ramas más altas de los árboles. La diferencia fundamental entre las teorías es que para Lamarck el individuo impulsa con su esfuerzo el desarrollo evolutivo de ciertas características y para Darwin es la población entera la que evoluciona, en cada generación los individuos sobreviven y se reproducen fijando y propagando las características más favorables para sobrevivir en determinado ambiente.

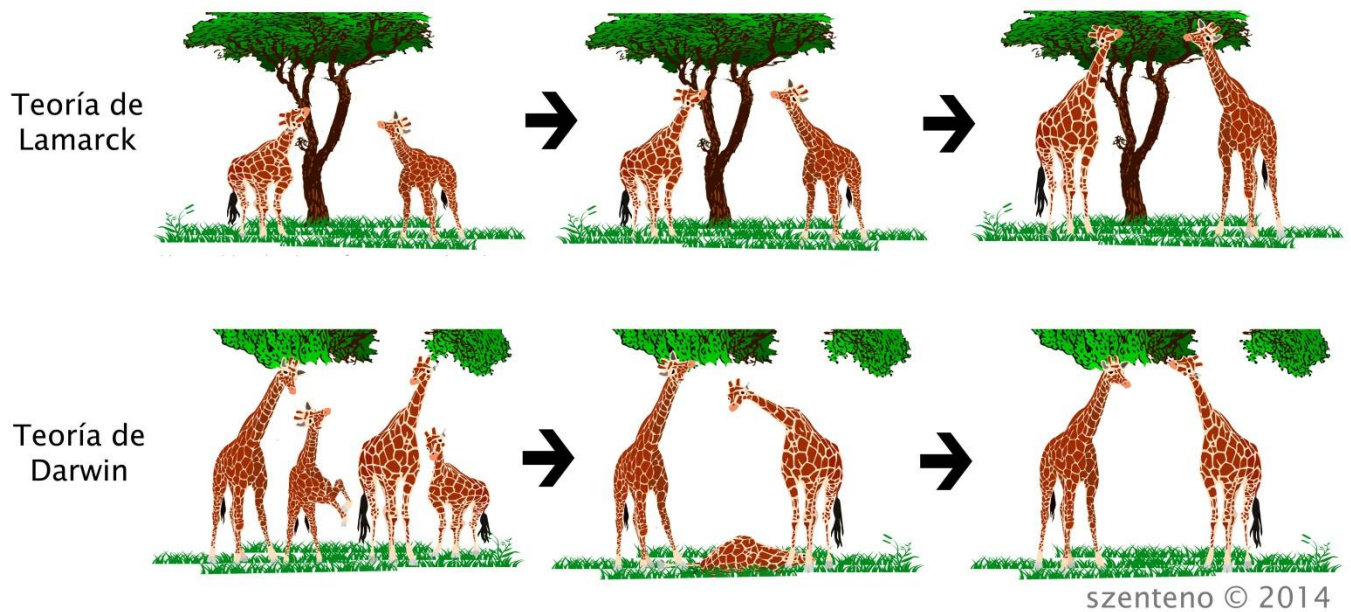


Figura 1. Cuadro comparativo Lamarck y Darwin.

Darwin realizó su trabajo de campo principalmente en su largo viaje a bordo del Beagle. Una de sus observaciones más conocidas es la de los picos de los pinzones en las islas Galápagos, cuya morfología cambia de una isla a otra según su fuente de alimento. También realizó importantes observaciones en sus visitas a criaderos donde podía ver la selección artificial de caracteres que llevaban a cabo los criadores al seleccionar pies de cría y reproducir animales con características deseables. Incluso mantenía correspondencia con criadores de ganado de muchos

lugares, por ejemplo de la pampa argentina. Darwin documentó y analizó todas las observaciones hechas por él y otros, y posteriormente publicó su libro donde describiría detalladamente el proceso que ahora conocemos como selección natural, una pieza fundamental de la biología evolutiva.

