

Acerca de la evolución de las especies, un viaje en mono-patín

* Por Paola Bertucci

Vamos a alejarnos por un par de capítulos de la Biología Molecular en sí misma para viajar a los orígenes de la teoría actual de la evolución de las especies, pero esta vez, viajaremos en mono-patín. La Biología Molecular nos esperará con paciencia, porque todos los conceptos que desarrollaremos en este capítulo y el siguiente son fundamentales para poder entender lo que todavía nos resta ver en los capítulos siguientes.

“Mi trabajo consiste en enseñar a mis aspiraciones a acomodarse a la realidad, no intentar que los hechos armonicen con mis aspiraciones (...) Sentaros ante los hechos como un niño pequeño, estar preparados para abandonar cualquier idea preconcebida, id humildemente dondequiera y a cualesquiera abismos a los que os guíe la naturaleza o no aprenderéis nada”

Thomas Henry Huxley (Gould 2005).

En este pasaje, el biólogo británico Thomas Henry Huxley, que vivió durante el siglo XIX, expone una de las tareas más difíciles de un científico. A lo largo de la historia de la ciencia, las creencias, los dogmas, las religiones así como los momentos sociales y económicos han delimitado claramente la visión de la naturaleza y de la vida. Como ha ocurrido con la iglesia católica, estas limitaciones implicaron “poder ver” sólo aquello que cabía dentro del dogma cristiano, o sea que todo aquello que no era explicado por la creación de Dios, quedaba, completamente, fuera de lo aceptado y, esas ideas, se castigaban como acto de herejía. Científicos o filósofos debían estar “ciegos” ante las evidencias naturales y “ajustar” sus observaciones a la realidad establecida, un Dios creador de la “perfección” de los seres vivos. Sin embargo, muchas otras veces, los cambios sociales, en distintos países del mundo y sus cambios económicos han dado lugar a “la mirada justa en el momento justo” de algunos científicos que han revolucionado el pensamiento con sus teorías sobre la naturaleza y la vida. Otros, en cambio, han propuesto algunas teorías elaboradas mediante la observación y la experimentación que no pudieron ser comprobadas en su momento histórico y que han sido recuperadas muchos años después en un contexto diferente y, que aún hoy, siguen siendo las bases fundamentales de las leyes de la vida y la evolución de las especies.

Cuando comencé a cursar la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas en la Universidad de Buenos Aires sentía una profunda necesidad de conocer cuál era la explicación de la enorme diversidad de la vida, cuáles eran las estrategias diferenciales de reproducción, cuáles eran las causas de la extinción de muchas especies y la supervivencia de otras, así como también de conocer cómo funcionaba una célula. Sin embargo, a lo largo de mis estudios, todas estas preguntas quedaron atrás con una gran cantidad

de respuestas que tuvieron un resultado decisivo para mi vida, ahora tenía muchísimas más preguntas que al comienzo de mi carrera. Este resultado, aparentemente frustrante, es probablemente uno de los principales motores de mi vida, pensar, asociar, imaginar, analizar críticamente, leer, aprender y aprehender. Incluso dedico gran cantidad de tiempo a la lectura de estos temas y he tenido la suerte de encontrar autores geniales como S. J. Gould y D. R. Hofstadter quienes, con ingenio y conocimiento, me han hecho pensar aún mucho más y, por supuesto, me han generado nuevas preguntas. En este capítulo abordaremos el tema de la evolución de las especies, de la herencia de los caracteres y, sobre todo, adoptaremos una mirada crítica y trataremos de conectarnos con la hermosa sensación de la duda.

Como siempre, no podemos hablar de una cosa sin antes aclarar otras, así que, para poder contarte qué es la evolución de las especies primero debo explicarte cuál es el concepto de “**especie**” aceptado actualmente.

Dijimos ya varias veces y, vemos en nuestra vida cotidiana, que las ranas dan ranitas, los perros perritos y los manzanos manzanitos; está claro que nunca vimos que un perro se aparee y deje descendencia con un gato, ni una jirafa con un mosquito ni tampoco un rosal con un pino. La respuesta está básicamente en que sólo los individuos de una misma especie pueden aparearse y dejar descendencia fértil, o sea dejar descendencia que, a su vez, pueda dejar descendencia nuevamente. Esta definición presenta algunos problemas a la hora de ser aplicada a todos los organismos, pero la tomaremos como punto de partida para poder seguir adelante.