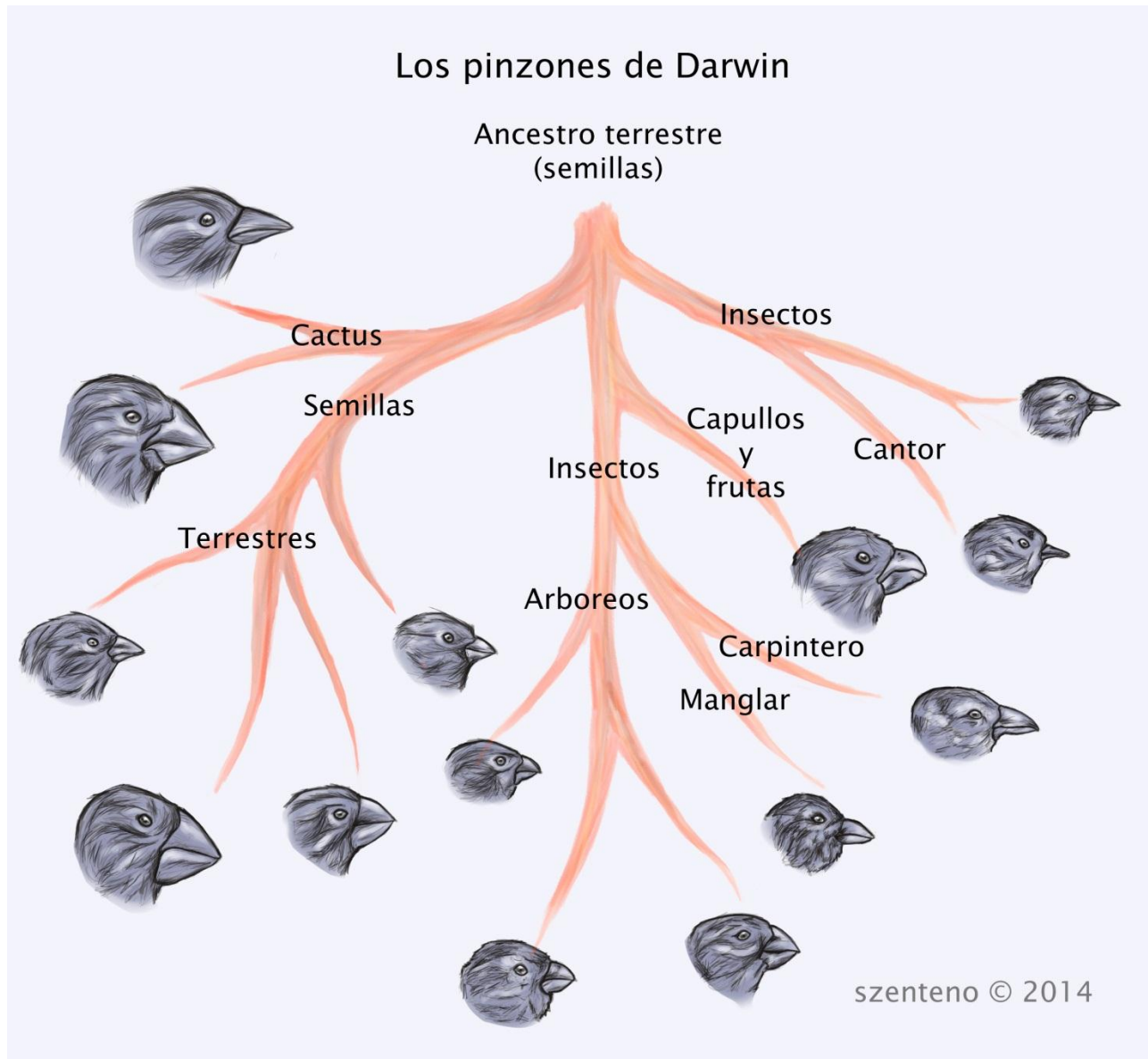


Figura 2. Picos de pinzones.

Darwin proporcionó una explicación lógica del proceso evolutivo que chocaba con las visiones creacionistas dominantes de su época y que cambiaría la forma de

entender el mundo de los seres vivos. Describió y recabó numerosas pruebas de un mundo donde el azar y la variación tienen un papel fundamental en la evolución de las características de cada especie. Hizo ver que todas ellas heredan características con las que se ajustan o no a los cambios del medio que habitan, que el mundo biológico es algo dinámico y en constante cambio. La teoría de Darwin dio lugar a lo que se conoce como un cambio de paradigma; según Thomas Kuhn, el filósofo que creó este concepto, este cambio sucede cuando la comunidad científica llega a la conclusión de que toda una forma de explicar y entender los problemas es insuficiente o errónea y debe cambiar por otra. El nuevo paradigma fue el de la evolución de las especies por selección natural.

¿Y los mecanismos?

Pero hubo algo que Darwin no pudo resolver: la forma en que sucedía la evolución o sus mecanismos. No fue hasta la primera mitad del siglo XX, que los avances teóricos y tecnológicos permitieron investigar en detalle el funcionamiento fisiológico y celular de los seres vivos. Entre los avances teóricos más importantes estuvo el redescubrimiento del trabajo de Gregor Mendel, un monje austriaco contemporáneo de Darwin, quien desarrolló una teoría de la herencia en la que daba cuenta de las características transmitidas de una generación a otra. Investigaciones de la genética de las poblaciones con métodos matemáticos y herramientas computacionales permitieron crear modelos sobre la transmisión de características a las nuevas generaciones de organismos.

En las décadas de 1930 y 1940 surgió la nueva síntesis o síntesis moderna de la teoría de la evolución llamada neodarwinismo. Algunos de los autores más representativos de esta nueva síntesis fueron Ronald Fisher, J. B. S. Haldane y Thomas H. Huxley con sus estudios sobre genética de poblaciones y estadística, el genetista poblacional Theodosius Dobzhansky quien acuñó la frase “nada en biología

tiene sentido si no es a la luz de la evolución”, George G. Simpson y Ernst Mayr quienes desarrollaron el concepto biológico de especie y Thomas Hunt Morgan quien demostró que los cromosomas son los portadores de los genes. La síntesis moderna es esencialmente la unión de la teoría de la selección natural con la teoría genética de Mendel y explica que la variación genética surge de las mutaciones y la recombinación de genes, que la evolución se da por cambios en la frecuencia de los alelos de una generación a otra. Plantea también algunos mecanismos de especiación; es decir, los procesos mediante los cuales surge una nueva especie y sostiene que la evolución es gradual y que su mecanismo principal es la selección natural.

Las críticas a la síntesis moderna

La síntesis moderna es criticada porque no explica de manera satisfactoria el surgimiento de caracteres o estrategias evolutivas complejas. Las alometrías y las constricciones biológicas, la inercia filogenética o los cambios en las tasas evolutivas de las especies resultan difíciles de explicar dentro del marco planteado por la teoría. Esto se debe a que se quiere explicar todo como un cambio gradual donde la selección natural es la causa y fuerza que dirige la evolución. Todas las características quieren ser explicadas como adaptaciones, como resultado inmediato de la selección natural, cualquier otro fenómeno observado trata de adecuarse alrededor de este marco conceptual.

Existen caracteres como el de las manitas del *T. rex* que no pueden ser explicados como adaptaciones. Hay características que no son adaptaciones sino resultados indirectos de otros procesos adaptativos como restricciones fisiológicas o constricciones.

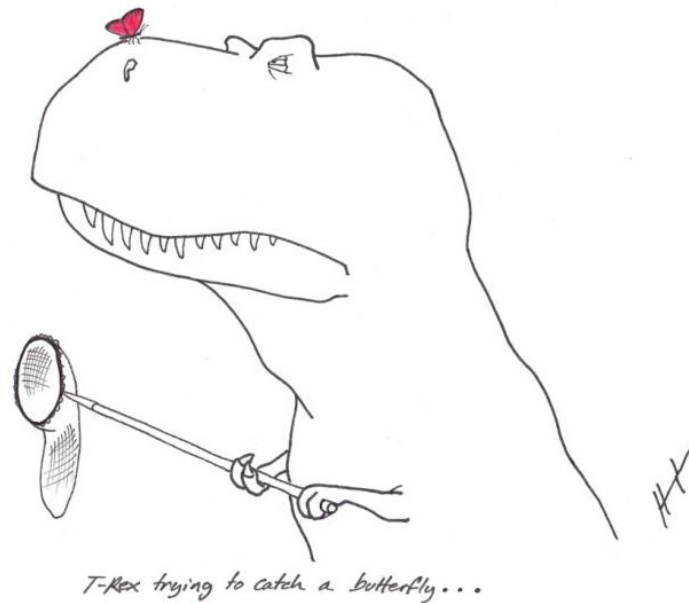


Figura 3. Las manitas del *T. rex*

Otro ejemplo, de fenómenos evolutivos que resultan difíciles de explicar únicamente como adaptaciones o como resultados de la selección natural, es que en grupos alejados entre sí con historias evolutivas diferentes, surgen estructuras convergentes como los ojos, que han aparecido en diferentes momentos y en distintos grupos de animales con una gran variedad de formas, tipos de lentes y de células sensibles a la luz, pero con la misma función.