¿Por qué es importante agregar a la definición que la descendencia debe ser fértil si los animales de distintas especies ni siquiera se aparean entre sí?

Bueno, el tema es que esto no es, exactamente, cierto. Veamos un ejemplo, el asno o burro (*E. asinus*) macho es capaz de aparearse con una hembra de caballo o yegua (*E. caballus*) e incluso de dejar descendencia, sin embargo, estos dos animales pertenecen a especies distintas. Pero entonces...

¿por qué son especies distintas si pueden aparearse?

La respuesta está en que esta descendencia, la mula, es infértil, lo que quiere decir que no podrá reproducirse, perpetuando la especie a lo largo del tiempo.

Queda claro que en esta definición de especie la reproducción ocupa un rol central. Una cosa importante a tener en cuenta es que la reproducción no es sólo el acto de apareamiento sino también la supervivencia de las crías que, a su vez, podrán aparearse dando continuidad a su especie sobre la Tierra. Al observar la naturaleza, uno se encuentra con las más variadas formas de vida, reproducción y supervivencia.

Veamos algunas estrategias de reproducción, que probablemente no conozcas, como para que te hagas una idea de cuán diversas pueden ser respecto a las que mejor conocemos:

- otro caso, que es en parte similar, es el de los peces pescadores que viven a grandes profundidades en donde las fuentes de alimentación son escasas. Las hembras de esta especie tienen una espina de su aleta dorsal alargada que termina en una especie de bolita luminiscente que utilizan como cebo, esta prolongación no sólo tiene la forma sino, también, la función de una caña de pescar. Este instrumento se con-

vierte, entonces, en una trampa mortal para los peces de los cuales se alimentan e incluso podría también ser un instrumento de atracción para los machos “enanos”. Parece que en 1922 un biólogo pesquero capturó una hembra de esta especie que medía alrededor de 67 centímetros y que tenía adheridos a su cuerpo dos pequeños peces pescadores de sólo 5 centímetros de longitud. En ese momento nada se sabía sobre la reproducción de esta especie pero, un par de años más tarde, el ictiólogo C. T. Regan descubrió que esos pequeños pececitos eran machos completamente fusionados a la hembra, incluso observó que los sistemas vasculares de ambos sexos se encontraban completamente amalgamados. Así el macho depende, enteramente, de la hembra para su nutrición y actúa, como en el caso anterior, como fuente de esperma para la reproducción (Gould 2004).



Foto de una hembra de Pez pescador parasitada por dos machos enanos de apenas un par de centímetros.



2a
26

• veamos este ejemplo. Muchas aves no tienen la capacidad de reconocer a sus crías y, por lo tanto, se guían por una regla básica para alimentarlas, todos aquellos huevos o crías que se encuentren dentro del nido o dentro de una región determinada serán cuidados o alimentadas respectivamente, mientras que las que se encuentran fuera, no. Sin embargo, esta regla de alimentación de las crías, no siempre es ideal. Los cucos son pájaros migratorios que pasan los veranos, principalmente en Asia y Europa y los inviernos en África y Asia. Durante el período de apareamiento, los cucos machos comienzan a emitir su característico sonido “cu-cu” atrayendo a las hembras con las cuales se aparearán para dejar descendencia. La mayoría de las aves construyen sus nidos, lugar en que ponen sus huevos, cuidan de sus crías y las alimentan. Las hembras de los cucos, en cambio, no construyen ningún nido. Entonces...

¿dónde colocan sus huevos y cuidan de sus crías?

Las hembras de esta especie, una vez fecundadas por el macho cantor vigilan los nidos contruidos por otras especies de pájaros y aprovechan el momento en que las hembras abandonan sus nidos, dejando solos sus huevos, para colocar allí uno de sus huevos y llevarse uno propio del nido. Una hembra de cuco puede colocar alrededor de 12 huevos en nidos distintos. Así, siguiendo la regla, todos los huevos del nido serán cuidados y las crías que de ellos nazcan, serán alimentadas. De esta forma, la madre cuco garantiza el cuidado de sus crías sin requerirle mayores esfuerzos (Gould 2004).