Un ejemplo más puede ser que las estructuras que forman las alas sirvan para volar en muchas aves, pero que haya también especies de aves nadadoras donde la misma estructura sirve como aletas o timones, como es el caso de los pingüinos.



Autores como Stephen Jay Gould y Richard Lewontin criticaron esta visión adaptacionista en ensayos y libros; uno de los textos más representativos de esta crítica es *“The Spandlers of San Marcos and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme”* (“Las enjutas de San Marcos y el paradigma panglosiano. Una crítica al programa adaptacionista”) donde se plantea que los organismos deben ser analizados en su totalidad y que no podemos explicar todos sus caracteres como adaptaciones; es decir, que la evolución de los organismos debe ser comprendida como un proceso donde no sólo la selección natural tiene consecuencias sobre las estructuras y características de las especies, que hay otras fuerzas como las restricciones filogenéticas y del desarrollo --es decir, que en un grupo de organismos sólo son posibles ciertos cambios en sus caracteres y no otros-- o la retroalimentación entre organismos a causa de las interacciones entre ellos o con su medio. También hay caracteres exaptativos que no pueden ser explicados como adaptaciones sino como características que aparecen por las limitaciones corporales cuya función se deriva de otros procesos adaptativos anteriores o de cambios que suceden en otras especies.

Otro aporte importante de Gould a esta crítica es su teoría del equilibrio puntuado donde junto con Niles Eldredge plantea que en la evolución podemos

observar largos periodos de estabilidad o estasis, interrumpidos por periodos de intenso cambio donde surgen nuevas características y especies, lo cual contrasta con el gradualismo filogenético planteado por la síntesis moderna.

Con el tiempo fueron apareciendo muchas críticas al adaptacionismo en el seno de la comunidad científica donde autores como Richard Levins y Richard Lewontin con sus libros *The Triple Helix: Gene, Organism, and Environment* (La triple hélice: gen, organismo y ambiente) y *The Dialectical Biologist* (El biólogo dialéctico), que hablan sobre el carácter dialéctico del proceso evolutivo y hacen una sólida crítica al carácter reduccionista del adaptacionismo, a sus explicaciones causales y unidireccionales.

El carácter dialéctico de los procesos biológicos lo podemos ver por ejemplo cuando sembramos las semillas de una planta en distintos ambientes, digamos al pie y en la cima de una montaña; observamos que sus características son muy distintas pese a tener los mismos genes; esto se debe a que no todas las características de la planta están contenidas en sus genes sino que están determinadas por la interacción entre sus genes y el ambiente donde crece; o sea que hay una relación dialéctica entre las fuerzas o causas genéticas internas y las externas o ambientales. Es la interacción de ambas lo que determina la morfología de la planta y no sólo sus genes.



Figura 4. Hábitos del frijol.

Otro ejemplo lo encontramos en animales: en los huevos de los reptiles cambia la proporción de hembras y machos según la temperatura a la que son incubados. Esto quiere decir que aunque la determinación del sexo de los reptiles tenga un componente genético, un factor ambiental como la temperatura también es determinante. O sea que el resultado del proceso, en este caso el sexo, no está determinado por una sola causa sino por la interacción de fuerzas internas y externas.

Otro ejemplo de un fenómeno dialéctico lo podemos ver en la misma teoría de la evolución, cuando Darwin la planteó se abrió un debate sobre su validez y surgieron numerosos argumentos en contra y a favor, y finalmente el proceso siguió y las fuerzas teóricas a favor y en contra dieron forma a la teoría. Más adelante la nueva síntesis de la teoría o neodarwinismo se ha enfrentado con otras opiniones. Podemos entender este fenómeno como el enfrentamiento de un paradigma con otro; en este caso el paradigma adaptacionista es suplantado o reinterpretado por

la teoría de la construcción de nicho. La teoría de la evolución se modifica nuevamente y se amplía al reconocer el proceso llamado construcción de nicho dando lugar a la síntesis ampliada.

La teoría de la construcción de nicho

En el 2005 se publicó el libro *Niche Construction: the neglected process in evolution* (La construcción de nicho: el proceso descuidado en la evolución) donde sus autores explican esta teoría incluyendo numerosos ejemplos y pruebas de la pertinencia del concepto y de su funcionalidad teórica y práctica en el análisis evolutivo. La introducción de este concepto, previamente abordado desde distintos puntos y de distintas formas por otros estudiosos de la biología, resolvió de manera satisfactoria muchos problemas evolutivos con los que se había topado el paradigma adaptacionista, como la existencia de las exaptaciones, la coevolución o los llamados ingenieros ecosistémicos, que son organismos cuya influencia en los ecosistemas es determinante para la evolución de otras especies.

La teoría de la construcción de nicho plantea que los organismos no sólo se adaptan a los cambios en sus ambientes sino que además existe otra fuente de selección, una fuerza igual de importante que se mueve en dirección opuesta y que surge de la relación entre el organismo y el ambiente. El proceso evolutivo ya no es comprendido como un proceso asimétrico, donde la causa de la selección de uno u otro carácter en la especie es su adaptación a los cambios externos, sino que el ambiente también se modifica a causa de la especie que lo habita. Es decir, que la especie no sólo se adapta al ambiente cambiante sino que lo construye y se constituye así como causa de su propia evolución. La ecología adquiere una nueva dimensión y la herencia ecológica se convierte en una parte fundamental de los procesos evolutivos.

La importancia de esta teoría está en que generaliza el alcance que tiene la

teoría de la evolución, permitiendo modelar y explicar fenómenos que el adaptacionismo no lograba sin introducir términos forzados o explicaciones rebuscadas que complejizaban de manera innecesaria los modelos (ver en *Cienciorama* “De piedritas fotosintéticas y arañas buceadoras”). Para explicar los fenómenos evolutivos como productos de la adaptación, es decir, como consecuencias de la selección natural, se fabricaban figuras teóricas que se adecuaban al marco teórico planteado por el adaptacionismo.

Un ejemplo de esto lo encontramos en el caso de los castores que construyen presas, para explicar la evolución de este comportamiento se recurre al concepto de fenotipo extendido, en lugar de reconocer el papel activo del castor en la construcción de su propio ambiente y otro tipo de fuerzas y fenómenos que están actuando en este proceso. Al centrar las presiones de selección en las características fenotípicas del organismo, se hacen a un lado la multiplicidad de factores que confluyen en estas presiones, fuerzas internas y externas a un organismo y además el ambiente de los castores que es heredado generación tras generación. Es decir, estas presiones no se deben explicar sólo a partir de la herencia genética sino también de la herencia ecológica.

Muchos fenómenos evolutivos resultan difíciles de explicar con un reduccionismo que conciba la selección natural únicamente desde el punto de vista genético. La teoría de la construcción de nicho nos brinda el marco necesario para analizar los fenómenos atendiendo a la complejidad de los procesos y a la variedad de las fuerzas involucradas. Por el alcance de sus planteamientos esta teoría ha llegado a tener un rápido impacto no sólo en la biología evolutiva sino también en una gran variedad de disciplinas, incluyendo las ciencias humanas, la filosofía, la medicina, la ecología, la biología del desarrollo, entre otras; y se ha convertido en una poderosa herramienta epistemológica y metodológica para la interdisciplina.

Bibliografía:

1. S.J. Gould y R.C. Lewontin, "The Spandlers of San Marcos and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptacionist Programme" *Proceedings of the Royal Society (Londres) B*; 205:581-98, 1979.
2. R. Levins y R. Lewontin, *The dialectical biologist*, Harvard University Press, EU, 1985,
3. R. Lewontin, *The Triple Helix: Gene, Organism, and Environment*, Harvard University Press, EU, 2000.
4. R. Levins y R. Lewontin, *Biology Under the Influence: Essays on the Coevolution of Nature and Society*, Harvard University Press, EU, 2007.
5. K. Laland y K. Sterenly, "7 Reasons Not to Neglect Niche Construction", *Evolution* 60(9), pp. 1751-1762, 2006.
6. F. Odling-Smee, K. Laland y M. Feldman, *Niche Construction: The Neglected Process In Evolution*, Princenton University Press, EU, 2005
7. S. J Gould, *The Structure of Evolutionary Theory*, Belknap/Harvard, EU, 2002.