*a. Foto de un Cuco.
b. En este nido se encuentra infiltrado un huevo de Cuco.*

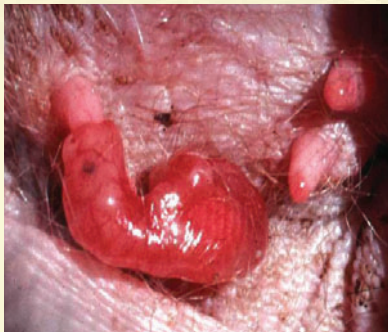
Josef Hlasek
www.hlasek.com
Cuculus canorus 8788

- algunas avispas que experimentan un estado larvario parasitario seguido de un estadio libre, en el que pueden volar y reproducirse, ponen sus huevos sobre ciertos huéspedes que pueden ser mayoritariamente orugas así como también pueden ser arañas o pulgones. Sin embargo, dado que el huésped es un animal capaz de deshacerse de los huevos, la madre avispa inyecta una toxina en la oruga que la inmoviliza pero la mantiene viva. De esta forma la hembra madre se garantiza que, una vez que los huevos eclosionen y las larvas se enfrenten al mundo en busca de alimentos, su problema ya esté resuelto, una oruga viva pero inmóvil podrá ser su primer manjar. Increíblemente, las larvas comen primero los tejidos grasos y los órganos digestivos, dejando intactos el corazón y el sistema nervioso y prolongando la vida de su huésped hasta que, finalmente, terminan con él y están preparadas para su vida libre (Gould 2004).



Fig. 3: Los huevos de las avispas son colocados en el cuerpo de un hospedador, en este caso, una oruga.

- un caso de cuidado de las crías más “cercaño” a los seres humanos, evolutivamente, es el de los mamíferos marsupiales que habitan en Oceanía. Estos mamíferos están representados por alrededor de 300 especies, siendo los canguros y koalas los más conocidos. La característica distintiva de estos animales es que presentan una gestación muy corta, por lo tanto los recién nacidos están muy poco desarrollados y requieren de mucho cuidado y protección. Estos animalitos nacen con dos centímetros de longitud, con su piel completamente desnuda (sin pelos) y presentan ojos y oídos embrionarios pero, su olfato, el sistema digestivo y el respiratorio ya son aptos para sobrevivir fuera del vientre materno. La hembra de canguro, tras el parto, traza una ruta de saliva que le indica a su cría recién nacida el camino a su cría hasta la bolsa marsupial. Una vez que la pequeña llega al marsupio, se introduce dentro suyo, se fija a una de las mamas y permanece allí alimentándose de leche durante 7 a 10 meses.



Una vez que la pequeña llega al marsupio, se introduce dentro suyo, se fija a una de las mamas y permanece allí alimentándose de leche durante 7 a 10 meses.



a. El canguro recién nacido, de apenas un par de centímetros, se alimenta por la succión de leche de la mama materna dentro de la marsupia.

b. Los canguros utilizan la marsupia de su madre por varios meses.



4a

4b

Los machos de los canguros no participan en lo más mínimo del cuidado de las crías, sin embargo, los machos de otras especies son los responsables absolutos de su cuidado.

- éste es el caso de los **caballitos de mar**, pequeños pececitos que tienen una forma muy particular de reproducción. Luego de un gran cortejo caracterizado por sonidos y danzas muy particulares, las hembras colocan sus huevos en una bolsa abdominal que presentan los machos, estos los fecundan e incuban hasta que

5a
5b



a. Durante el apareamiento la hembra del caballito de mar coloca los huevos en una especie de bolsa abdominal del macho. Allí, el macho fecunda los huevos y cuida de ellos hasta que los huevos eclosionan.

b. Los bebés de caballitos de mar son idénticos a los adultos pero en miniatura.

los huevos eclosionan. En ese momento, las crías, que son idénticos a los adultos pero en miniatura, son expulsadas hacia el agua por contracciones de la bolsa y se van nadando felizmente a la vida. Sin embargo, la naturaleza no es tan sencilla y de los cientos de caballitos de mar que pueden nacer, sólo dos o tres llegan a la madurez y pueden, a su vez, reproducirse y dejar descendencia.

¿Pero a qué se debe la diversidad de mecanismos de reproducción sobre la Tierra? ¿Cómo “saben” los animales que deben reproducirse, cuáles son las formas de atraer al sexo opuesto y cuál es la forma de apareamiento? ¿Cómo “saben” las avispas que deben colocar sus huevos sobre un huésped y que deben inyectar en éste una toxina para inmovilizarlo? ¿Cómo “saben” las hembras de canguro que deben trazar un camino de saliva a sus pequeñas crías y éstas que deben seguirlo para llegar hasta la marsupia en donde estarán protegidos y podrán alimentarse? ¿Cómo “saben” las hembras de los caballitos de mar que deben colocar sus huevos en una bolsa que contiene el macho para que sean fecundados y el macho que debe mantenerlos allí hasta que los huevos eclosionen? ¿Todas estas especies de animales estuvieron siempre sobre la Tierra? ¿Cómo surgieron? ¿Habrán cambiado en el tiempo o fueron siempre iguales?

A lo largo de la historia, fueron muchos los hombres que se hicieron estas preguntas y trataron de contestarlas. Como mencionamos previamente y como ocurre en todos los ámbitos del conocimiento, los dogmas, la realidad social y económica y las formas de vida, entre otras muchas cosas, crean un contexto histórico en que se enmarcan los cuestionamientos sobre la naturaleza.

Analicemos las propuestas que realizaron algunos de los hombres más relevantes como respuestas a muchas

de esas preguntas que uno se hace al observar la naturaleza de la vida, principalmente, las relacionadas con el origen y la evolución de las especies. Muchas de estas propuestas sonarán ridículas o absurdas para nuestra manera actual de ver el universo pero recordemos que es imposible que estos hombres escaparan a sus contextos sociales a la hora de analizar el mundo.

Hasta finales del siglo XVII se creía y no se discutía que las especies habían sido creadas por Dios y allí estaban, tal y como habían sido originadas, sin variaciones, sin cambios, sin extinciones. Dios había decidido, en su creación, que cada animal debía tomar tal o cual actitud durante el apareamiento, cuidado de las crías y obtención de alimentos. Esta concepción, completamente, estática de la naturaleza tenía uno de sus principales pilares en la corta edad otorgada, por aquel entonces, a la Tierra. Se la consideraba tan joven que nada podía haber cambiado en ese tiempo. Según los cálculos del arzobispo James Ussher en el año 1664, basados en el estudio de las genealogías del viejo testamento, la Tierra había sido creada a las 9 de la mañana del año 4004 antes de Cristo. Por lo tanto, la Tierra no tenía más historia que la de la Creación y el Diluvio universal y las ideas de cambio eran consideradas una herejía. La Teoría de la Creación Especial, que reinaba el ambiente científico de la época, puede resumirse en los siguientes enunciados:

1. Las especies fueron creadas independientemente las unas de las otras.
2. Las especies no cambian con el paso del tiempo.
3. Las especies fueron creadas recientemente.
4. Las especies no desaparecen (no se extinguen).

Sin embargo, entre los siglos XVIII y XIX, algunos hombres como Buffon, Lyell, Lamarck, y Darwin comenzaron a proponer y a demostrar que la idea de cambio en la Tierra y en los seres vivos era posible.

En la década del 1770 el francés Georges Louis Leclerc, más conocido como Conde de Buffon o simplemente Buffon, mediante el estudio del enfriamiento de los materiales propuso, por primera vez, que la Tierra era mucho más antigua de lo que se creía. Así, basado en principios físicos, calculó una nueva fecha para su creación que sería de, aproximadamente, y como mínimo, 168.000 años.

Hoy creemos que la Tierra tiene 4.650 millones de años por lo que los cálculos de Buffon no nos cambian mucho la historieta de que la Tierra era muy joven, sin embargo, esta datación había producido una ruptura

en un punto fundamental con las creencias establecidas. Además, si la Tierra era tanto más antigua de lo que se creía, cabía la posibilidad de que durante su historia se hubieran producido cambios que eran impensables si se hablaba de una historia de aproximadamente 5.660 años.

¿Qué pasará con los científicos del año 2200 o 2500 o 3000? ¿No podrán pensar que nuestra forma de explicar la naturaleza es totalmente errónea?

cias entre las verdades reveladas por Dios en las Escrituras y lo que nos había permitido descubrir por la observación y la investigación. Para él, el problema era que la lectura literal de las escrituras conducía a conclusiones erróneas.

Buffón hizo otros aportes importantes al evolucionismo. Además de prolongar la historia de la Tierra, encontró que los animales poseían “partes inútiles”, o sea que no eran utilizadas para ninguna función y propuso que estas partes eran resabios que quedaban por la degeneración de partes previamente funcionales. También decía que *“comparando así a todos los animales y refiriéndolos a cada uno a su propio género, encontraremos ciertas especies cuya historia puede quedar reducida a un número bastante ínfimo de familias o troncos principales, de las cuales no es imposible que hayan salido las demás”*. Otra vez, para nuestra visión actual, estos aportes no parecen nada significativos, sin embargo, la idea de la modificación de las especies, en este caso en la degeneración de algunas partes y la idea de un origen común para algunas especies eran conceptos totalmente novedosos y conflictivos para su época.



Retrato de Georges Louis Leclerc, más conocido como Conde de Buffon (1707-1788).

Buffón fue uno de los primeros en darse cuenta de la importancia que ha podido desempeñar la duración en todas las cosas y en proponer que todos los fenómenos de la vida eran el resultado de fuerzas sencillas que podían entenderse mediante el estudio de la naturaleza.

Sesenta años más tarde, entre 1830 y 1833, el geólogo británico Charles Lyell publica la primera edición de sus *Principles of Geology* (*Principios de Geología*) en el que expone su Teoría del Uniformismo Geológico. Esta teoría propone que todas las fuerzas geológicas activas de la actualidad habían estado activas también durante la historia de la Tierra, actuando lenta y gradualmente, produciendo cambios imperceptibles durante la vida de un hombre. Proponía así, que la Tierra actual era la consecuencia de una gran cantidad de acontecimientos que se habían sucedido a lo largo del tiempo, considerando que la historia de la Tierra era aún mucho mayor de lo que había propuesto Buffón. Incluso su predecesor James Hutton había reportado que sus investigaciones no habían generado ningún hallazgo ni acerca de un principio ni de un fin de nuestro planeta. Según George Scrope, otro hombre de la época, la palabra clave que acompañaba todas las investigaciones y sonaba en los oídos de todo hombre que estudiara la naturaleza era “Tiempo. Tiempo. Tiempo”. (Toulmin and Goodfield 1968).



Retrato el geólogo británico Charles Lyell (1797-1875).

Algunos años antes, el zoólogo y anatomista francés George-Leopold Cuvier, fundador de la anatomía comparada, a diferencia de lo que creía Buffón mantenía la idea fijista de que las especies no cambiaban y que se encontraban tal cual habían sido creadas. Uno de los ejemplos que proponía para demostrar esta afirmación era que los gatos momificados que se habían encontrado en Egipto eran exactamente iguales a los de la actualidad. Nuevamente, hoy en día, esta comparación nos resulta de lo más graciosa, sin embargo, es importante que veamos cuán distintas eran las ideas de todos estos hombres que aportaron, incluso, siendo enemigos acérrimos del concepto de evolución, a la teoría de la evolución que hoy rige en nuestro paradigma.

Cuvier fue un genio de la anatomía comparada, estudió detalladamente la anatomía de los diversos animales y los comparó unos con otros obteniendo una conclusión en la que unió dos conceptos que se concebían totalmente separados: “forma y función” y “ambiente”.

¿Qué relación existía entre la forma o la función de una parte o de un órgano y el ambiente de ese animal?

Cuvier propuso que cada una de las estructuras que poseían los organismos había sido creada con un propósito determinado y cada órgano para una función especial, para su funcionamiento óptimo en un ambiente determinado. Queda claro en esta afirmación que Cuvier pensaba en el “propósito” de las partes, concepto que está indisolublemente unido con la idea de que los seres vivos eran el producto de la creación inteligente, que había diseñado cada organismo para funcionar de la mejor manera en su entorno. A pesar de esta idea de propósito, que lejos está de nuestras creencias de la actualidad, Cuvier estaba relacionando, por primera vez, la forma de las partes de los organismos con su función respecto a un ambiente, así, las aletas de los peces habían sido creadas para nadar, las patas de los animales terrestres para correr, los ojos para ver y así con todas las partes de todos los organismos. Hoy en día, la finalidad que otorga la palabra “para” al hablar de la función de una determinada estructura es la enemiga principal de la Evolución como la conocemos, sin embargo, Cuvier hizo un aporte de lo más importante a la biología evolutiva. Además, su gran aptitud en la anatomía comparada lo llevó a reconstruir esqueletos de los fósiles de diversos animales similares a los actuales, pero sin representantes vivos en la actualidad siendo éste su segundo gran aporte a la teoría actual de la evolución las extinciones eran parte de la historia de los seres vivos (*La Biología en el siglo XIX* W. Coleman Capítulo II Forma: Teoría celular).

8a
8b



a. Retrato del zoólogo y anatomista francés George-Leopold Cuvier (1769-1832).

b. Esquemas realizados por Cuvier en donde se muestran huesos del registro fósil comparados con el esqueleto de una especie actual.

